

循環型社会特別委員会報告

真の循環型社会を求めて

平成 15 年 6 月 2 4 日

日本学術会議

循環型社会特別委員会

日本学術会議「循環型社会」特別委員会

この報告は、第18期日本学術会議「循環型社会」特別委員会の審議結果を取りまとめて発表するものである。

委員会メンバー

委員長	熊澤 喜久雄	(第6部会員、東京大学名誉教授)
幹事	江頭 憲治郎	(第2部会員、東京大学大学院法学政治学研究科教授)
幹事	太田 猛彦	(第6部会員、東京農業大学地域環境科学部教授)
委員	片岡 暁夫	(第1部会員、国土舘大学体育学部教授、 筑波大学名誉教授)
委員	外園 豊基	(第1部会員、早稲田大学教育学部教授)
委員	宮坂 富之助	(第2部会員、早稲田大学名誉教授)
委員	田中 啓一	(第3部会員、日本大学経済学部教授)
委員	貫 隆夫	(第3部会員、大東文化大学環境創造学部教授)
委員	入倉 孝次郎	(第4部会員、京都大学防災研究所教授)
委員	村橋 俊一	(第4部会員、岡山理科大学工学部客員教授)
委員	富浦 梓	(第5部会員、新日本製鐵(株)顧問)
委員	中村 崇	(リサイクル工学専門委員会委員長、 東北大学多元物質科学研究所教授)
委員	松田 藤四郎	(第6部会員、東京農業大学理事長)
委員	田中 平三	(第7部会員、国立健康・栄養研究所理事長)
委員	藤村 重文	(第7部会員、東北厚生年金病院院長、 東北大学名誉教授)

要 旨

1. 報告書の名称

「真の循環型社会を求めて」

2. 報告書の内容

1) 目的と方法

我々の求めている“持続可能な社会”を「“真の”循環型社会」と定義し、その<具体像>とそれに移行するために行うべき<社会改革の枠組>について検討した。

大量の廃棄物の処理や資源の枯渇に対処するためには生産や消費を循環型にする必要があり、ひいてはそれが持続可能な社会の確立につながるとの考え(循環型社会形成推進基本法)から発想された現行の「循環型社会」を、さらに俯瞰的に検討した。具体的には、現代社会を地球史と人類史の中に位置づけることにより持続可能な社会の具体像(真の循環型社会)を描き、どのような枠組で社会改革をすすめるべきかを検討した。

2) 内容

(基本的な考え方)

「豊かな自然と豊かな心を持った人々による省エネルギー・グリーン社会」を構築するためには、私たちの営みを省エネルギーかつ循環型のものにし、人類と地球環境の(持続可能な方向への)共進化を図る必要がある。

(本論記述の概要)

二酸化炭素や廃棄物・有害物質の排出を削減して真の循環型社会を構築するためには、大量生産・大量消費・大量廃棄に象徴される都市的社会システムを一層改善するとともに、都市を取り巻く環境の健全化が必要である。

都市的システムの改善とは、(廃棄物や有害物質、二酸化炭素等の排出を最小にするため)省エネルギーの原則の下で廃棄物の発生抑制 Reduce、再使用 Reuse、再資源化 Recycle、製品の長寿命化 Rejuvenescence、部品交換などによる回生 Retrofit 等、循環型の技術開発をさらに進めることにより現行の循環型社会システムを深化させ、将来は生産過程でのマテリアルリース、消費過程でのレンタルおよびリース利用、食品等のバイオマス循環等を骨格とした「省エネルギー・グリーン社会」を構築することである。また、資源・エネルギー面では地下資源や化石燃料の投入をできる限り減らし、自然エネルギー、再生可能エネルギーの利用を最大限に高めることである。さらに、資源生産性の向上、グリーン

ケミストリーの構築、バイオマス利用の促進、ライフスタイルの転換等、工業、土木・建築、農業・食品産業、消費生活、貿易等の各部門で省エネルギー循環型に向けての課題の克服に努める必要がある。(巨大都市問題については早急に研究体制を固める必要がある。)

省エネルギー・グリーン社会の構築には、それにインセンティブを与える経済制度や法制度の整備も必要である。一方で、“息の長い”教育により価値観の転換を図ること、地球倫理や世代間倫理等、循環型社会倫理を確立し、こころ豊かな生活を尊ぶ社会を目指さなければならない。私たちの生活を取り巻く自然の循環を健全なものにし、森林・自然域や農村の多面的機能が十分発揮される環境を取り戻すことも大切である。さらに、世界の国や地域の多様性の認識のもとに、循環型社会の世界的構築を目指さなければならない。

- 手持ちのメモ（「本報告の特徴」や「主な項目」を追加）

1)目的：

私たちの目指す“持続可能な社会”を「“真の”循環型社会」と定義し、その<具体像>とそれに移行するために行うべき<社会改革の枠組>について検討すること。

（現在の循環型社会形成推進基本法の枠組のみでは不十分という認識）

2)検討の方法：

大量の廃棄物の処理や資源の枯渇に対処するためには生産や消費を循環型にする必要があり、しいてはそれが持続可能な社会の確立につながるとの考え（循環型社会形成推進基本法）から発想された現行の「循環型社会」を、（日本学術会議らしく）さらに俯瞰的に検討した。

具体的には、現代社会を地球史と人類史の中に位置づけることにより持続可能な社会の具体像（真の循環型社会）を描き、どのような枠組で社会改革をすすめるべきかを検討した。

3)本報告の特徴：

（１）現代社会を地球史および人類史の中で俯瞰的に捉え、「都市（的）社会」で表現した。

（２）現代社会の行き詰まりを近代開放型社会の限界（地球の容量による制約）と考え、その打開策として“人類と地球環境系の（持続可能な方向への）共進化”を打ち出した。

（３）省エネルギーの下でマテリアル・リース、バイオマス循環、レンタル・リース利用を実現する「省エネルギー・グリーン社会」を（循環型社会の理想像としての）“真の”循環型社会として想定した。

（４）“循環”よりもむしろ“省エネルギー”を重視している。関連して、自然エネルギーや再生可能エネルギーの利用推進を強調。

（５）循環型社会の実現のためには、都市を取り巻く領域での循環の健全化、すなわち、森林・自然域や農村での環境保全が不可欠であることに始めて言及した。

（６）経済的インセンティブおよび法的処置の重要性とともに、“息の長い”教育による価値観の転換、循環型社会倫理の確立を重視した。

4)内容：

（基本的な考え方）

物質・エネルギー志向の現代社会を脱して、「豊かな自然と豊かな心を持った人々による省エネルギー・グリーン社会」を構築するためには、私たちの営みを省エネルギーかつ循環型のものにし、人類と地球環境の（持続可能な方向への）共進化を図る必要がある。

（主な項目：本論）

○都市社会システムの改善

- ・循環型社会システムの深化
- ・エネルギー問題の重要性
- ・各部分システムの改善

工業 土木・建築 農業・食品産業 消費生活
バイオマス循環 貿易 巨大都市問題

○都市社会を取り巻く環境の健全化

○経済システムの改善

○法制度、教育および倫理面からの循環型社会の支援

○循環型社会と科学技術

（本論記述の概要）

二酸化炭素や廃棄物・有害物質の排出を削減して真の循環型社会を構築するためには、大量生産・大量消費・大量廃棄に象徴される都市的社会システムを一層改善するとともに、都市を取り巻く環境の健全化が必要である。

都市的システムの改善とは、（廃棄物や有害物質、二酸化炭素等の排出を最小にするため）省エネルギーの原則の下で廃棄物の発生抑制 Reduce、再使用 Reuse、再資源化 Recycle、製品の長寿命化 Rejuvenescence、部品交換などによる回生 Retrofit 等、循環型の技術開発をさらに進めることにより現行の循環型社会システムを深化させ、将来は生産過程でのマテリアルリース、消費過程でのレンタル・リース利用、食品等のバイオマス循環等を骨格とした「省エネルギー・グリーン社会」を構築することである。また、資源・エネルギー面では地下資源や化石燃料の投入をできる限り減らし、自然エネルギー、再生可能エネルギーの利用を最大限に高めることである。さらに、資源生産性の向上、グリーンケ

ミストリーの構築、バイオマス利用の促進、ライフスタイルの転換等、工業、土木・建築、農業・食品産業、消費生活、貿易等の各部門で省エネルギー循環型に向けての課題の克服に努める必要がある。(巨大都市問題については早急に研究体制を固める必要がある。)

省エネルギー・グリーン社会の構築には、それにインセンティブを与える経済制度や法制度の整備も必要である。一方で、“息の長い”教育により価値観の転換を図ること、地球倫理や世代間倫理等、循環型社会倫理を確立し、こころ豊かな生活を尊ぶ社会を目指さなければならない。私たちの生活を取り巻く自然の循環を健全なものにし、森林・自然域や農村の多面的機能が十分発揮される環境を取り戻すことも大切である。さらに、世界の国や地域の多様性の認識のもとに、循環型社会の世界的構築を目指さなければならない。

概要の「３．都市社会を取り巻く環境の健全化」の文案：

真の循環型社会を構築するためには、都市を取り巻く空間、すなわち、農耕地や森林・自然域を健全なものとし、水や土を保全することにより、健全な自然の循環を取り戻す必要がある。土地利用の面からこれを実現するために、「流域」を基本とし、都市—農村バイオマス循環や健全な水循環を組み込んだ、都市域、農耕地、森林・自然域の間で調和の取れた「循環型社会土地利用計画」が必要である。

以上の文意を明確にするため、報告書本文 13 ページ、下から 4 行目の
「それには」を「そして」
に訂正する。

目 次

真の循環型社会を求めて

	頁
概要	
本文	1
. はじめに	1
. (序論) 真の循環型社会の形成に向けて	2
1. 都市の発達と現行の“循環型社会”	2
2. 真の循環型社会への道 —人類と地球環境系との共進化—	3
. (本論) 真の循環型社会の形成に必要な方策	5
1. 真の循環型社会構築の前提	5
2. 都市的システムの改善	5
2.1 循環型社会システムの進化	5
2.2 エネルギー問題の重要性	6
2.3 各部分システムの改善	7
1) 工業	7
2) 土木・建築	8
3) 農業・食品産業	9
4) 消費生活	10
5) バイオマス循環	11
6) 貿易	12
7) 巨大都市問題	13
3. 都市社会を取り巻く環境の健全化	13
4. 経済システムの改善	15
5. 法制度、教育及び倫理面からの循環型社会の支援	17
6. 循環型社会と科学技術	18
6.1 循環型社会の科学技術、産業技術とその移転	18
6.2 循環型社会の世界的構築	19
6.3 循環型社会に関する俯瞰的研究の必要性	22

参考図 1	真の循環型社会を求めて	23
参考図 2	省エネルギー・グリーン社会システム	24
参考文献		25

． 各論

片岡暁夫	循環型社会と人口問題	27
外園豊基	歴史にみる循環型社会	32
江頭憲治郎	循環型社会と法制度	35
宮坂 富之助	「循環型社会」形成への課題 —消費生活におけるライフスタイルの視点から—	38
田中 啓一	持続可能社会と都市環境	42
貫 隆夫	循環型社会の構築と企業経営	55
入倉 孝次郎	循環型社会に対する防災科学からの視点	69
村橋 俊一	循環型社会とグリーンケミストリー	74
富浦 梓	循環型社会と材料	81
中村 崇	資源生産性を基にした近未来の循環型社会構築に 向けて	88
太田 猛彦	都市と森林・自然 —循環型社会における二つの視点—	99
熊澤 喜久雄	循環型社会と環境保全型農業	111
松田 藤四郎	循環型社会形成に向けての都市と農村との連携	119
田中 平三	循環型社会における公衆衛生学的視点	121
藤村 重文	ライフスタイルと医療	130

． 話題提供

厨川道雄	資源枯渇・地球温暖化対策技術と LCA	135
上野民夫	生物資源とポスト石油時代の産業科学 —生物生産を 基盤とする持続・循環型社会の形成をめざして—	140
大塚直	循環型諸立法と今後の課題	144
鴨下重彦	少子社会と循環型社会	153
茅 陽一	循環型社会へ向けて	158
陽 捷行	窒素・炭素・リンの循環と環境	167

大橋照枝	環境マーケティング戦略	
	ーエコロジーとエコノミーの調和-	172
谷口 旭	海洋における生物生産の特性ー循環型生産系の典型-	188
古崎新太郎	循環型社会構築に向けての化学工学からの提案	194
梶原康二・関 寿彰		
	東京都における環境基本計画と環境行政の展開について	
	東京都における廃棄物行政の展開について	199
中里 実	環境税の法的検討	203
林 良嗣	交通と持続性について	208
	(付) 循環型社会特別委員会審議日程	215

概 要

はじめに

20 世紀の科学の発展は、人類の福祉を増進させたが、その反面、工業化の進展は、都市への過度の人口集中、化石エネルギーとその産物の過度の使用、様々な産業廃棄物や生活廃棄物などの大量発生をもたらした。自然の物質循環のバランスは地域的にも、また地球規模でも失われつつあり、大きな環境問題が惹起された。その解決は、21 世紀に託された解決すべき大きな課題となっている。循環型社会の形成は、その一つの有力な解決策と考えられている。

．（序論）真の循環型社会の形成に向けて

1．都市の発達と現行の“循環型社会”

人類の発生と進化は地球の進化過程上における生物進化の一部であり、地球環境との共進化として理解される。人類社会の急激な肥大と都市的生活は、地球の容量の有限性のもとで、地球上の自然との共進化過程に大きな歪みをもたらし、結果として、人類の生存条件の悪化、生存の危機を招きつつある。人類は、“生きた”地球の象徴である“生物圏”を巡る物質循環を、自然状態下の生物の活動に近い循環型のものに修正し、“都市的な”活動を循環型に変え、廃棄物や有害物質を減らして循環型社会を創り、人類の持続可能な発展を目指す必要がある。

2．真の循環型社会への道 ―人類と地球環境系との共進化―

“持続可能な”循環型社会とは、社会そのものが循環型であるとともに、それを支える自然環境と各種の循環が健全であり、全体として現太陽エネルギーのみによって駆動する社会である。真の循環型社会の構築は、都市的システムの循環化とともに、それを取り巻く各種の領域（水圏、大気圏、土壌圏）、特に森林などの“自然の領域”での健全化対策が重要である。地圏、水圏、大気圏、生物圏、そして人類圏をあたかも“共進化”させて、それらが調和的に存在する新しい地表環境を実現させる必要がある。

．（本論）真の循環型社会の形成に必要な方策

1．真の循環型社会構築の前提

持続可能な真の循環型社会（脱“物質・エネルギー”社会）の構築のためには、民主主義、平等主義、平和主義、法治主義、自由主義および国際主義を前提として多くの社会改革を軌道に乗せる必要がある。

2．都市的システムの改善

2.1 循環型社会システムの深化

循環型社会推進基本法及びその関連諸法に基づく諸制度を円滑に施行し、大量生産・大量消費・大量廃棄に象徴される「都市的社会システム」を循環型に改変する必要がある。廃棄物の「発生抑制 Reduce」、「再使用 Reuse」、「再資源化 Recycle」とともに製品の「長寿命化 Rejuvenescence」、部品交換などによる「回生 Retrofit」が重要である。とくに重要なことは生産過程でのマテリアルリース社会、消費過程でのレンタル・リース社会を創ることであろう。

2.2 エネルギー問題の重要性

日本では化石エネルギーと原子力発電の比重が大きいが、再生可能エネルギーであるバイオマスエネルギー、自然エネルギーである水力発電、地熱発電のほか、太陽光発電や風力発電等の比率を画期的に増加させる必要がある。また、水素エネルギー利用のインフラ整備、小型分散コジェネレータによる熱、電気の総合的な供給システムの導入が必要である。原子力エネルギーに対しては、経済面と安全面からの十分な検討と、これからの総エネルギー需要に対する十分な予測とを行い、その将来の利用について国民的合意を図っていく必要がある

2.3 各部分システムの改善

1) **工業** 工業、特に製造業においては、ライフサイクルアセスメント(LCA)を徹底させて省エネルギーに努め、資源生産性を高める必要がある。金属工業では産業間連携を強めて他産業が出す副生物質の資源化に貢献すること、化学工業ではグリーン・ケミストリーをいっそう強化し、製造過程での徹底した有害物の除去、組み立て工業ではエコデザインの徹底と、長寿命かつ再生/回生容易な部品や製品の製造、情報産業では産業間の物流を循環の立場から制御可能とする技術開発を進めるべきである。これらの産業を循環の立場からより効率的に結びつけるものとして、新たにマテリアルリースの概念を導入する。

2) **土木・建築** 土木・建築産業では土木建造物、建築物ともに長寿命を目標とし環境保全や省エネルギーを推進すべきである。道路関係では人口の減少を考慮し、規模や維持管理方式の縮小、軽減化を図り、また輸送エネルギーの縮小を図る必要がある。交通機関の水素燃料化も重要である。利水施設では環境面での配慮が重要であり、健全な水循環に資する視点を見落としてはならない。

3) **農業・食品産業** 環境保全型農業・畜産業による循環型生産、食品加工業における省エネルギー・廃棄物の利活用による環境負荷の軽減、バイオマス資材の積極的供給が必要である。食の倫理に基づき、食料消費スタイルの改善と食品廃棄物の減少を図り、他方、バイオマスのカスケード的利用により、有用物質の創生や、エネルギー供給の改善を図る必要がある。林業・林産業では、森林の持つ多面的機能

に配慮し、持続可能な木材生産を前提として、木材のカスケード的利用をさらに推進すべきである。水産業の発展による水圏、特に海洋での負荷の増大、養殖業の環境負荷や乱獲など諸々の問題の解決が図られねばならない。

4) **消費生活** 消費者のライフスタイル（生活様式）の転換により消費段階で発生する大量の廃棄物を減少させることが必要である。食生活においては、わが国の平均寿命の延伸に大きく寄与してきた近代型食生活の維持と、さらなる食文化の向上を妨げない新たな食生活の創造に取り組む必要がある。住生活・衣生活では、居住空間は健康で快適であるとともに、廃棄物や化石エネルギー消費の少ない維持方式を取り入れるべきである。職住接近も課題である。

5) **バイオマス循環** 農業・畜産業や林業・林産業と消費者を結びつけてバイオマス循環を完成し、“農村 - 都市バイオマス循環型社会”を構築する必要がある。バイオマスは電気や熱に、燃料に、バイオディーゼル油に、エタノール、メタノール、メタンに変換利用され、ペレット燃料、木炭としても利用される。天然素材中の天然有用物質の抽出あるいは変換による有用物の製造、さらに燃料生産のための有用資源作物の栽培等により再生可能エネルギーのシェアを高める必要がある。

6) **貿易** バイオマス循環は国際間あるいは広域的な物質移動においても完成させねばならない。鉱物資源を中心とした原材料の貿易も生産国の環境保全に悪影響を及ぼしてはならず、先進国から途上国への中古品貿易は奨励されるべきであるが、不適切な廃棄物貿易はあってはならない。貿易にともなう輸送エネルギー消費の問題も、循環型社会と貿易との関係では避けて通れない課題の一つである。

7) **巨大都市問題** 循環型社会における巨大都市問題としては、1)巨大都市のコンパクト・シティ化、2)都市のクリーン化と緑化、3)“都市 - 農村”循環システムの構築、4)都市問題解決と経済再生に向けた行動（短期的）5)都市問題研究の強化などがある。巨大都市の将来を根本的、総合的に研究する組織づくりそのものが必要である。

3．都市社会を取り巻く環境の健全化

真の循環型社会を構築するためには、都市を取り巻く空間、すなわち、農耕地や森林・自然域を健全なものとし、水や土を保全することにより、健全な自然の循環を取り戻す必要がある。土地利用の面からこれを実現するために、「流域」を基本とし、都市—農村バイオマス循環や健全な水循環を組み込んだ、都市域、農耕地、森林・自然域の間で調和の取れた「循環型社会土地利用計画」が必要である。

4．経済システムの改善

大量生産、大量消費、そして大量廃棄という、いわば一方通行型の経済社会システムを根本から見直し、社会のあらゆる構成員が適正な役割分担をすることによって、総力をあげて循環型社会の構築に取

り組み真の循環型社会を構築するためには、who pay, who receive の視点も必要となる。企業の環境技術の向上費用（コスト）、リサイクルコストなどの費用負担は、受益者負担、原因者負担を原則とすべきであるが、税制、財政支援で補完していく制度の構築も必要となる。環境税の創設も検討に値する。環境保全型及び省エネルギー型の生産システムや製品、消費スタイルを実現する経費や環境保全型貿易制度が経済的インセンティブによって導入される仕組み、これら環境への配慮が市場経済の中に内部化された市場経済が機能するようにしなければならない。

5．法制度、教育および倫理面からの循環型社会の支援

真の循環型社会の構築のためには、最近導入されつつある賦課金・補助金、排出枠取引制度等の経済的手法の活用、および、ISO14001 規格の利用などの企業の自主的取組を情報公開等の面から支援する等の法的措置が、いっそう重視されねばならない。市民の消費等に関するライフスタイルの変更も重要な課題である。ライフスタイルの変更は、“息の長い教育”による価値観の転換をおいてほかにない。真の循環型社会における市民の倫理観の醸成とは、有限な地球を意識する地球倫理、次世代の生き方を縛らない世代間倫理、人類と自然との共生を基本とする環境倫理、物質的欲望を抑える生活倫理、命を大切にする生命倫理、一人では生きられない社会倫理等を、市民がそれぞれの風土の中で学ぶことである。そして、究極的には「物の豊かさより心の豊かさ」を尊ぶことが基本理念となろう。

6 循環型社会と科学技術

6.1 循環型社会の科学技術、産業技術とその転移

循環型社会の形成に必要な科学技術、産業技術は途上国などへの転移が要請されるものでもある。ここでは人間と生物的自然との「正しい共進化」の方向、二酸化炭素濃度の増大を抑えあるいは減少させる方向に向かい、現太陽エネルギーに依存性の高い「省エネルギー・グリーン社会」に向け「レンタル・リース社会の構築」「資源生産性の向上」「グリーンケミストリーの構築」「バイオマス利用の促進」「ライフスタイルの変革」等に関する科学技術の発展方向を示し、それらを円滑に進めるための「法的・経済的諸制度の整備」等の必要性がしめされた。これらはいずれも新しい産業構造の構築とその発展がなければならないものであり、そのための総合的な科学技術研究の発展を必要とするものである。

6.2 循環型社会の世界的構築

持続可能な人間社会の発展を目指す循環型社会の構築を世界的に進めるためには、地域的な問題の解決が世界的な問題解決との調和のうちになされなければならない。循環型社会における諸問題は風土倫理的に、地域学的に考察解明する必要がある、主権国の自主性に基づく人口計画、食料生産供給計画、社会・産業計画等を作成するのが第一義的に重要であり、そこで民主的に樹立された計画を国際的・

支援の下に実行可能なものとして行く見地が必要になる。

6.3 循環型社会に関する俯瞰的研究の必要性

循環型社会形成に伴う科学技術、産業技術研究を推進し、その成果を国内のみならず世界とくに途上国に伝えるためには、単なる自然科学的な研究のみならず、当該地域の人文科学的、社会科学的研究を含んだ全面的研究が必要になる。

21 世紀における環境科学技術立国を目指すわが国において、人文・社会・自然科学の各部門を包含した循環型社会に関する俯瞰的研究の必要性は高い。

真の循環型社会を求めて

．はじめに

20 世紀の科学の発展は、人類の福祉を増進させたが、その反面、工業化の進展は、都市への過度の人口の集中、化石エネルギーの過度の使用、さまざまな産業廃棄物や生活廃棄物などの大量発生をもたらした。その結果、自然の物質循環のバランスは地域的にも、また地球規模でも失われつつあり、大きな環境問題が惹き起された。その解決は、21 世紀に託された解決すべき大きな課題となっている。

循環型社会はその一つの有力な解決策と考えられている。循環型社会とは、「物質・エネルギーに過度に依存する今日の生活様式、社会組織機構を改め、それらの利用を最小限にとどめて、世界的に平等でかつ高効率の循環型とし、持続可能な発展をする社会」である。

循環型社会を実現するためには、省エネルギー技術・環境にやさしい技術の開発、脱「物質・エネルギー志向」への移行、都市と農村との共生関係の構築（国土利用）など、循環型の土地利用、経済、社会、生活様式、価値意識などへの転換をいかに行っていくかが大きな検討課題となる。

日本学術会議第 17 期（第 132 回総会）における「『人間としての自覚』に基づく『教育』と『環境』両問題の総合的解決を目指して—新しい価値観に支えられた明るい未来の基盤形成—」についての声明は、脱「物質・エネルギー志向」への円滑な移行のため、環境に対して負荷の少ない新しいエネルギー源の開発、資源リサイクルの科学技術を抜本的に活性化すると同時に、その安全な利用のための社会倫理を確立する必要のあること、「新しい価値観」体系に支えられた希望に満ちた社会を実現するための、脱「物質・エネルギー志向」の新ライフスタイルへの転換を図り、その推進力となる新産業“新ライフスタイル産業”を創出しなければならないこと、などを指摘している。

循環型社会特別委員会はこの声明を受け継ぎ、持続可能な社会発展の長期的展望を示そうとするものである。

.(序論) 真の循環型社会の形成に向けて

1 . 都市の発達と現行の “ 循環型社会 ”

真の循環型社会の形成を検討する前に、いま一度地球と人類の歴史を簡単にふり返ってみよう。

21 世紀初頭のいま、人類は「近代文明」を高度に発達させて、地表に物質とエネルギーを集中させた都市を造りあげ、60 億に達した人口の大部分を収容するとともに、先進国を中心に “ 都市的生活 ” を謳歌している。しかし、人類の活動がこのような肥大化した結果、資源やエネルギーの枯渇が心配されるばかりでなく、“ 地球の容量 ” という壁にぶつかって、空間の狭隘化ばかりでなく、各種の環境問題が浮上し、環境容量の有限性が認識されるようになった。

人類の営みが肥大化する以前の地球の表面には、地圏と水圏と大気圏、さらに遅れて加わった生物圏が存在し、それら相互間を水、その他の物質・エネルギーが循環することによって “ 相互に作用しながら変化する ” という「46 億年の歴史」をたどってきた。

特に、太陽エネルギーを取り入れることによって活動する「生物」の存在は、地球を “ 生きた天体 ” と呼ぶにふさわしく、その影響は地圏、水圏、大気圏にも及んでおり、地球の “ 自然環境 ” は生物も含めてあたかも “ 共進化 ” してきたといえるだろう。そして、今から 500 万年ほど前に生物圏の中に人類が発生した。

日本を例にとれば、縄文時代まで人類は森林生態系の一員であった。農作物を栽培するようになって人類（日本人）は森を離れ、水田稲作を中心とした農耕社会を成立させて食料生産を特化させたが、人類の営みを支える資源もエネルギーも太陽エネルギーの直接の産物（森林その他の自然の生産物及び農耕地での生産物）のみであり、その発展には限界があった。

その限界を突破させたのは、産業革命を契機とした “ 近代化 ” と呼ばれる「工業化社会」の成立である。人類は、科学技術の発達のもとで、現太陽エネルギー起源以外の資源（地下資源）とエネルギー（化石燃料）を利用することによって都市と輸送システムを発達させ、食料を増産し、情報伝達システムを開発することにより経済活動においては「市場原理」を有効に働かせ、さらには医療の発達もあって人類の福祉を向上させた。しかしながらその結果は、資源・エネルギー・人口の都市への集中と人口のいっそうの増加を招くこととなった。

このことは、地球史的に見れば、生物圏の中に都市を中心とした「人類圏」が形成され

たことを意味するとともに、太陽エネルギーの供給下で、自然の環境の要素の中でのみ生
起し推移していた地球表面の物質循環の世界に、地下資源の利用を通じて異質の物質・エ
ネルギーとそれらの循環（移動）を持ち込むことになった。その影響は、廃棄物・有害物
質の発生とそれによる汚染として、人類にとっての“自然環境の構成要素”である地圏、
水圏、大気圏、さらには人類圏以外の生物圏を大きく変質させ、それらの相互作用を混乱
させた。それが環境問題の本質である。温室効果ガスの蓄積による温暖化問題および生物
多様性の喪失は、もっとも深刻な近代化の“つけ”と言えるだろう。

そこで人類は、“生きた”地球の象徴である“生物圏”を巡る物質循環を、他の環境の諸
要素と調和的ならしめること、すなわち、廃棄物や有害物質を発生させないことの重要性
に気づき、人類の活動を自然状態下の生物の活動に近い循環型のものに修正して人類の持
続可能な発展を目指した。それが現行の循環型社会の考え方である。

したがって、人類の都市における活動、あるいは“都市的な”活動を循環型に変えて廃
棄物や有害物質を減らすことを中心として、循環型社会関連諸法に示す具体策が講じられ
始めた。

2．真の循環型社会への道 ―人類と地球環境系との共進化―

ふり返ってみれば、化石燃料の採掘（地表への持ち出し）は、46 億年にわたる地球環境
史の中で、大気中の二酸化炭素を、時には火山活動を含む地球化学的（無機的）反応によ
り、時にはサンゴ虫のような海洋生物の営みにより、また時には地上の森林の光合成作用
により地下に閉じ込め、その濃度を減少させていった“地球環境系の共進化”に逆行する
行為になってはいないだろうか。

もしそうだとすると、これらの行為は、単に資源の枯渇や温暖化の問題では済まされな
くなるだろう。そして、本来の地球環境系の共進化の結果を踏まえると、“持続可能な”循
環型循環とは、社会そのものが循環型であるばかりでなく、それを支える自然環境とそれ
らをめぐる各種の循環が健全であり、しかも、全体として現太陽エネルギーのみによって
駆動する社会と言える。

このような視点に立つ時、真の循環型社会を構築するためには、単に都市的システムの
循環化だけでなく、それを取り巻く各種の領域（水圏、大気圏、水、土壌）においても対
策が必要であろう。特に、地球環境系を構成する諸要素の中で最も繊細な“人類圏以外の
生物圏”、すなわち、森林などの“自然の領域”での健全化対策が重要である。

また、物質の変換（工業）と移動を生態系型のものに修正するだけでなく、化石エネル

ギー消費の増大の結果としての温室効果ガスの蓄積を解消する必要があり、どちらかと言うと後者の方が難問と思われる。言い換えれば、見かけ上「循環」が完成しても、エネルギーの消費が多ければ問題の本質的な解決にはならないのである。

結局、人類は地圏、水圏、大気圏、生物圏、そして人類圏をあたかも“共進化”させて、それらが調和的に存在する新しい地表環境を実現させる必要がある。それには、近代化路線すなわち成長路線（開放型のシステム）を見直すと共に、共進化に向けてのリサイクル産業やレンタル産業等の新技術の開発や新しい産業の育成が必要である。また、消費生活を中心としたライフスタイルの転換も必要である。さらに、土地利用の合理化など空間の狭隘化の問題を克服することや、水や土壌などに関わる自然の循環を健全な循環に戻すこと等が不可欠であろう。それらなくして人類の生存基盤の再構築、すなわち、真の循環型社会の構築はありえないと思われる。

一方で、生活の質や精神面も含めて、物質的豊かさを指向してきた価値観をこころの豊かさを尊重する価値観に転換することが重要である。すなわち、教育面や倫理面、法制度の面から循環型社会の構築を支援する必要がある。

.(本論) 真の循環型社会の形成に必要な方策

1 . 真の循環型社会構築の前提

人類の文明、とくに 20 世紀に開花した近代文明をふり返し、持続可能な真の循環型社会（脱 “ 物質・エネルギー ” 社会）を構築するためには、その前提となる 21 世紀人類社会の基本理念を確認し、社会の変化の方向性を見極める必要がある。

本特別委員会では、基本理念（原理）として、民主主義、平等主義、平和主義、法治主義等のほか、自由主義および国際主義を前提とすることとした。

また、社会の変化の方向としては、

世界的には人口の増加がしばらく続く一方で、わが国においては人口の減少（少子社会）が進行すること、

今後も IT 化を駆使した情報化社会が前進すること（例えば、ユビキタス社会の現実化や、IT 化によりハードとソフトがバランスして推進されるなど）

地球環境問題に関わる人類社会の対処方法としては、温暖化に関する京都議定書にみられるように、国際的取り決めによって問題の解決が図られること、

現在の取り決め類が遵守されても持続可能な社会は実現せず、さらに一段の対策を必要とすること、

等を肯定することとした。

このような前提のもとで以下に述べる社会改革を軌道に乗せる必要がある。（なお、本報告が想定する “ 将来 ” はおおむね 25 年後程度であり、“ 富の循環 ” は対象としない。）

2 . 都市的システムの改善

2.1 循環型社会システムの深化

まず、物質とエネルギーを集中的に投入して築いた、“ 近代文明の楼閣 ” であり、大量生産・大量消費・大量廃棄に象徴される「都市的社会システム」を循環型に改変し、環境に負荷を与えないようにする必要がある。そのためには、すでに施行されている循環型社会推進基本法及びその関連諸法に基づく諸制度（もともとは、廃棄物処理場の不足と資源の枯渇に対処するために考え出された制度である）を円滑に施行することから始めねばならない。

同基本法においては、循環型社会を「製品等が廃棄物等となることが抑制され、並びに

製品等が循環資源となった場合においてはこれについては適正に循環的な利用が行われることが促進され、及び循環的な利用が行われない循環資源については適正な処分が確保され、もって天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会」と定義し、そのために遵守すべき事項が盛り込まれている。循環型社会を目指すにあたり、当面の指針として確実に遂行すべき法ではあろう。

しかしながら、同法に記述された事項以外にも取り組むべき課題は多い。すなわち、環境問題の中心課題は、地球規模では温暖化の防止、国内的には有害物質の拡散防止であることを考えれば、廃棄物の「発生抑制 Reduce」、「再使用 Reuse」、「再資源化 Recycle」や「熱回収」を促進するにあたって、徹底した省エネルギーに努めることが重要である。

製造関係では、上記 3R に加えて、単に製品の耐久性を増すだけではなく、むしろ設計段階で各部品の強度のバランスに配慮し、息長く使えるようにする製品の「長寿命化 Rejuvenescence」、部品交換などにより旧型の設備・機器等を改良して使う、新型への「回生 Retrofit」、さらには、カスケード型利用、産業間フュージョン、ソリューション指向材料等に関わる技術開発が必要である。

そして、無駄な人工物、すなわち廃棄物（特に有害物質）を造らない。すでに造られたものは無くす（分解・無害化）。極小化された廃棄物を適正に処理する。製造や消費を循環化する。その循環を小さくする、遅らせる、等々。つまり、“必要最小限”の製造や移動を目指すことになる。そのためには、例えば、高度な情報システムを利用した生産者と消費者、あるいは都市と近郊との合理的な物質循環や、一層合理的な地下資源の地上資源化（必要最小限の地上資源化）を考えるべきである。そして、特に重要なことは生産過程でのマテリアルリース社会、消費過程でのレンタル・リース社会を創ることであろう。

（注：各論、中村 崇：資源生産性を基にした近未来の循環型社会構築について、参照）

2.2 エネルギー問題の重要性

循環型社会においてはエネルギー供給の問題をどのように処理するかが極めて重要である。現在、日本では化石エネルギーと原子力発電の比重が大きいが、原子力発電を除き、（化石エネルギーを含めて）全てのエネルギーは太陽起源であり、本質的にエネルギーは再生されない。そして、化石エネルギーの供給比率を引き下げることが命題になっている。

一方、再生可能エネルギーと呼ばれる「バイオマスエネルギー」はバイオマスを利用した太陽光の効率よい利用法であり、他の自然エネルギーと同様に今後積極的な導入を図る必要がある。日本におけるバイオマスエネルギー利用の現状はヨーロッパ諸国に比べて極めて低位である。バイオマスエネルギーとしては当面家畜排泄物、食品廃棄物、木材系廃

材、下水汚泥等の有機性廃棄物を利用することが中心となっているが、さらに多様なバイオマス資源の開発を進める必要がある。自然エネルギーとしては従来からの水力発電、地熱発電のほか、太陽光発電や風力発電等の比率を画期的に増加させる必要がある。

しかしながら、これらは従来の化石燃料系のエネルギーに対し経済的に優位性を保つことが容易でない問題があり、京都議定書を遵守するためには、経済性の克服を技術のみならずエネルギー利用システムの変革問題として取り組まなければならない。そのためには、水素エネルギー利用のインフラ整備、小型分散コジェネレータによる熱、電気の総合的な供給システムの導入が必要である。特に、都市部ではヒートアイランド現象の抑制のためにも徹底したエネルギーの有効利用を行う必要がある。

原子力エネルギーに対しては、時間軸を考慮した対応が望まれる。京都議定書の遵守を考慮すると、短期的には原子力発電の力を借りなくては、対応できない。しかしながら、原子力発電はその後の核廃棄物の取り扱いに問題があり、また設備の廃棄をも勘案すると、経済的に必ずしも有利とならない可能性もある。したがって、関連するすべての廃棄物の処理（例えば、比較的安全な地下 300m以深の地層内に埋め込むことが可能か等）を含む経済面と安全面からの十分な検討と、これからの総エネルギー需要に対する十分な予測とを行い、さらに将来の（核融合を含む）エネルギー供給のシナリオを十分な議論の上で設定し、その将来の利用について国民的合意を図っていく必要がある。なお、原子力利用に関しては、将来も関連分野を含めた研究者・技術者の養成を怠ってはならない。

エネルギー消費の面では、生産用、生活用のほか、輸送用エネルギーの削減が重要である。特に輸送に関わる部分では、情報システムの利用による移動距離・移動回数の合理的な削減が考えられる。これには、ひとまとまりの地域社会を形成する適正規模（人口）の問題や、それらを結ぶ交通体系を含めたこれからの「都市づくり」が関係する。

根本的には現太陽エネルギー依存性の高い「省エネルギー・グリーン社会」の構築が理想であろう。

2.3 各部分システムの改善

以上のような原則の下で生産・インフラ整備・消費等の各部分システムの改善が必要とされる。

1) 工業

工業、特に製造業においては、すでに述べたように、省エネルギーで廃棄物を出さない循環型の生産様式を確立する必要がある。そのためには、当然であるが、有害物質を使用

しない、また作らないことが基本となる。どうしても使用が必要な場合は、使用後の拡散防止を図るようなシステムの導入が必要となる。さらに、すべての製品ができる限り長く使われ、また使い終わった後も再生しやすいように設計されるべきである。

製造から廃棄までを考慮した間でマテリアルフローに沿ったライフサイクルアセスメント（LCA）を徹底させて省エネルギーに努め、最終的には資源生産性を高める必要がある。

個別の分野については次のような改善の方向が考えられる。

金属工業では、これまで以上にスクラップ利用率を上昇させ、省エネルギーとリサイクルの両立を図り、さらに、産業間連携を強めて他産業が出す副生物質の資源化に貢献することが望ましい。

また、化学工業では、グリーン・ケミストリーをいっそう強化し、製造過程での徹底した有害物の除去を行い、目的物を選択的に高効率で製造し、環境適応型工業へ変換する。

組み立て工業では、エコデザインを徹底させ、使用から廃棄までを考慮したライフサイクルデザインへと移行し、金属工業・化学工業などの素材産業と十分な連携を保ち、よりいっそう長寿命かつ再生／回生容易な部品、製品の製造を行うことが重要である。

情報産業では、産業間の物流を循環の立場から制御可能となる技術開発を進めるべきである。

これらの産業を循環型の立場からより効率的に結びつけるものとして、新たにマテリアルリースの概念を導入し、物質もその機能を利用して循環させることを考えるべきである。これが脱物質社会実現の方策の一つである。

2) 土木・建築

土木・建築産業では、これからの少子社会を前提とした規模で、省エネルギーかつ軽微な維持管理方式等に配慮したものとする必要がある。

従来より土木建造物は長寿命を目標としてきたが、建築物も同様である。ただし、生活様式の変化に対応できるような内装部分の多様化と変更可能性を同時に実現できることが望ましい。また、個別の建造物・建築物はもちろん、区域、地域単位でも環境保全や省エネルギーを推進すべきである。他にも、それでも発生する建設系廃棄物の循環化、都市環境改善のために屋上や壁面の熱対策を進めること、等が考えられる。

交通輸送施設のうち道路関係では、人口の減少を考慮すると、規模や維持管理方式の縮小、軽減化が避けられない。各種公共交通機関では、それらと個人使用輸送機関の balan

スを重視し、全体として輸送エネルギーの縮小を図る必要がある。交通機関の水素燃料化も重要である。

利水施設では需要に見合った適正規模の予測が重要であるほか、自然域に建設されることが多いので、環境面での配慮が重要である。上水道では、給水水質のレベルをどう考えるかによって資源やエネルギーの使用量が変わってくるので、さらに慎重な検討が必要である。また、下水道や污水处理場などの衛生関係でも、有効なシステムをどのように導入するかなど、地域の特性に応じた適正な処理方式を選択することが重要である。ともに、健全な水循環に資する視点を見落としてはならない。

3) 農業・食品産業

農業・食品加工業においても、省エネルギー・環境保全型の循環型生産・消費様式を再構築する必要がある。大量廃棄や環境汚染はこの分野でこそ問題であることを直視すべきである。一方で、環境への負荷の軽減を図りつつも、バイオマス資材の積極的供給が必要である。

20 世紀の農業は、農地の開発、灌漑施設の拡充、機械化、化学肥料や農薬の使用、品種改良等によって発展し、地域的なアンバランスはあるものの、急激な人口の増加に対応して農作物生産を増加させてきた。しかしながら、化学物質による土壌圏・水圏等への負荷の増大や土壌の侵食・肥沃度低下によって、環境への負荷は、地域によっては極限まで増大しつつある。したがって、環境負荷の低減を目指した環境保全型農業の推進による持続可能な生産システムの構築が不可欠である。

また、経済変動による生産過程での農作物の大量廃棄や、先進国を中心とした飽食による消費過程での大量廃棄が、有機性廃棄物問題として土壌圏や水圏への新たな負荷源を形成した。これら大量の有機性廃棄物の解消は農産物国際貿易のあり方やおもに先進国での食生活の変化と連動している。世界の農業の適正配置問題や食品加工業のあり方、ライフスタイル・健康問題等と絡めた解決策が必要である。それには、かつて各地に成立していた食に関する物質循環プロセスをもう一度見直すことにより、新たなバイオマス循環プロセスを構築すると共に、食の倫理に基づき、食料消費スタイルの改善と食品廃棄物の減少を図る必要がある。

他方、生物産業の振興により有用物質の創生やバイオマスのカスケード的利用を促進し、エネルギー供給の改善に資することも必要である。

畜産業廃棄物による土壌圏・水圏への負荷の増大も環境改善にとって重要な問題である。これからは微生物利用による自然循環方式やメタンガスのエネルギー利用を促進するなど

の他に、自給飼料穀物生産の技術改善を図る必要がある。また、動物性食品の摂取量と健康との関係や植物性食品と比較した時のエネルギー消費の問題も含めた畜産業・畜産食品のあり方を慎重に検討することも必要であろう。

林業・林産業では、森林の持つ多面的機能に配慮し、かつ持続可能な木材生産を前提として、加工エネルギーの少ない点や化石エネルギー代替効果が期待できる点を考慮した木材のカスケード的利用をさらに推進すべきである。そのためには、リグニン成分の利用や木質系廃材のエネルギー利用に関わる技術開発が不可欠である。

水産業の発展による水圏、特に海洋での負荷の増大も解決しなければならない重要な問題である。たとえば、養殖業は農業や畜産業と同様の環境負荷を生み出している。乱獲は海の生物多様性の喪失を伴う。海洋生物資源の持続可能性ばかりでなく、これら諸々の問題の解決が図られねばならない。

4)消費生活

現代社会の廃棄物とエネルギー消費の大きな部分が消費生活段階で発生していることを考えると、都市的消費生活システムを省エネルギー・環境保全型の循環型消費生活システムに改変する必要がある。

消費段階で発生する大量の廃棄物を減少させる試みは地方自治体や消費者団体を中心にさまざまに試みられている。それらをさらに推進することは言うまでもないが、根本的には個々の消費者のライフスタイル（生活様式）の転換が不可欠である。そのためには、あらゆる教育の現場を総動員して循環型社会の意義と必要性を教育し、21世紀を生きる人類にふさわしい価値観を醸成する必要がある。その上で賢い消費者であるグリーンコンシューマを育て、生産者と協力して両者がお互いの立場を意識した「循環型生産・消費システム」を形成していくことになる。

具体的に言えば、工業製品については消費段階においても可能な限りレンタル・リース制度取り入れていく必要があり、農産物・食品については次項に述べる消費者を含めたバイオマス循環を構築する必要がある。

なお、消費生活における個別の具体的な改善目標は以下のようになる。

食生活においては、飽食あるいは過剰供給システムは一般に食品ロス率を高め有機系廃棄物を増加させ、循環型社会と相容れないこと、エネルギーの消費や健康・医療の問題とも関係すること等を意識して、わが国の平均寿命の延伸に大きく寄与してきた近代型食生活の維持と、さらなる食文化の向上を妨げない新たな食生活の創造に取り組む必要がある。

住生活・衣生活では、居住空間は健康で快適であるとともに、廃棄物や化石エネルギー

消費の少ない維持方式を取り入れるべきである。職住接近も課題である。

高齢化社会と循環型社会との関係では、第一に生活習慣病の予防・治療の充実を図るとともに、高齢者の知的財産を活かすため、高齢者が良好な精神・身体機能を保持しつつ、社会において生産活動ができるようにすべきである。

さらには、人々が心身ともに健康で豊かな生活をおくっていくことに必要な芸術、スポーツ、レクリエーション、娯楽の面でも、不必要な物質・エネルギー消費や環境の汚染は差し控えるべきである。

5) バイオマス循環

ここで、真の循環型社会においては、適正な「バイオマス循環」の構築が不可欠であることを強く指摘したい。

すでに述べたように、現代社会が排出する廃棄物の中で、経済変動による生産過程での農作物の大量廃棄や消費過程での食品の大量廃棄、さらに下水汚泥や建築廃材等の有機性廃棄物の大量発生は、焼却処分によるダイオキシン等有害物質発生問題や廃棄物処分場の不足問題もあり、土壌圏や水圏への負荷としてすでに看過できない大問題となっており、農業生産、食品加工、食生活ばかりか、健康問題、ライフスタイルにも関わっている。

他方、太陽エネルギーの直接生産物である植物を出発点とする、有害物質を発生させない、加工に要するエネルギーが少ない、再生可能である等の特徴をもつバイオマスの“材料としての利用”や放出した二酸化炭素が回収可能な“エネルギー源としての利用”が循環型社会を深化させる上で重要なことも論を待たない。したがって、生産者と消費者を結んだこれらバイオマスの循環化は真の循環型社会を形成するための必須の要件である。

さらに、こうしたバイオマス循環は、消費者の大半が暮らす都市と農作物の生産のある農村を結んだ循環となり、都市と農村の交流・共生の一助となり、工夫次第では都市問題解決の糸口になるかもしれない。特に、食品の消費は“レンタル使用”というわけにはいかず、バイオマス循環の構築は不可欠である。

こうして、「環境保全型農業」や「持続可能な林業・林産業」と消費者を結びつけて「バイオマス循環」を完成し、“農村 - 都市バイオマス循環型社会”を構築する必要がある。政府は昨年 12 月に「バイオマス・ニッポン総合戦略」と称する循環型社会プロジェクトを提唱しているが、手はじめに小規模分散型木質バイオマス熱電併給システム、畜産廃棄物・食品産業廃棄物メタン発酵発電処理・たい肥化システムなど農山村内で生産者と消費者を結びつけた省エネルギーバイオマス循環を完成させてみる必要がある。

バイオマスのエネルギー変換技術は極めて多様である。熱化学的変換技術では発電、コ

ジェネレーションにより電気や熱に、ガス化や熱分解・液化で燃料に、エステル化でバイオディーゼルに、また生物化学的変換技術ではエタノール、メタンに、その他ではペレット燃料、木炭利用などがある。天然素材中には無数とも言える天然有機有用物質が存在する。それらの抽出あるいは変換による有用物の製造、例えば環境汚染の少ない循環的利用の可能な生分解性プラスチックなどの製造なども重要である。それぞれの技術開発により新産業分野が育まれる。

さらに積極的に燃料生産のための菜種をはじめ、新規開発される有用資源作物の栽培により再生可能エネルギーのシェアを高める必要がある。このことは同時に耕地面積、利用率の向上となり、有機性廃棄物の循環的処理の場を広げ、環境浄化・保全に寄与することになる。

6)貿易

国際的あるいは広域的な観点から循環型社会を考える時、貿易や輸送の問題を無視するわけには行かない。貿易は一般に長距離に及ぶ人工の物質移動であるが、一方向の移動が主体であり、循環の観点で捉えられることはなかった。その矛盾が顕在化している。

例えば、農産物（有機物）の貿易は炭素や窒素、リン、カリウムの物質移動である。特にリンは資源の枯渇の面でも問題が多い。一方で、生産国では土壌の貧栄養化が進んで持続可能な生産が立ち行かなくなってきた。つまり、バイオマス循環は貿易に代表される国際間あるいは広域的な物質移動においても完成させねばならない。また、農産物の生産は、産地において植物の成長に要する水を消費した結果であるので、生産物を他所へ移動させる農産物貿易は水循環を歪めているという指摘もある。

鉱物資源を中心とした原材料の貿易が生産国の環境保全に悪影響を及ぼしている話はよく知られているが、この方面で貿易の非循環性が問題をひき起こしていることはないだろうか。先進国から途上国への Reuse、Recycle 目的の中古品貿易は奨励されるべきであろうが、不適切な処理を目的とした廃棄物貿易はあってはならない。

貿易にともなう輸送エネルギーの大部分は化石燃料に負っている。したがって、輸送エネルギー消費の問題も、循環型社会と貿易との関係では避けて通れない課題の一つである。例えば、わが国の木材消費の8割は多量の輸送エネルギーを費やして運搬してきた外国産材で占められている。しかしながら、市場経済原理は今のところこの種の貿易品の輸送に燃料代以上の制約を加えていない。

経済のグローバル化が進む中で、環境の保全と循環型社会構築の観点に立つ貿易のあり方には検討の余地がある。具体的には、WTO 等の場で環境保全型貿易制度の確立を主張し

ていくべきである。

7) 巨大都市問題

これまで「都市的社会システム」を循環型のものに改変する方策として、諸々の生産システム及び消費システムの改善を議論してきたが、肝心の巨大都市の改造の方向性については、一部インフラ部分を除いて、十分な議論はされなかった。巨大都市問題は問題の種類とスケールがあまりにも“巨大”で、交通、上下水道、建築、都市計画等を扱ってきた従来の都市問題の研究者のみでは対応できず、近年は広範な領域の研究者を含めた研究会も生れてはいるが、東京をはじめとする巨大都市自身でも国政レベルでも解決への議論は低調のようである。

ところで、巨大都市は先進国型のものとアジア・中南米型のものに大別できる。ヨーロッパを中心とした先進国型巨大都市では、各種環境保全対策を進めるなどすでにそれなりの対応が見られるが、途上国では都市のスラム化が進み、現在、解決の方向性も見えていない。日本の巨大都市の状況はその中間にあり、日本での対応は世界が注目するところである。本特別委員会でも、当初から、真の循環型社会形成における巨大都市問題解決の重要性を強く認識し、部分的な議論は何度も繰り返されたが、明確な見通しを得るまでには至らなかった。

巨大都市問題の解決に向けて本特別委員会で議論された話題としては、巨大都市のコンパクト・シティ化、都市のクリーン化と緑化、“都市 - 農村”循環システムの構築、等が挙げられるが、いずれも問題点の指摘にとどまった。しかし、わが国経済の現状を考慮すると、短期的には現在は都市問題の解決と経済再生を結合させた行動を起こすチャンスであるとの認識で一致した。しかしながら、長期的視点に立つと、巨大都市の規模や構造、物質・エネルギー・水の供給システム、住民の日常生活やビジネス・行楽等のための外部との往来を含めた交通システム、情報・通信の発達をどう生かすか等、巨大都市の将来を根本的、総合的に研究する組織づくりそのものが必要不可欠との認識で一致した。

3．都市社会を取り巻く環境の健全化

真の循環型社会を構築するためには、都市を取り巻く空間や他の環境の要素が健全であることも不可欠である。そして、歪んだ“自然の循環”を正常に戻す必要がある。その意味で、真の循環型社会を構築するためには自然環境の諸要素の保全に“意識的に”取り組む必要がある。

空間的には、もう一つの重要な人類圏である農耕地（都市と同様に大量の物質・エネルギーを投入して人類を支える食料を生産しているという意味で内実は都市型であるが、通常はそのように認識されていない。また、生物生産空間と生活空間が共存する）と、人類圏以外の陸上の生物圏である森林・自然域が健全である必要がある。

言いかえれば、土地利用の面から持続可能な循環型社会の構築を検討する時、都市と農耕地と森林・自然域の特徴を理解し（日本学術会議 2001.11.1 答申「森林の多面的機能」論参照）それらが調和的に存在する土地利用政策が不可欠である。その場合、理想的には水循環の単位である流域（圏）を単位とすることが望ましいが、通常は人類の実生活を支配する地域単位（県など）で実施することになろう。そして、実施の責任は近代化の利益を享受してきた都市社会にある。もちろん、国際的には都市社会を享受してきた先進国にその責任がある。

具体的には農耕地（「農業の多面的機能」論参照）及び森林・自然域（「森林の多面的機能」論参照）の特徴に配慮し、都市との関係や流域的視点をも考慮した循環型社会にふさわしい各種土地利用の配置計画を策定すべきである。

農耕地においては、環境保全型農業／畜産業に徹し、自ら環境に負荷を与えないようにする必要がある。また、持続可能な農業生産が、安全で持続可能な物質循環が維持される土壌管理・生態環境管理に負っていることは論を待たない。特に、土壌保全は循環型社会における農耕地管理の重要な柱である。さらには、農村の生活・文化の質的発展や都市民との交流も考慮して、農業の多面的機能の発揮をも重視する農業生産活動を行うべきである。

森林・自然域においては、本質的にこの地域は、未開発のままでこそ人類にとって不可欠な環境保全機能が最大限に発揮される土地利用形態であり、現太陽エネルギーのみによって駆動する地域であるところにその存在意義があることを理解して、生物多様性が保全されることをはじめとして、森林・自然域の持つ多面的機能（木材の生産を含む）を総合的に発揮させる管理を推進する必要がある。

こうして、土地利用の面では、都市域ばかりでなく、農耕地や森林・自然域を含めた循環型社会の構築を目指さなければならない。もちろん、それには都市とその周辺との間の合理的な物質循環（特に、バイオマス循環）が組み込まれていなければならない。

さらに、真の循環型社会では、健全な水循環の再構築を図る必要がある。水はそれ自身が地球表面の自然環境の構成要素間を循環する物質であると同時に各種の物質循環やエネルギー輸送に深く関係する。したがって人類圏の占有物ではない。しかるに人類は農業用水に始まり、工業用水として、あるいは都市用水としてその量や質を利用することにより

近代化を進め、都市社会を発展させてきた。しかし、その過程で水循環の一部を人工の循環に変え、量と質と循環のルートを狂わせた。その結果、明らかに地域と地球の環境に悪影響を及ぼしている。したがって、循環型社会の構築は健全な水循環の再構築と一体であらねばならない。

実社会と水循環のつながりは流域を単位としたものであるから、流域を基本とした“循環型社会土地利用計画”では都市域（都市用水及び工業用水の給・排水システム）、農耕地（農業用水の用・排水システム）、森林・自然域での健全な水循環系の再構築を含むものでなければならない。具体的には、あらゆる場面での負荷の低減、省資源型インフラ整備、システム維持エネルギーの削減、水資源の質的使い分け（水質のカスケード的利用）、さらには、複合閉鎖型の水利用システムの導入等が挙げられる。

なお、森林・自然域に準ずる地域として、河川、湖沼、海洋・海岸の健全な機能を維持すること（環境保全型水産業が不可欠）、大気に関わる循環を健全なものとすること等も真の循環型社会構築の観点から再検討する必要がある。

4．経済システムの改善

現代社会は、全人類をあげて、大量生産、大量消費、大量廃棄型の社会から循環型社会へ大きく転換しなければならない。「経済大国」である日本は、同時に「環境大国」としての責務も有しており、その先達としての役割を演じていかなければならない。また、幾世紀にもわたって子々孫々が生存できる持続可能な社会を築いていくことは人類として当然の責務でもある。そのためにも、限られた資源・エネルギーを費消することによって達成してきた大量生産、大量消費、そして大量廃棄という、いわば一方通行型の経済社会システムを根本から見直し、社会のあらゆる構成員が適正な役割分担をすることによって、総力をあげて循環型社会の構築に取り組むことが不可欠である。このためには、who pay, who receive の視点も、真の循環型社会の構築には必要となろう。

そのためにも、国、地方自治体、企業、個人の各経済主体はそれぞれの立場で循環型社会への貢献に努める責務がある。これまで、われわれは祖先から引き継いできた環境からその恩恵を十分に享受してきた。これからは、その恩恵を受け取ること（受益：ベネフィット）ばかりでなく、将来の世代に確実に継承していく費用（コスト）をそれぞれの立場から負担しなければならない。

企業は環境技術の更なる向上に努めることが求められる。その費用（コスト）は、企業自らの負担で実現するのが好ましいが、社会的環境コストは、個人、企業、自治体、国な

どが適正に補完・分担することが必要となる。これらの費用負担は、受益者負担、原因者負担を原則とすべきであるが、「環境財」は最上位の公共財であるという視点からは、税制、財政支援で補完していく制度の構築も必要となろう。これらの財源の一つとして、環境税の創設も検討に値する。

なお、その際には、環境を向上したことに対して、オランダのソーラー住宅に対する地方自治体からの直接助成、北欧における環境改善に努めた企業への「環境負担金」などの還付制度など、経済主体にインセンティブを与えるシステムを積極的に構築していくことが必要である。

さらに、環境の向上のためには、NPO や NGO の役割を重視していくシステムも検討すべきであろう。

以上見てきたように、真の循環型社会を構築するためには多くの現システムの改善が必要である。そして、人間が経済的動物であり活力ある社会は経済的発展と表裏一体であるとするならば、それらを現実の経済制度の中で実現していかなければならない。そこで、循環型社会の構築を推進する経済制度とはどのようなものかを検討する必要がある。

市場経済システムは多くの欠点を持つものの、現代の人類社会では他のどのような経済制度よりも相対的に多くの人々に経済力の拡大が可能なシステムであり、しかも税制、財政等で適正に補完されれば、比較的平等に富が分配されると言われる。私たちが目指す循環型社会でも「市場原理」が基本となるが、現在の効率性を重視する制度にあって循環型社会の実現のためには、環境の保全、省エネルギー、風土・文化の多様性に配慮した経済制度を構築する必要がある。これらの面から市場原理に基づく経済活動を一定程度制限し節度あるものとするのはやむを得ない。

まず、すでに述べた環境保全型及び省エネルギー型の生産システムや製品、消費スタイルを実現する経費や環境保全型貿易制度が経済的インセンティブによって導入される仕組み、すなわち、これら環境への配慮が市場経済の中に内部化された市場経済が機能するようにしなければならない。そこで、人間の（経済活動に関わる）向上心にどうインセンティブを与えるかを考えることになる。最も有効と思われるのは、環境の保全や省エネルギーなどの面で循環型社会の構築に寄与する新産業（例えば、バイオマス産業やレンタル・リース産業）を制度、税制、補助金などで奨励することであろう。その方策として、例えば、3Rや長寿命化を推進する企業を税制面や助成制度で優遇すること、逆に、炭素税や廃棄物処理税を導入・増税して省エネルギーや循環型システムに誘導すること、さらには消費者を巻き込んだグリーン・マーケティングを推進することなどが考えられる。排出権取引市場の創設も有効である。そして、これらの方策をスムーズに進行させるためにも、

総合的な環境教育をベースとして、消費者倫理や企業倫理の向上を図る必要がある。

一方、風土・文化の多様性に配慮するとは、言い換えれば地域の特異性を尊重することである。とりわけ、“経済のグローバル化”が地域の特性に根ざした地域社会の多様性を破壊することを避けなければならない。WTOの場で農林水産業の地域性を重視するよう主張されることはこの立場に基づくものである。このように、市場メカニズムを前提とする議論の場でも、地域発の多様な循環型社会の成立が真の循環型社会を構築する要件であることを認めさせねばならない。

なお、経済政策においても、人口の減少は社会の活力を低下させると一方的に決め付けるだけでなく、持続可能な循環型社会の建設の好機と捉え、高齢者のより積極的な社会参加とともに少子社会への移行を積極的に受け入れ、その上で活力ある社会を建設する方策を、経済システムを含めて論議すべきである。

5．法制度、教育および倫理面からの循環型社会の支援

持続可能な真の循環型社会の構築のため、20世紀型の生産・流通・消費等のシステムを省エネルギー循環型のシステムに変換する手段として、法制度のあり方も重要である。

これまで、環境・資源の制約に対する法的対処の方法としては、企業に対する排出規制、利用規制等の事業規制が主であった。真の循環型社会の構築に当たっても、こうした事業規制の重要性は、依然として失われない。しかし、事業規制は、規制対象が小規模・多数の場合など、規制の実行に多くのコストを要する分野では有効でない、あるいは、企業に規制をクリアする以上のインセンティブを与え難い等の限界もある。真の循環型社会の構築のためには、最近導入されつつある賦課金・補助金、排出枠取引制度等の経済的手法の活用、および、ISO14001規格の利用などの企業の自主的取組を情報公開等の面から支援する等の法的措置が、いっそう重視されねばならない。

真の循環型社会の構築のためには、企業の取組みだけではなく、市民の消費等に関するライフスタイルの変更が重要な課題である。たとえば、エネルギー消費の家計分野における増加が近時著しい。しかし、企業に対する場合と異なり、市民のライフスタイルに関しては、規制も経済的手法も大きな効果は期待できず、それゆえ法的手段は、相対的に無力である。したがって、市民のライフスタイルの変更は、社会のあらゆる可能な場における“息の長い教育”による価値観の転換をおいてほかにない。

市民に新しい価値観・倫理観を醸成する学習・教育は、地球と人類社会の現状を正確に理解させることから始めなければならない。そこから、環境・資源の有限性や循環型社

会の意味がわかり、価値観の転換が必要なことも理解されていくであろう。そして、循環型社会では、人類と人類の共生はもちろん、森林生態系に代表される自然環境（の構成要素）と人類との共生が必要であること、つまり、地球や地域の環境を保全することの大切さも自覚されることであろう。さらに、都市と農村・山村との共生が必要であることを学ぶことができる。ここでは、もう一つ、循環型社会では地域の風土・文化の多様性を尊重する必要があることを強調しておこう。

すなわち、真の循環型社会における市民の倫理観の醸成とは、有限な地球を意識する地球倫理、次世代の生き方を縛らない世代間倫理、人類と自然との共生を基本とする環境倫理、物質的欲望を抑える生活倫理、命を大切にする生命倫理、一人では生きられない社会倫理等を、市民がそれぞれの風土の中で学ぶことである。

そして、究極的には、“物は私有するものであること”から“物はレンタル使用するものであること”すなわち「物は天からの授かり物」と考える価値観の転換を生じさせることである。そこでは、“自然を征服すること”より“自然と調和すること”を重視する東洋／日本の精神を生かすことができる。結局、新しい価値観を一言でいえば、平凡ではあるが、「物の豊かさより心の豊かさ」を尊ぶことが基本理念となろう。

環境・資源の制約の観点からする法規制を遵守しない者に対して法的制裁を加える必要があることは、いうまでもない。他方、前述した教育にもかかわらず“倫理に無頓着な市民”に対する措置としては、市民の手による“社会規範を植えつける運動”により対処するほかないであろう。すなわち、市民生活が都市化することによって顕著になった、隣人の迷惑行為にも「見て見ぬふりをする」傾向を転換することも、市民の倫理観の醸成として必要不可欠である。

6．循環型社会と科学技術

6.1 循環型社会の科学技術、産業技術とその移転

環境と開発に関する 2002 年のヨハネスブルグ・サミットにおける主要課題は、貧困の撲滅、持続可能な生産や消費のあり方、エネルギー問題、水や天然資源の保全と管理、森林保護、生物多様性の保全、砂漠化防止などであり、これらの課題を解決する手段として途上国への資金援助、技術移転や、環境問題に取り組む国際組織などについて討議された。

日本学術会議も「日本の計画」の中において、「持続可能性への進化」を提唱した。それは文化の多様性を尊重する中でさまざまな格差や不平等を解消し、人類社会の基本的な普遍性に基づく平等性を確保する必要があるが、このような、欲望の抑制や方向転換、多様

性の尊重、平等性の確保に特徴づけられる意志決定システムの進化をよんでいる。

化石エネルギーの収奪と二酸化炭素の大気中への放出による地球温暖化は、主として先進国のエネルギー消費の結果であるが、その被害は島嶼地域を含む開発途上国が一方的に被っており、経済・貿易のグローバル化もまた、先進国・途上国間の貧富の差を一層拡大してしまっている。

このような事態の拡大を抑止し、人間社会の持続的発展を可能にする方向に制御することともまた、科学技術の発展に期待されている。

本委員会の検討において、人間と生物的自然、さらには物理的環境との「正しい共進化」の方向を目指して二酸化炭素濃度の発生量を削減し、現太陽エネルギーへの依存性の高い「省エネルギー・グリーン社会」に向け「レンタル・リース社会の構築」、「資源生産性の向上」、「グリーンケミストリーの構築」、「バイオマス利用の促進」、「ライフスタイルの変革」等に関する科学技術の発展方向を示し、それらを円滑に進めるための「法的・経済的諸制度の整備」、「教育による循環型社会倫理観の醸成」等の必要性が示された。

これらはいずれも新しい産業構造の構築とその発展がなければならないものであり、そのための総合的な科学技術の研究発展を必要とするものである。

さらに循環型社会の研究は環境・資源問題のみならず人口問題、食料問題をはじめ、世界の多様な人類の生存と関係する政策との関係も重視する必要がある、人文科学、社会科学、自然科学の研究と整合性を保って進められてこそ効果を発揮することができる。

6.2 循環型社会の世界的構築

本委員会では、検討対象を国内的問題においたが、同時に国際的視点も失わないように努めた。

アジアモンスーン地帯に位置し、急峻な地形を持つ島国、降雨に恵まれ、森林面積率が高く、多様な生物相を持つわが国は、化石エネルギーや鉱物資源的には必ずしも恵まれてはいないが、高度の教育力を背景とした、科学技術水準の向上に成功し、世界第二の経済大国の地位を占めてきた。しかし国際的には資源・エネルギーの収奪ではないかとの批判、国内的には大量の廃棄物処理に関する諸問題や有害物質による環境汚染問題に直面するようになった。食料や林業生産物の国内生産の軽視はバイオマス利用・循環産業の発達において国際的に遅れをとりつつある。一方でエネルギー部門の原子力偏重政策は自然エネルギーや再生可能エネルギー部門の開発を遅滞させてきた。

一次資源の多くを海外からの輸入に頼っているわが国の物質収支にかんがみれば、わが国への資源の安易な新規投入は、再利用可能な資源の利用の妨げとなる。加えて、わが国

の国土に対する物質の過剰な蓄積（例・窒素、リン、鉛など）や海外における資源採取等に伴う環境破壊といった環境負荷を生じさせる要因となる。（平成 11 年 3 月 10 日、中央環境審議会廃棄物部会、総合的体系的な廃棄物・リサイクル対策の基本的考え方に関するとりまとめ）

日本学術会議地理学研究連絡委員会報告（平成 12 年 3 月 27 日）「環境問題についての地理学からの提言」はとくに「風土の倫理」の重要性について次の内容の提言をしている。

「特定の場所に住む人間にとっての地球環境問題とは、地球上で、さまざまなスケールで行われる人間活動に起因する自然界の変化が、複雑に相互作用をした結果として、その特定の場所で発生する問題である。グローバルな環境とローカルな環境とは、エネルギー・水・物質の循環によって繋がっており、生物地球化学的プロセスを介して相互にフィードバックし合っている。地球環境問題の根本的解決は、その根底にある「人間と自然との関係性」の問題に立ち入ることなしにはあり得ない。」のである。

このように、持続可能な人間社会の発展を目指す循環型社会の構築は、世代間倫理、社会倫理、生活倫理を共有し、人間活動の場と密着した風土の倫理に基づいて考究されなければならないことが分かる。地域的な問題の解決が世界的な問題解決との調和のうちになされなければならない。

日本学術会議太平洋学術研究連絡委員会・地域学研究専門委員会報告（平成 12 年 6 月 26 日）も、「地球環境・生態系の破壊をいかにくい止めるか、世界的規模で公正をいかに実現するか、そして持続可能性・世代継承性に裏付けられた発展の道筋をいかに発見するか、など、人類的課題がつよく自覚されるなかで、水、食料、健康、人口、エネルギー、ライフスタイル、経済システム、価値観教育、情報秩序、参加とパートナーシップ、民主主義、その他ありとあらゆる問題への取り組みが、何をとってみても、知識の統合を要求するとともに、これを具体的な場所に根ざした地域学として実現することを必須のものとしている。」と述べている。

既に指摘したようにわが国は合計特殊出生率が 2000 年において 1.36 であり、人口平衡点の 2.1 を大きく下回る人口減少国となっている。循環型社会に関する検討もこれを背景にして行われてきた。

しかし、地球規模で考えると、人口増大傾向は継続し、2000 年の 61 億人が 2025 年には 79 億人、2050 年には 93 億人になると予測されている（国連 2000 年推計）。従って人口の増大に応じた食料の供給、環境との共生条件を探ることが緊急の課題となる。

先進国は少子化の進行とともに生活水準を下げずにエネルギー消費を押さえ、少数でも世界最高の技術水準を追求することが必要になる。とくに日本は少子化への対処において、

少子化先進国として世界に範を示し、途上国の人口増加抑制政策に寄与する必要がある。

日本学術会議少子社会の多面的検討特別委員会報告「少子社会の現状と将来を考える」（平成 12 年 5 月 29 日）も「欧米先進諸国も日本も少子化が進んでいる。しかし消費の立場からは、先進国の人口の伸び率は低いけれども、途上国の出生率の高い国よりも問題が大きいとされる。例えばイギリスの人口の伸びは 1 年当たり 11 万 6 千、年率 0.2%、それに対してバングラデッシュでは年率 2.4%、270 万人が毎年生まれている。数の上では 23 倍であるが、イギリスで生まれた人は石油換算で年間 24 バレルの燃料を消費する。バングラデッシュの人は僅かに 0.3 バレルであるから、イギリスは実に 80 倍のエネルギーを消費しており、地球温暖化に対しては途上国よりも先進工業国の方が脅威を与えている。バングラデッシュの人口を減らすよりも、先進国の消費レベルを減らす努力をしなければ、現状の改善は望めない。」（1 バレルは 159 リッター）と述べている。

すなわち、人口の観点からみても、世界の循環型社会形成問題を一括して考えるのは無理があり、地域的あるいは風土的視点からの検討が必要であることが示されている。

アマルティア・セン（ケンブリッジ大学トリニティカレッジ学長）は 2000 年 5 月に我が国で開催された世界科学アカデミー会議において「持続可能性の結果と方法」について特別報告を行ない、次のように述べている。

「過剰人口の可能性について最初に説いたのは、トーマス・ロバート・マルサスであると教えられることが多い---コンドルセはこのようなことは起こらないと指摘しつづけた。なぜなら、人類は推論することができ、その推論を通して人類は別の方法を見出すであろうし、出生率も低下していくだろうと考えたのです。

現在、長年の論議の中で、マルサス説は間違いで、コンドルセ説が正しいことは疑いもありません。マルサスの主張に反して、出生率は低下しています。彼がこの世を去る 4 年前の 1830 年になっても、彼は経済的苦境より他に出生率を低下させるものはないと繰り返していましたが、一方、コンドルセはその逆の立場を維持していました。つまり、人間が明確に思考する能力、教育、互いに話し合う能力、経済的、社会的開発が、問題を解決するとしたのです。コンドルセは女性教育の草分けで、これもその中で言われたのでした。」

結論的に循環型社会における諸問題、とくに人口・食料問題は風土倫理的に、地域学的に考察解明する必要がある、主権国の自主性に基づく人口計画、食料生産供給計画、社会・産業計画等を作成するのが第一義的に重要であり、そこで民主的に樹立された計画を国際的支持・支援の下に実行可能なものとして行く見地が必要になる。持続可能な社会発展の基礎となる循環型社会の研究もこのような共通地盤を獲得することにより、世界的なものとなりうる。

6.3 循環型社会に関する俯瞰的研究の必要性

以上のように、持続可能な人類社会の発展のためには、循環型社会の形成が必須条件であり、そのためには高度の科学技術、産業の発達が必要になる。

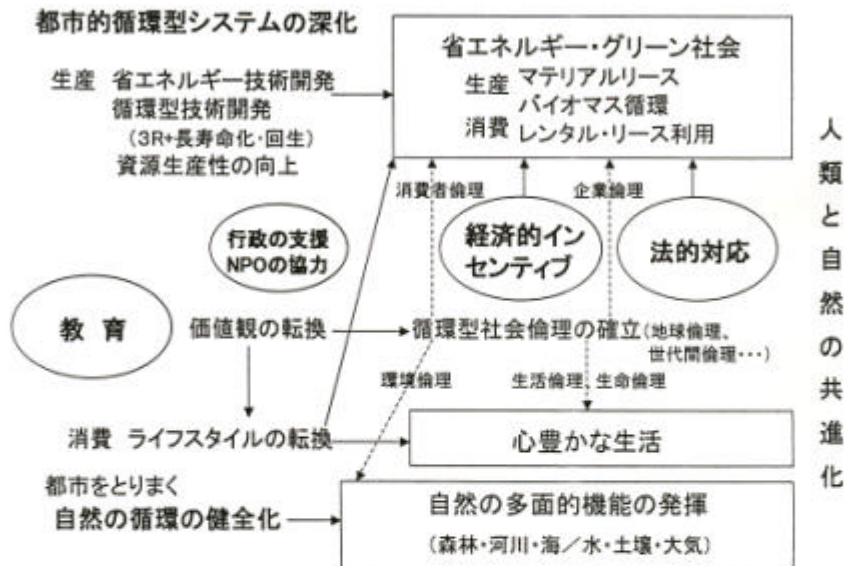
とくに、わが国が科学技術先進国としての責任を果たすためには、同様な風土的条件下にあるアジア地域、あるいは世界の各地域において、特に有効な産業技術を構築すること、またそのための基礎的科学技術情報を伝達することが必要である。

途上国が先進国からの教育、科学技術、あるいは産業技術の移転を受けることにより、自らの力で歩み、徐々に生活水準を高め、人口の抑制を可能にし、世界的な貧富の差を少なくして行く道を求める必要がある。その過程で埋蔵化石エネルギー資源や鉱物資源の収奪や占有ではなく、世界相互扶助による資源保全と合理的利用の心も養われることが期待されるのではなかろうか。

このように循環型社会形成に伴う科学技術、産業技術の研究の成果を国内のみならず世界とくに途上国に伝えるのには、単なる自然科学的な見地のみならず、当該地域の人文科学的、社会科学的研究を含めての全面的研究が必要になる。

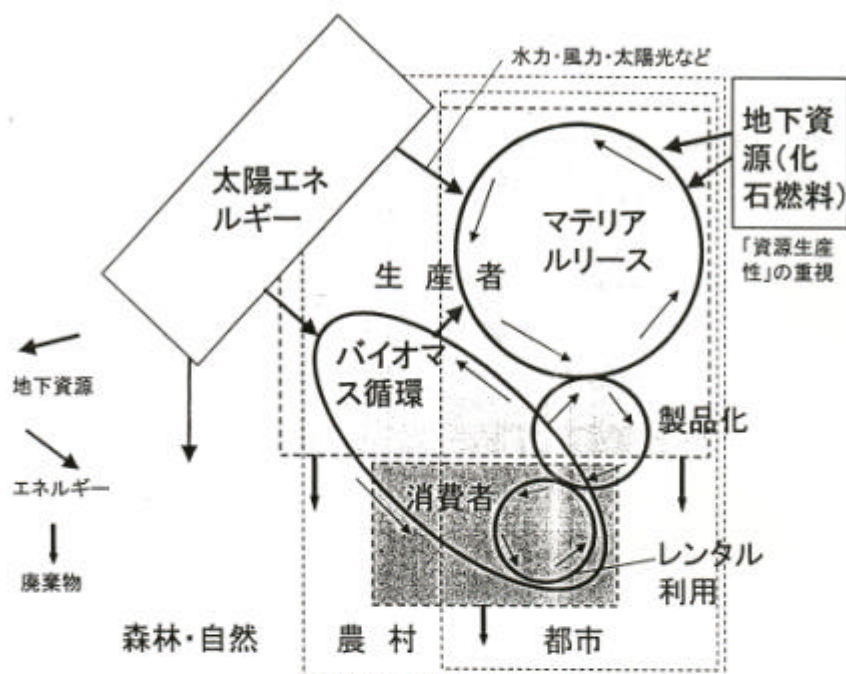
21 世紀における環境科学技術立国を目指すわが国において、人文・社会・自然科学の各部門を包含した循環型社会に関する俯瞰的研究の必要性は高い。

真の循環型社会を求めて



真の循環型社会を求めて:

真の循環型社会を構築するためには、省エネルギー・循環型の技術開発を進めることによって現代の都市社会をマテリアル・リース、バイオマス循環、レンタル・リース利用等を骨格とした「省エネルギー・グリーン社会」に換えていく必要がある。そのためには経済的インセンティブを与えることが重要であり、法的対応も必要になる。一方で、息の長い教育により価値観の転換を図り、ライフスタイルを変えていかねばならない。さらに、循環型社会倫理ともいべきものを確立し、「心豊かな生活」を尊ぶ社会を目指さなければならない。私たちの生活をとりまく自然の循環を健全なものにし、自然の多面的機能が十分に発揮される環境を取り戻すことも大切である。



省エネルギー・グリーン社会システム:

省エネルギー・グリーン社会システムとは、地下資源や化石燃料の投入をできる限り減らし、有害物質を発生させず、廃棄物と二酸化炭素の排出を最小にする社会システムである。廃棄物を出さない究極の姿を、生産過程でのマテリアルリース、消費過程でのレンタル・リース利用、食料品等生物資源を利用する場合のバイオマス循環で表現した。エネルギー源としてはバイオマスエネルギーや各種自然エネルギーなど、できる限り現太陽エネルギー起源のものをを用いることになる。

参考文献

日本学術会議：日本の計画 Japan Perspective 学術により駆動される情報循環社会へ（平成 14 年 12 月）

日本学術会議 第 132 回総会 声明：「人間としての自覚」に基づく「教育」と「環境」両問題の総合的解決を目指して－新しい価値観に支えられた明るい未来の基盤形成－（平成 12 年 6 月 8 日）

日本学術会議：地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について（答申）（平成 13 年 11 月 1 日）

日本学術会議 食問題特別委員会報告：新千年紀における食問題の解決に向けて（平成 12 年 3 月 27 日）

日本学術会議 少子社会の多面的検討特別委員会報告：少子社会の現状と将来を考える（平成 12 年 5 月 29 日）

日本学術会議 学術の社会的役割特別委員会報告：現代社会における学術の役割（平成 12 年 6 月 26 日）

日本学術会議 価値観の転換と新しいライフスタイル特別委員会：価値観の転換と新しいライフスタイルの確立に向けて（平成 13 年 11 月 26 日）

日本学術会議 ヒューマン・セキュリティの構築特別委員会報告：安全で安心なヒューマン・ライフへの道（2003 年 3 月 17 日）

日本学術会議 第 6 部報告：生物資源とポスト石油時代の産業科学 生物生産を基盤とする持続・循環型社会の形成をめざして－（平成 12 年 7 月 17 日）

日本学術会議 原子力工学研究連絡委員会・核科学総合研究連絡委員会・エネルギー・資源工学研究連絡委員会核工学専門委員会：21 世紀に向けた原子力の研究開発について（平成 10 年 11 月 30 日）

日本学術会議 社会・産業・エネルギー研究連絡委員会報告：21 世紀を展望したエネルギーに係る研究開発・教育について（平成 11 年 2 月 22 日）

日本学術会議 地理学研究連絡委員会報告：環境問題についての地理学からの提言（平成 12 年 3 月 27 日）

日本学術会議 人工物設計・生産研究連絡委員会、設計工学専門委員会報告：未来に調和した人工物設計・生産学術研究の推進（平成 12 年 5 月 29 日）

日本学術会議 物質創製工学研究連絡委員会金属材料専門委員会報告：材料の 21 世紀への戦略－金属材料の視点から見た提言－（平成 12 年 6 月 26 日）

日本学術会議 太平洋学術研究連絡委員会・地域学研究専門委員会報告：地域学の推進の必要性についての提言（平成 12 年 6 月 26 日）

日本学術会議 化学工学研究連絡委員会・物質創製工学研究連絡委員会・化学プロセス工学専門委員会：エコとピア社会の構築をめざして（平成 14 年 12 月 3 日）

Conference of the World's Scientific Academies, Tokyo International Forum May 15-18, 2000. 世界科学アカデミー会議、東京国際フォーラム 2000 年 5 月 15 日 18 日、日本学術会議

各論

循環型社会特別委員会の取り扱うべき問題は極めて多岐に渡っている。その内容を十分に理解するのは必ずしも容易ではない。そのため、本論の補強を目的として、各委員の特に関係する分野についての報告を集め各論とする。

委員	題名	頁
片岡暁夫	循環型社会と人口問題	27
外園豊基	歴史にみる循環型社会	32
江頭憲治郎	循環型社会と法制度	35
宮坂 富之助	「循環型社会」形成への課題 —消費生活におけるライフスタイルの視点から—	38
田中 啓一	持続可能社会と都市環境	42
貫 隆夫	循環型社会の構築と企業経営	55
入倉 孝次郎	循環型社会に対する防災科学からの視点	69
村橋 俊一	循環型社会とグリーンケミストリー	74
富浦 梓	循環型社会と材料	81
中村 崇	資源生産性を基にした近未来の循環型社会構築に 向けて	88
太田 猛彦	都市と森林・自然 —循環型社会における二つの視点—	99
熊澤 喜久雄	循環型社会と環境保全型農業	111
松田 藤四郎	循環型社会形成に向けての都市と農村との連携	119
田中 平三	循環型社会における公衆衛生学的視点	121
藤村 重文	ライフスタイルと医療	130

循環型社会と人口問題

第1部会員 片岡 暁夫

1. 地球上の人口の動向

現在、地球上に、毎年9000万人が増加している(年間出生数1億4000人、死亡数5000万人、9000万人のうち8400万人が第三世界での増加。インド180万人;中国1500万人;最も急速に人口が増加しているのがアフリカとくにエジプト、食料不足で食料を購入する外貨不足のエチオピアなど、ナイジェリアと中東で年間3%増加;ブラジル300万人)。1世代30年で27億人の増加である。35年たつと倍になる。このことは、現在のところ人口の世代交代が循環型でないことをはっきりと示している。9000万人の分布状況を見ると、発展途上国において人口の増加率が高く、先進国においては少子化がつづいている。この9000万人/年が生涯にわたり消費する酸素、食料、水、エネルギー、住居等は地球規模の負荷となる。60年の寿命とすると、その間の人口累積は54億人に達する。人間の人数が基準である時代から地球のキャパシティが基準である時代に入った。宇宙船地球号はおよその定員があると考えてよいだろう。誰が定員外として地球号からおりるべきなのか。そこに人権の問題や倫理道德そして、経済の問題が絡んでくる。

世界の人口が10億に達したのは1800年ごろ(仮に人類の発生以来150万年として10億)。人類の誕生以来長い時間がかかった。20億には1930年ごろ(10億増加に130年)。30億には1960年ごろ(10億増加に30年)。40億には1975年ごろ(10億増加に15年)。つまり150万年で10億/15年で10億=10万倍の増加速度になったので爆発と呼ぶにふさわしい)。そして現在爆発の最終段階に入っている。

僅か2世代の内に、地球は人類を負担しきれなくなっている。食料源あるいは資材源としての植物については、森林の耕作地への転換などにより、食いつくし現象が現れ、酸素の供給源が減少し酸素が不足するだろう。水についても不足は必然的に出て来る。森林の砂漠化が進む。太陽エネルギーの蓄積された化石資源が枯渇する。結局、エネルギーは太陽から出て来るものだけを頼りにすることになるだろう。このようなことから人口の調節が必要である。

要するに人口変動は出生・死亡・移動により、大きさ、男女・年齢別構成、経済的社会的構造が変化する。また出生・死亡・移動は経済的・社会的・文化的・政治的变化の影響を受ける。それゆえ、調節のねらいは、死亡数を高めるか、死亡年齢を早めるか、出生数を抑えるか、どこかに(例えば他の国や惑星に)移動するかである。一般的に死亡数の増加にたいしては大きな抵抗がある。

死亡数を減らそうと努力し長寿に挑戦する。他の惑星に移動することは、さらに不可能である。出生数を抑制するしかない。しかも無意識のレベルでの抑制が発現するような水準の問題である。

一人に要するエネルギー消費は、アメリカ人はインド人の何十倍にもなるという。地球の負担を軽減するには出生数を抑制するとともに低いエネルギー消費で生きることを学ばなければならない。このような意味で、循環型社会が成立するとすれば、文明の転換が必要になる。この新文明はまだ姿を現していない。

2. 家族計画は誰がするのか

こどもを作るか作らないかの決定権限は夫婦にあるという。こどもを産むか産まないかの権限も夫婦にあるという。夫婦のうち妊娠と出産は女性によって担われる。女性が望まない妊娠と出産を強要されることがある。また女性が望まない避妊手術がなされたことがある。これらは望ましくない。要するに原理的には女性に妊娠と出産の決定権があるということになる。この決定権の行使は、社会・経済環境・自然環境との対応の中でなされる。それは育児可能性と関係するし、老後の安全とも関係する。こどもの死亡率が高いところではたくさんのこどもを作り、生き残ったこどもに老後の面倒をみさせる。貧乏が多産の原因であるという。そのような状況の中で、医学の恩恵により、子どもの死亡率が減少し、結果として人口爆発が起こった。19世紀までに比較して現在約10万倍の速度で人口が増加しつつあるという。医学の進歩は個々の女性の判断や決定をこえている。従って国家による医学の効果の判断が必要となる。国家は安心して子育てができることを女性達に伝えるべきである。夫もまた助言者でありうる。また産児制限の方法を夫婦必修として教育しなければならない。家族計画の主体者は女性である。

学習を通しての家族計画が重要である。学習の結果需要が生じれば、援助も生きてくる。

3. 人口抑制は国家の役割

人口増に対応するエネルギー水や食料・諸資材などの供給管理を安定させるのは時の政府の仕事である。この仕事に失敗する政府が現れる。生きるための基礎的な物資を購入したり作ったり採集することができない状況が出現し、多数の人々が餓死する。それでは不都合であるから、人口抑制は長期的に見て政府の必須事項である。とくに1963年の第一回国連アジア人口会議を契機として人口抑制を目的とした出生制限政策や家族政策が広<世界の発展途上国において採択、実行された。つまり、国家は女性の妊娠決意のための周辺情報として「たくさんの子供を育てる経済的余裕はこの国にはもうない」という内容を周知させ夫婦のインフォームドコンセントを求

めていく。それが国家および政府の役割である。その逆のことを伝える政府もあるだろう。「たくさんの子供を育てる経済的余裕がこの国にある」と(日本や西ドイツにおける出生力の異常な低下は歴史上初めての事。一部の国では出産を促進する施策がとられている。) 中国の一人っ子政策もインフォームドコンセントの方向に移行しつつあるようだ。インドにおける人口抑制の成功事例も失敗事例もこのことを示している。かくして世界の国々は、それぞれ自分らで支えられる人口数を把握するかあるいは想定しインフォームドコンセントを獲得することが求められる。(世界の栄養不足人口は約 9 億人、6 人に一人が餓えている。主に第三世界の土地をもたない農村労働者都市貧困者)。そこから人口の循環が始まるのである。人口の定義: 一定地域に居住する人の数。この国の人口が何人だったら循環型社会が成立するか。森と湖の国、フィンランドの人口はおよそ 500 万人。地球人口、年増 9000 万人の 18 分の 1 である。理性的な情報提供が重要である。地球に住める人口を決めるのは、食料生産であるといわれる。そして地域や国ごとに食料の過不足がある。「全米科学アカデミーと英国王立協会は 92 年初めに共同の報告書を発表し、」...「科学技術は世界の大半を巻き込む不可逆的な環境悪化と打ち続く貧困を防止することはできないかもしれない」と述べた。

4. 国境を越える人口抑制――政府の崩壊と国際援助

内政が失敗すると、人々は国境をこえて生きるしかなくなる。いわゆる難民の発生である(アフガニスタン、ハイチ、リベリア、シエラレオネ、ソマリア)。生きられる場所を求めて他の国へ移動する。政府は内政を立て直すか諸国家に分裂するか国家を吸収合併するかになる。アフガニスタンや東西ドイツの統合やソ連の崩壊分裂のように。他の国々や国連がそれらの改善の動きを手助けすることはありうる。

たとえば国連が各国に人口抑制政策のインフォームドコンセントを獲得し、そのようにして各政府が国民に家族計画についてのインフォームドコンセントを獲得できるように立て直す協力をするようになる。しかし「国家が機能しなくなれば、適切な方法で人口増加を抑制し、環境劣化を逆転させ、食料生産を計画的に拡大することはますます困難になる」という。

市場原理があるとするれば、国家の壁をこえて飢餓を克服しなければならない。食料増産に適地があれば、そこに食料供給の責任がある。全力をつくしても食料の供給ができなければ、どうなのか。

5. ワールドワイドかローカルか: 責任単位?

人口の循環ということを考えると、具体的には、人口要因(人口の増加、大きさ、地・域分布、年齢構造)とその変化の人間社会の発展への影響を的確に把握し、それらを国ごとあるいは地域

ごとの経済社会開発計画体系の内部に織り込むことが必要である。その計画の範囲をどうきめるか。世界全体か、EU、アジア、アフリカ、など大陸規模か、あるいは国別か。現実には、地域間の人口学的ギャップがある。つまり、人口の大きさ・増加率は地域や国によって著しく異なる。先進国と発展途上国との間に著しい人口学的ギャップがある。人口調節に対する文化の違いもある。

実状を見ると：国連は、発展途上国における出生力制限、人口増加コントロールの積極的な政策努力を考慮にいれながらも、20世紀末の人口を61億2000万、2025年に81億9000万、そして2095年に102億で安定する見込みがあると推計している。1960年代から積極的な出生力抑制政策が採用されてきた多くの発展途上国では、専門家の悲観的予測に反して、出生率低下の兆候が明らかになった。しかし、アフリカ40-50人/1000人当たりの高水準出生率が維持されている。ラテンアメリカ；多くの国において30/1000代の水準まで落ちてきている。1980年代には出生率低下を促進する一つの有力な要因としての乳児死亡率の改善の必要性が認識されるに至った。

(乳児死亡率：先進諸国1950-1980に56人から19人に減少。発展途上国：同期間で164.2から100.4へ低下。アフリカでは150以上の国々がある。アジア；1975-80：インド、パキスタン、バングラデッシュでは130前後。ネパール150。アフガニスタン200という異例に高い乳児死亡率。日本6.6世界最低。発展途上国における年間出生数1億人で、死亡率100は、1000万人の乳児が死んでいる事になる)。

6. ローカルな問題：

そして一つの国家内部でも人口移動がある。つまり、農村から都市への移動である。世界の都市人口の増加率は年約3%で、世界人口の年増加率1.7%よりはるかに高い。発展途上国の大都市への人口の集中移動は増加率年4%を超えている。「大量の人口移動が、地方、農村から大都市に向かって持続して行われると、受入地の大都市は生活環境の悪化、公害問題、青少年非行の増大、スラムの形成等、過密の弊害が発生する。また、大量の労働力を喪失した地方では生活基盤の弱体化、生活水準の低下、地域共同体機能低下などの過疎の弊害が発生する。これらはローカルな問題であるが、人類全体にもつながっている問題である。

7. 人口調整の過程に起こる諸問題一例：高齢化

人口構造の高齢化：人口増加率を抑制することの経済的・社会的必要性和、そのための出生力抑制の結果として不可避な人口高齢化は、ジレンマである。人口増加抑制が人類の生存を確保する

ために不可欠であるとするば、必然的な結果である人口高齢化に対しては、国ごとに適切な施策によって対処していく以外に方法はない。この問題を越えることから人口の好循環が実現する。

歴史にみる循環型社会

第1部会員 外園豊基

1590(天正18)年、徳川家康は江戸に入った。そして、1600(慶長5)年の関ヶ原の戦いを経た、1603(慶長8)年、家康は征夷大將軍となり、江戸は徳川幕府の膝元として発展していった。その後、19世紀はじめ、江戸は人口約100万人を数えた。当時、ロンドンの人口は約86万人、パリは約54万人であり、いかに江戸が大都市となっていたかがわかる。

1. 青物市場の形成

江戸で消費される物資の多くは、上方や大名の国元、あるいは特産地から供給された。保存が難しく腐敗しやすい物資である、^{そさい せんざいもの}蔬菜(前栽物)、すなわち野菜・青物は近郊の農村から供給された。寛永年間(1624-44)、幕府は武蔵国多摩郡府中町・是政村(ともに府中市)に御瓜おうり畑を設置し、美濃国真桑村から農民二人を呼び寄せる。そして、周辺農村から肥料や労働力を供出させながら、真桑瓜を栽培させ、幕府へ上納させている。また、神田・千住・駒込など、町はずれで水陸交通の便に恵まれた場所には、青物を売買する農民と商人が集まって青物市場が形成された。例えば、万治・延宝年間(1658-1681)には、本所四ツ目橋、京橋、下谷に、元禄・享保年間(1688-1736)には両国、浜町、中之郷竹町、青山久保町、渋谷道玄坂町に、青物市場が形成されている。なお、正徳末年(1711-1716)ごろ、神田市場は幕府御用をうけて、江戸城青物役所へ納入する特権が与えられる。

2. 江戸近郊での蔬菜生産

江戸西郊の農村(武蔵野台地、狭山丘陵、多摩丘陵 畑)では麦が、また、東郊の農村(荒川、綾瀬川、中川(古利根川)、江戸川 田)では稲が生産された。そして、江戸時代中期には、近郊農村で商品作物としての、米穀・蔬菜を生産して江戸へ出荷するようになった。特に蔬菜の生産地域は、江戸からおよそ30kmの範囲内であり、これより外は穀物生産地域で、穀類、豆類、芋類などに限定されていく。

3. 蔬菜の商品化

江戸では初物、走り物を買求める風潮があった。そのため{寛文年間(1661-73)、幕府は魚介・鳥・野菜・果実などの売り出し日を定めたが、あまり効果はなかった。このようにして、蔬菜も促成栽培が行われ商品化されていった。例えば、天明年間(1781-89)ごろ、葛飾郡中田新田の松本

久四郎は、江戸の塵芥を利用して温床に油紙で覆いをしたり、炭火を利用して、茄子・胡瓜・菜豆などを促成栽培している。また、江戸時代後期には江戸向け蔬菜の特産地も形成された。練馬の大根、駒込の茄子、内藤新宿の^{とうがらし}蕃椒、早稲田・中里の茗荷、小松川の小松菜砂村の葱などである。

4. 下肥の利用

蔬菜生産のためには、良質な肥料が必要とされた。^{しもごえ}下肥の品質は、人が食べる食料に左右される。そのため、例えば江戸では遊興街吉原の下肥が最良とされた。下肥の仕入れは、江戸中期までは無料、または謝礼として若干の野菜を渡す程度であった。しかし、江戸中・後期から、下肥をくみ取る権利は売買されるようになる。すなわち、町屋や武家屋敷などの下掃除場所には、下肥をくみ取る下掃除人が定められた。そして、下掃除人は契約を結び、下掃除代を支払うことで下掃除の権利を獲得するのである。下掃除人と、下掃除人から下肥を購し販売する下肥問屋は、1819(文政2)年までに出現している。江戸東部では、1、2ヶ村に最低一人の割合で下掃除人が存在した。下掃除の権利を獲得するための代金は次第に上昇していき、江戸後期から幕末期になると、下肥はかなり高級な肥料(金肥)となっていく。なお、江戸に近いほど下肥の需要は多く、とりわけ江戸北郊、東郊で多く利用されている。

5. 下肥の輸送

江戸でくみ取られた下肥は、北郊(豊島郡・足立郡・埼玉郡)・東郊(江戸の境界から江戸川までの武蔵国足立郡・葛飾郡)へは、船で、また西郊・南郊へは、人力・馬で運搬された。

下肥運搬の専用船は「葛西船」と呼ばれ、長さ2丈8尺(約8.5メートル)、幅7・8丈(2.1・2.4メートル)で、船底に荷物を積載し、下肥積載量は50・70荷であった。下掃除場所できみ取られた下肥は、日雇い人足によって江戸市中の下肥河岸に運ばれた後、近郊農村の下肥河岸まで運搬され、現地の農民、あるいは有力農民が経営する村の、下肥問屋に売却されるのである。

人による運搬では、肥桶(2斗入り)2個を^{てんびん}天秤で背負い、肥桶2個を^{いっか}一荷と数えた。また、『百姓伝記』(東海道三河あたり…愛知県)には、「肥桶一つが三斗入程ならば、牛馬にこれを二つずつ載せ、肥桶一つが一斗四五升入ならば、牛馬にこれを四つ載せる」とある。馬では1.5荷から2荷運べたのである。また、車も馬同様2荷程を運搬できた。

6. 下肥の値上がり値下げ運動

元禄・宝永年間(1688-1711)まで、下肥は・清掃衛生と施肥に基づく自然発生的な交換が行われた。その後、正徳・享保年間(1711-1736)になると、下掃除人は若干の代金を下掃除場所に支払っている。そして、下肥利用が全国的なものとなった18世紀後半以降の寛政年間(1789-1801)にな

ると、下掃除権の競り取り、競り上げが始まり、下肥は相当に値上がりしていく。そのため、寛政元(1789)年、天保14(1843)年、弘化元(1844)年、慶応3(1867)年の4度にわたり、江戸近郊でも下肥値下げ運動が起こっている。特に、寛政元年の値下げ運動では、武蔵・下総両国の1016ヶ村が参加するほど大規模なものであった。

7. 近代へ

明治にはいると、政府の近代化政策のもと、都市と近郊農村との循環関係も次第に崩されていった。東京の場合、明治12(1879)年に警視庁から市街掃除規則が出された時点では、江戸の頃と大差なかったと思われるが、明治20(1887)年末のペスト流行を契機として、明治33(1900)年に汚物掃除法が制定され、汚物の処理は市町村の責任であるとされた。これをうけて、明治44(1911)年、東京中心部の汚物は、市当局が直接収集することになり、下肥利用に関する循環関係は解消されていった。農村における下肥利用は、その後も継続されたが、第二次世界大戦後、農地改革を契機とする農村の変化と化学肥料の普及により、次第に利用されなくなり、その行き場をなくしていったのである。

循環型社会と法制度

第2部会員 江頭憲治郎

1 現在の法体系

持続可能な真の循環型社会の構築のため、20 世紀型の生産・流通・消費等のシステムを省エネルギー循環型のシステムに変換する手段として、法制度のあり方も重要である。

「循環」には、森林・海洋・野生動物等も含めた自然の物質循環と、経済社会システムにおける物質循環とがある¹。循環型社会特別委員会が取り扱うのは、前者の、広い意味における物質循環である。広い意味の物質循環を含む「循環」の問題を取り扱う現行法の体系は、次のようになっている。

自然の物質循環を取り扱う基本法は、環境基本法(平成 5 年法 91 号)である²。同法に基づき、政府は、環境の保全に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、環境の保全に関する基本的な計画(環境基本計画)を定めるべきものとされ(同 15 条 1 項)、環境基本計画では、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、資源循環、エネルギーの効率化等により、社会経済システムにおける物質循環をできるだけ確保すべきものと定めている。

経済社会システムにおける物質循環の重要な部分として、廃棄物・(工業的)リサイクルの問題があり、この問題に関する基本法が、平成 12 年に成立した循環型社会形成推進基本法(平成 12 年法 110 号)である³。

なお、広い意味の物質循環を含む「循環」を取り扱う法は、規制内容から分類すると、物質投入の管理、物質排出の管理、物質再使用・再資源化の促進、物質処分の管理、過去の汚染の浄化の五段階に分類される⁴。

¹ 大塚直「循環型諸立法の全体的評価」ジュリスト 1184 号 3 頁(2000)。

² 大気汚染防止法(昭和 43 年法 97 号)、水質汚濁防止法(昭和 45 年法 138 号)、海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律(昭和 45 年法 136 号)等は、環境基本法を具体化する法律と位置づけられる。その他、自然公園法(昭和 32 年法 161 号)、自然環境保全法(昭和 47 年法 85 号)、鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律(平成 14 年法 88 号)等も、これに属する。

³ 平成 12 年の通常国会では、循環型社会形成推進基本法のほか、建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律、食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律、国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律が制定され、かつ、廃棄物の処理及び清掃に関する法律(昭和 45 年法 137 号)および資源の有効な利用の促進に関する法律(平成 3 年法 48 号)が改正された。

⁴ 大塚・注 1 の文献 2 頁。

2 法的枠組みが未整備な分野

「循環」に関し、現時点では、法制度整備の必要性が認識されながらそれが未実現な分野、または、法規制が必要か否かの点も含めて社会的合意が達成されていない分野もある。主要な点は、次のような事項である。

(1) 物質投入に関する法的枠組みの未整備

現行法の下では、環境の保全の観点から、ある物質を生産・流通・消費の過程に投入すること自体を規制する例は、きわめて少ない。絶滅のおそれのある動植物の捕獲・採取等が禁じられていること(鳥獣の保護及び狩猟の適正化に関する法律、文化財保護法、希少種保護法)が、体系的な法的枠組みのある唯一の分野であろう⁵。

物質投入に関する法規制の要否がもっとも問題となるのは、エネルギーの分野である。現在のところ、工場・事業所につきエネルギーの使用合理化を義務づける法制はあるが(エネルギーの使用の合理化に関する法律[昭和54年法49号])、エネルギーの投入量自体を規制する法律はない。すなわち、原則として市場原理にゆだねられているわけであるが、将来ともこの形を維持できるであろうか。また、きわめて激しく議論されながら、社会的合意が得られていない問題として、原子力エネルギーの問題がある。

(2) 費用負担の問題

省エネルギー循環型社会への移行は、従来と異なる費用(コスト)を発生させる。その費用負担に関する制度整備が、現在、大きな問題となりつつある。

環境の保全のための費用負担は、従来、原因者負担(汚染者負担)原則、および、公共負担が、主要な問題とされてきた⁶。

原因者負担(汚染者負担)原則は、環境汚染という外部不経済を内部化することにより希少な環境資源を効率的に配分すること、および、政府による公害防止費用の補助を禁止することを目的として、従来提唱されてきた。しかし、汚染者が特定できない環境の保全、および、リサイクルに関する費用負担等の重要性が増すにつれ、「拡大生産者責任論」が現れてきた⁷。すなわち、経済効率・行政の便宜等を考えると、「汚染を実際に排出する者より、汚染の発生に決定的な役割を担う経済主体を汚染者として費用負担を課す方が合理的な場合がある」との考え方である。

公共負担が行われる分野としては、ナショナル・ミニマムの達成に必要な場合(一般廃棄物の

⁵ それ以外では、オゾン層保護法により、フロン類のうち冷媒用の CFC の生産が禁止されている。

⁶ ほかに、受益者負担および土地所有者負担が論じられることがあるが、きわめて例外的なケースである。

⁷ 大塚直「環境法における費用負担論・責任論」法学教室 269 号 9 頁(2003)。

処理を税金で行う等)、民間の環境保全技術開発が要請されるときに助成するような場合、汚染者が不明等の場合とされてきた。しかし、公共がいったん負担することと原因者負担(汚染者負担)とは、両立しうる⁸ことも、近時強調される傾向にある。

(3) 循環型社会形成推進基本法の強化

現行の循環型社会形成推進基本法は、目標設定と計画的対応という点に関し、循環に関する計画につき規定を設けたものの、達成率を掲げてそれを目指して取り組む仕組みを設けていない。それは、今後の課題である。

3 市民のライフ・スタイルと法規制

2 に述べたことは、法規制の対象として、企業を想定しているが、真の循環型社会の構築のためには、企業の取組みだけではなく、市民の消費等に関するライフ・スタイルの変更が重要な課題である。しかし、企業に対する場合と異なり、市民のライフ・スタイルに関しては、法による直接の規制、あるいは、法制度により経済的インセンティブを付与する手法に、さほど大きな効果は期待できない。

市民に対しては、法規制以外の社会規範のあり方が、むしろ重要であろう。

法規制以外の社会規範といわれるものには、義務的色彩がまったくなく、無意識に行われているもの(季節に合った服装等)、周囲から批判されることにより社会的不利益を受ける形で義務的色彩があるが、倫理的色彩は乏しいもの(冠婚葬祭の服装等)、倫理的な意識に基づき義務的色彩のあるものの三種に大別される。わが国では、高度成長により市民生活が都市化することとともなって、隣人の場違いな行為・迷惑行為にも「見て見ぬふりをする」傾向が顕著になり、外国と比べても、上記の社会規範がきわめて弱くなったように感じられる。真の循環型社会の実現には、の意味の社会規範の再構築が必要不可欠である。

⁸ 大塚・注7の文献10頁。

「循環型社会」形成への課題 ー消費生活におけるライフスタイルの視点からー

第2部会員 宮坂富之助

1 課題への私の問題意識

1) 本委員会の報告書を一読して理解されるように、委員会では多様で多岐にわたる視点からの審議が行われた。例えば、今後の社会生活の動向予測を左右する大きな要素として、日本をはじめ先進国の「少子・高齢化社会」の動向の反面、グローバルには近い将来の人口の急速な増加を予測した食料・エネルギーの生産・供給のありかたの関係、あるいは素材や農業生産の方法をめぐる技術開発の諸動向が検討された。委員会の審議の過程で私は、自然科学系の委員をはじめ、多くの研究者の報告から貴重な示唆を受けた。

2) 循環型社会とは、環境保全・資源保全を視野に入れた新たな社会システムを構想するものであるが、最近とみに研究の充実と方法の面で広がりを感じる。端的に言えば、これは当然といえば当然のことであるが、環境・資源保全を問題にすると、現代社会全体のありようを視野にいれる必要があり、そうであれば、研究の方法は、従来の科学領域を総合する性格のものでなければならない。そのような論潮が一層明確になってきている。

たとえば、「環境学」あるいは環境の経済理論の領域からは、環境政策のありかたを諸科学の「政策統合(Policy Integration)」をつうじて論及する必要性が強調されている(寺西・細田編「環境保全への政策統合」(環境経済・政策学、第5巻、2003年、岩波書店)。また、研究のあり方についての同様の問題提起は、「持続的発展」をめざすという視点に重点が置かれてはいるけれども、Sustainability Scienceの骨格に、Geophysical、Technological、Biological、そしてSocialと、各Systemの4領域からなる研究を統合する新しい科学の必要性の提唱にもみられる(National Research Council, "Our Common Journey", National Academy Press, 1999)。

3) 以上のような一連の研究方法の論潮のなかで、私は、循環型社会を構想する上での重要な視点としても、「地域」分析に注目した「社会システム」論に強い共感を抱く。この理論の提唱者の言葉を籍りれば、「中間システム」論であるが、そこでは環境保全や資源保全をめぐる諸問題の克服策の現状と政策設計を論及する上で、産業構造はいうまでもなく、とりわけ「地域性」の要素に論及すべきことが強調されている(前掲講座第1巻所収、第1章)。この視点は、前掲したNational Research CouncilのいうGeophysical Systems Researchが文字通り自然環境など地理的な諸条件を対象とする地球物理学研究を志向するのに対し、それをも包括して広く、現状分析や課題の要因を規定するものとして、社会経済に関わる地域の特性を明らかにしようとする

る方法である。

4) ところで環境省は、循環型社会白書(平成 14 年版)を公表し、そのなかで、循環型社会を形成するための構想を提唱している。そこでは、産業構造や技術開発のありかたをはじめ、ひとびとのライフスタイルのありかたを問うことが骨格となっている。法律制度から言えば、すでに制定実施されている「3R」に基づく一連の立法措置がとられ一定の進展がみられる。法制度実施の現状での課題については、別途に他の報告で論じられるが、現在深刻な自然環境の汚染をもたらしている「産廃不法投棄の広域事案」への対応については、許認可行政の強化、罰則の強化、国の立入検査権など一連の「廃棄物処理法」の改正強化が国会の審議日程に予定されている。この改正の動向のなかで重要な問題はリサイクル推進行政に関わる点であって、生産者のゴミ処理について「拡大生産者責任」の制度化が依然として徹底した構造にはないことである。そして、これら多くの「不法投棄」の発生源が主として東京など大都市から生じたものであって、放棄される地方公共団体の財政負担に重くのしかかっているという構造的な問題となっている背景があることである。

5) 以上のように、循環型社会のあり方を考える上での課題は多いが、私は前述したように社会経済の「地域性」への留意、いいかえれば循環型社会の形成問題を考えるうえでは、東京をはじめ大都市の消費構造、「大都市社会における消費構造」を念頭にすることの重要性を痛感する。そして、その場合に、その一端として、主体としての消費者の生活意識、主体的な運動の動向に大きな関心を寄せている。この点は環境白書も指摘することであるが、本委員会で私自身としては、大きな視点のひとつとして個人のライフスタイルの変化あるいは現状、そしてその背景要因などを念頭に、審議過程での諸報告から学んできた。そうした理由から、具体的に消費者の運動の最近の状況―「グリーン・コンシューマー」の動向を見てみたい。

2 環境省「循環型社会白書(平成 14 年版)」にみる、「循環型社会像」への三つのシナリオについて

1) 白書は、「循環型社会に向けた三つのシナリオ」として、興味ある提示をしている。シナリオ A は「技術開発推進型シナリオ」、シナリオ B は「ライフスタイル変革型シナリオ」、シナリオ C は「環境産業発展型シナリオ」とされ、それぞれの政策実施にともなう GDP 成長率・CO2 排出量・一般廃棄物・産業廃棄物廃出量の変化を、2000 年から 2030 年までの推移を予測するシュミレーションを試みている(33-38 頁)。

A・B・C それぞれは、社会・経済の多様な要素を織り込んでいて、グランドデザインの体をなしており、当否を問うのは難しいが、ライフスタイルの変革という点からみればシナリオ B は、それを核にしていることで A・C とは異なる。しかし、A・C はともに、その内容から言って、ひ

とびとのライフスタイルが波及効果的に影響を受け、あるいは推進力としての重要な要素になることは明らかである。

2) 以上のようなシナリオのなかで、どれが最も現実的か、あるいは望ましいか、さらにはより効率的かなど、即断することはできない。大都市と地方・地域の諸条件、あるいは行政の政策志向がどうであるか、個々の産業における技術開発の基本的な発想や開発の進展と実用化などの要因が大きく左右すると思われるからである。さらにこれまでの消費者の生活意識やライフスタイルの推移からみて、Bの「ライフスタイル変革型」にシフトするという政策予測や期待は困難であるという印象である。この構造にシフトするには、個人の意識と行動に大きな変化、そしてその組織的な「社会的エネルギー」を要すると考えるからである。その意味では、消費者の意識・行動は、いまのところ構造的にみて企業行動に対して相対的に「受動的」である。しかしAあるいはC型にシフトするとしても、消費者の意識と行動の要因に重きを置くべきことは言うまでもないことである。

3 「グリーン・コンシューマ」という消費者・市民運動

一循環型社会のライフスタイルへの変革の主體的推進力となるか？

1) 消費者意識の動向、といってもその内容は多様な要素を含み、また精度の高い現状分析は不可能に近い。したがって、さまざまな調査に拠りながらいわば「大傾向」を見るほかはない。重要なことは、ライフスタイルのありようと、それを支える意識を左右する要因が何であるか、両者の相関関係であろう。私の知るかぎりでの数少ない調査資料として、野村総合研究所編『『続』変わりゆく日本人―生活者一万人にみる日本人の価値観・消費行動』(2001年9月)、(社)くらしのりサーチセンター編「消費者・生活者の意識とライフスタイルの見直し」(同センター「地球温暖化対策へどう取り組むか」、2002年11月)がある。これらによると、環境問題・資源保全、家庭ゴミへの関心は従来になく高まっていることは確かである。また、購買行動において、可能な限り、価格面で相当であるかぎり、そうした意識で品質と機能に重点をおいて、商品の選択をしようとする消費者が多数を占めることも確かなことを示している。

2) ところで、「グリーンコンシューマ」の運動は国際的に環境問題への関心が高まるなかで、環境に負荷の少ない商品の選択などを呼びかける消費者・市民運動の国際的な広がりのある運動である。

日本では、1991年第13回「国際消費者機構」大会での「グリーンコンシューマリズム」普及への決議、あるいは京都議定書の締結などを背景に、運動が進展しつつある。この動向の中心は、主婦連内に事務局を置く、「グリーンコンシューマ東京ネット」である(2001年7月に発足)。この運動組織は、東京都の関連行政機関とも連携し、幅広く個人の生活の実態に目を向け、「市民

主導」の活動を通じて、生活意識の変革を目標に、関係企業とも協働して循環型社会の実現をめざすという運動である。現在は、発足が未だ浅いこともあり、運動組織としても課題を多く残している印象であるが、大都市東京からの「発信」として、その行動がどのように支えられてゆくに注目したい。

循環型社会と都市環境

第3部会員 田中啓一

1. 都市環境重視政策が地球を救う

われわれ人類をはじめとする数多くの生物が生まれ育ってきたこのかけがえのない地球が、人間の豊かさを求め続けるエゴと傲慢さのために、ここ数百年の間に急速に病んでいる。

21世紀の初頭には世界の人口は、61億人を超えた(国連調べ)。石器を使用し、直立姿勢をとっていた人類の祖先として位置づけられているアウストラロピテクス(猿人)がこの地球上に出現したのは、一般に400～150万年前とされているが、この時代には長い間、年平均人口増加率はほとんど0%であった。キリスト生誕の時代には、世界の人口はせいぜい2～3億人であったと推定されている。それが急速に増大してきたのは18世紀の産業革命以後のことである。

18世紀にイギリスを中心にはじまった産業革命は同時に農業革命、運輸通信革命を伴って発生したとされている¹⁾。産業革命によって生活水準が急速に拡大し、農業技術の革新によって食料生産は拡大し、農耕経済から工業経済へと移行し、さらに運輸通信革命によって、しばしば飢饉に見舞われていた地域に緊急用の食糧を輸送できる体制が整い、死亡率が低下・安定した。出生率は0.3～0.4%とすでに高かったので、その差が人口の急増をもたらした、と分析している(河野論文)。

さらに、このような傾向は、20世紀後半の50年間に一段と加速化された。1950年の世界人口は25億人であったので、わずか半世紀の間に36億人と、ほぼ1.5倍となったのである。しかも最近の1995年から99年の間には年間平均でドイツの総人口に匹敵する約8000万人の人口増があった。このような趨勢は21世紀に入っても基調的な変化は見られない。しかも日本をはじめとする先進国のほとんどの国で少子・高齢化の一段の加速化によって、人口が急減していく傾向がますます顕著になってきている。その一方で、アフリカ諸国では飢饉と局地戦争の不安の中でも、年間3%にも及ぶ高い人口増加率などの要因によって、50年後には90億人、そして22世紀初頭には100～120億人に達するものと推定されている(国連推計)。

しかも留意すべきことは、これらの多くの人々が都市に住むことを求め、都市が増大するとともに巨大化していくことである。アジア、アフリカ、南米を中心にして、人口500万人以上の「巨大都市」が倍増していくことになる。これらの大都市を中心にして、石油などの化石燃料の消費量は、生産、消費、移動などを通して急増していくことは必至である。

これによって21世紀には、既存のエネルギー源はほとんど費消されてしまい、二酸化炭素(Carbon dioxide、CO₂)の濃度はますます増大し、地球温暖化、酸性雨、砂漠化を促進させ、地

球スケールで環境に悪影響をもたらすことになる²⁾。まさに、今世紀はわれわれ人類の英知で地球を守り、未来永劫にあらゆる生物が生き延びることのできる「青い緑の地球」を維持できるか否かの岐路となる世紀でもある。

この命運を握っているのが「都市」であり、都市の環境をどのように維持、改善、向上し地球環境と共生していくことができるかが、人類最大の課題となる世紀でもある。

先進国の都市では、これまである程度の環境保全政策と成長抑制政策が採られてきており、一応の成果をあげてきている。しかし、アジア、とりわけ中国の重慶、北京、上海、あるいはインドのボンベイ、カルカッタ、さらにはメキシコシティなどの巨大都市は経済、産業の集積が進み、農村からの大量の人々を依然として吸収している。しかも、彼我の所得格差の増大により、都市への流入人口がますます顕著になってきており、住環境をはじめとする都市環境を急速に悪化させている。それだけに、21世紀は都市と農村のあり方が問われる世紀でもある³⁾。

いずれにせよ、この地球に存在する200余の世界の国々・地域の61億人の人々があらゆる面で持続可能な社会を求めて、都市環境を重視する政策を採り続けることによって、はじめて地球を救うことができる。

2. 日本経済再生のキーワード「都市」

21世紀は「環境の世紀」、「都市の世紀」あるいは「アジアの世紀」など、いろいろな視点からの100年が問われている。いずれの指摘も人類の生存、発展にとって厳しい世紀であるとの共通認識を有している。

わが国は、20世紀において数度にわたる悲惨な戦禍を経験しながらも、後半の50年で経済的には世界にまれに見る程の経済成長を遂げることができた。第2次大戦直後の核被爆国としての混乱した当時の状況から日本人の英知と努力、さらに世界から外部経済メリットを享受することによって、20世紀末には世界経済の15%前後のシェアを占める「経済大国」、「資産(ストック)大国」となった⁴⁾。

しかし、1980年代の後半に史上まれに見るスケールのバブルが発生し、90年代前半にはそれが終焉した。政府は異常なバブルを発生させるという経済政策の失敗に加えて、深刻なデフレを10年余りにわたって続けさせるという相次ぐ失政が重なり、先行き不透明のなかで新世紀を迎えた。

バブル崩壊以後の日本経済・社会はその後遺症に苦しみ続けている。バブル期間よりもデフレ期間の方が異常に長いのは政策の失敗である。それとともに、20世紀にまれに見る経済成長を遂げることができた日本特有の政治・経済・社会システムが対応できなくなったことを意味し、今や新世紀の変革にふさわしい新たなシステムの構築が求められている。

新世紀のスタートにあたり問われているものは、前世紀からの負(マイナス)の資産を早急に解消、解決するとともに、資源、エネルギーの制約下にあって地球環境を守りながら、人類が求めている発展に寄与できるソフト・ハード両面にわたるシステムの構築である。しかも、これらの多くが「都市」と密接不可分な関係にある。日本経済の再生のキーワードが「都市」であることを再認識すべきであろう。

日本の人口の過半数が「都市」に住んでいる。これは前世紀において、いわゆる「都市化」が急速に進行した結果である。21 世紀でも国際化、少子・高齢化と同様に、さらにその傾向を強めていくことは必至であろう。2010 年頃をピークにして日本の人口減少は避けられないと予測されているなかでの都市人口の増大である⁵⁾。

少子・高齢化社会の到来のなかでの都市人口の増大は、先進国に共通する現象でもある。他方、途上国では、21 世紀にも人口の増大が必至であるが、豊かさを求めて都市に住む人は先進国以上の比率で急増していくだろう。地球人口の大半が都市に住む今世紀である。そこに環境、食料、住宅問題などの多くの解決すべき課題が発生することになる。この点からも、日本の都市問題への的確な対応と解決は、同様な課題に苦慮する多くの国々に貴重な示唆を与えることができる。この視点からも、わが国の都市問題と経済再生の解決手法は、世界からも注目されるところである。

3. 国際的魅力的な東京

3.1 既存の評価基準

その国のレベルを端的に表しているのが都市であり、とりわけ「首都」などの大都市である。首都に一国の政治、経済、文化、社会などが集約され、その国のシンボル都市であることから必然の帰結である。わが国での生産、消費をはじめとして幾多の課題を抱える都市問題を解決していくことが日本経済再生のキーワードとなる。東京・大阪などの都市問題の解決の成否が日本経済再生の命運を握っているといってもよい。

しかし、日本の都市の生活環境、ビジネス環境に対する国際的評価はバブル崩壊が顕著になった 1993 年以降、年々低下を続けており、首都である「東京」の魅力についての評価、実態等にも厳しいものがある。

わが国の競争力の世界順位はバブル時の 1990～92 年時では 1 位であったが、その後は下降の一途をたどり、97 年には 9 位になっている。さらに、デフレの深化により 2000 年時点では、23 位になっているとの指摘もある。これを反映して、都市別国際会議開催数は 97 年では、東京が 25 位の 64 件に過ぎず、1 位のパリ(249 件)、2 位のロンドン(205 件)よりもはるかに少なく、22 位のソウル(70 件)よりも低い(UAI レポートより)。このまま推移すれば、2008 年にオリンピッ

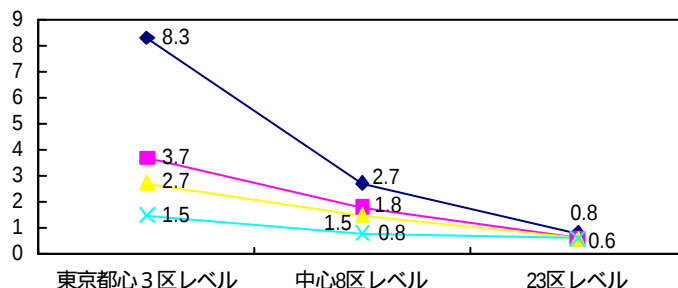
ク開催が決まった北京よりも低位になりかねない。

東京は、外部からの国際比較からいっても、このように魅力が乏しいとされているが、ここで働き、住む人々にとっても利便性の高い都市ではない。職住近接は都市で働き、生活する者にとっては望ましいスタイルであり、環境保全、エネルギーの制約などからも住環境の充実とともに促進されるべきである。

このことは昼夜間人口の格差が少ないほど望ましいことになる。世界の主要都市の夜間人口を見ると、ニューヨークやパリの都心部は東京よりもかなり人口密度が高く、東京の3倍前後となっており、都心部にも厚い人口集積がある。コンパクトシティ化が大都市でも実現されているのだ。ところが、外周部を比較すると、東京が最も高密度な土地利用となっている。人口空洞化について、平成7年の昼夜間人口比は都心10区の昼間人口は566万人であるのに対し、夜間人口は185万人で、その比率は3.05倍になっている。また、都心部における職住比(昼間就業人口の夜間人口に対する割合)はニューヨーク市のマンハッタンが1.41(平成10年)、パリ市が1.76(平成8年)であるのに対し、都心10区は2.36(平成7年)と高い。東京は他の国際的大都市との競争上、職と住とがアンバランスである点で魅力に欠けている⁶⁾。また、職住遠隔化について、平成7年の通勤・通学時間は都心3区への平均時間で71分と10年前よりも4分増加している。また、都心3区への通勤・通学者の66.9%は1時間以上となっている。このような現実は、環境、エネルギーからも都市への負荷を増大させており、望ましいコンパクトな都市像から程遠いことになる。さらに、経済のソフト化、サービス化の視点からも問題がある。

また、職住バランスの視点から、昼間就業人口と夜間人口の比を見ると、東京都心3区において8倍強と極端にアンバランスになっている。中心8区レベルにおいても、ロンドン、パリの都心部を上回っている(図表-1)。

図表 - 1 職住比の比較



資料：国土庁『土地白書』1998年

このことは、社会資本(インフラ)整備が進んでいる都心の土地を有効利用していないことを意

味している。とりわけ東京、千代田区は皇居もあり、大学も多く、自然環境や交通の利便性に最も恵まれていながら、昼夜間人口比は20倍以上もある。世界で最も有効利用がなされていないテリトリーといってもよい。

もっとも、21世紀に入ると、バブル崩壊による東京の地価下落により、東京集中が再び顕著になってきた。2001年3月末時点の日本の総人口は1億2628万4805人と、前年に比べて21万3500人、率にして0.169%増加した(総務省調べ)。人口の動きを見ると、東京都の伸びが際立っており、人口増加数は1/3の7万6千人と最多であり、とくに転入者数と転出者数の差である社会増加は5万9千人であった。

1996年までは東京の人口は減っていたが、97年から続いている今回の人口増は戦後3回目の東京集中となる。東京への都心回帰は地価と住宅価格の下落で、都心居住の人气が高まっていることが背景にある。この原動力となっているのが、人気の高い超高層の大型マンションが都心部に集中していることによる。2000年度の1年間で首都圏の新規発売戸数は過去最高の9万6千戸であった。これは郊外の戸建て住宅でローンを完済した中高年層が都心に回帰していることによる(不動産経済研究所調べ)。

このような都心回帰の傾向は近年、地方中核都市にも見られるようになった。現役をリタイアして郊外に住む高齢者層が一戸建てを処分して、病院施設などが周辺にある都心のマンションに利便性を求めて移住してきている。地方都市の方が地価の下落が相対的に激しいことと、中心市街地の空洞化への対応が背景にある。

いずれにせよ、東京は他の国際都市と比較すると、空港へのアプローチをはじめとして、魅力のある都市とはいえない。東京の面積は広くないことは事実であるが、それにもかかわらず最も有効利用には程遠い状況下にある。

東京には、下町地区の東京湾に隣接する地区やJR山手線の外周部や中央線の沿線一帯を中心として、老朽化した戸建て住宅や木造賃貸アパートが密集する地域が広範に分布している。その面積は2万4千haに達し、東京都の4割前後の約210万世帯、450万人が居住している⁷⁾。この木造住宅密集地域では、防災や住環境の面で問題があり、一度大震災が起これば、阪神淡路大震災しのぐ多くの貴重な人命と財産を失うことになる。

また、バブル崩壊は、東京の都市的の魅力や土地利用に深い傷跡を残した。不良債権の対象となった土地やリストラ用地をはじめとして、産業構造の転換等による臨海部をはじめとした工場等の移転跡地や、バブル崩壊により利用されないままに残された都心部等の虫食い状の空き地など、多量の低・未利用地が発生している。これに対して、(財)民間都市開発推進機構や都市基盤整備公団によって土地利用の活性化が図られているが、予算や人的資源に限界がある⁸⁾。

さらに、高度経済成長期には郊外に拡散していった都市形成が、いまや負の資産となりつつあ

る。戦後の市街地の無秩序な外延(スプロール)化の中で、狭い道路幅、違法すれすれの住宅の建て詰めや不十分な社会資本整備や都市施設の未整備などが顕在化し、防災や住環境の面で未解決の問題が残っている。また、多摩ニュータウン、千里ニュータウンなどの大規模団地などでは、建物とともに居住者の高齢化が一斉に進行しており、建替えの困難さとともに、地域経済の活力の低下が懸念されている。

このように、日本を代表する大都市である東京であっても、解決すべき課題はあまりにも多い。これを早急に対応し解決しなければ日本の未来はない。この10年間の東京の経済成長率は、低成長にあえぐ日本経済の平均成長率よりも低い。本来ならば、一国の経済力をリードしていくべき役割を担う東京の経済がこのような状況にあることが日本経済が再生できないでいる最大の原因である。東京の経済力には日本経済の「一割経済」以上の責務があることに留意する必要がある。

3.2 新たな評価基準

このように既存の価値判断によると、東京をはじめとする日本の大都市の評価は必ずしも高くない。しかし、都市を評価する基準は、社会・経済状況とともに変動することは否めない。最近では、巨大都市よりもコンパクトな都市形成が求められているのは、資源・エネルギーの制約とともに、人間の価値観が、物質的な豊かさの重視よりも、人間らしさを求めることに重点が移ってきていることと無関係ではない。それにつれて、理想の都市についても、利便性とともに「住みやすく働きやすい」都市が高く評価されるようになってきている。

木村尚三郎氏は、フランスの有力な経済誌「レクスパンション」が世界215都市をこの視点から理想の都市をランク付けしていることを紹介している⁹⁾。この調査は、政治的・社会的安定、経済・金融環境、個人の自由度、衛生状態、教育、公共サービス、娯楽、日常生活の多様性、住環境、自然環境の10ポイントから総合評価している。これによると、ベストテンは以下のようになっている。

- 1位 バンクーバー カナダ (都市計画、環境保護、諸コミュニティの共存)
- 2位 チューリッヒ スイス (医療インフラ、学校、銀行サービス)
- 3位 ウィーン オーストリア (電気・ガス・水道・郵便・電話・交通・道路・空港などの公共サービス、スポーツ活動)
- 4位 コペンハーゲン デンマーク (文化生活、保健衛生医学、運送)
- 4位 ジュネーブ スイス (金融サービス、学校、自然環境)
- 4位 シドニー オーストラリア (都市計画、自然環境、スポーツ・インフラ)
- 7位 オークランド ニュージーランド (気候、少ない汚染、スポーツ活動)

- 7 位 ヘルシンキ フィンランド（市民参加、公共インフラ、おいしい空気）
- 9 位 フランクフルト ドイツ（交通の要衝、コスモポリタニズム、美術館・博物館）
- 9 位 ミュンヘン ドイツ（ニューテクノロジー、自然環境、治安のよさ）

この評価では、「世界都市よさようなら、地方都市よこんにちは」の副題をつけて、いい空気と水などの自然環境と利便性の高い都市環境を重視してランク付けをしている。パリなどの大都市が33位、ロンドン40位、ニューヨークは44位となっている。これに対して日本の諸都市は、東京が巨大都市ではトップクラスの19位(カナダのカルガリーと同位)、横浜が27位(ドイツのハンブルクと同位)、神戸が35位(アイルランドのダブリンと同位)、大阪が50位(ちなみに北京は140位)であり、日本以外のアジアでは、唯一シンガポールが35位にランク付けされている。シンガポールは都市人口がほぼ100%を占める「都市国家」として著名であり、コンパクトシティとして高く評価されているが、あまりにも人工的な色彩が濃厚であることがこれらの評価基準からは高い評価を得ていないのかもしれない。

日本の諸都市が、ここでは高い評価を得ているのは、治安の良さ、自然・社会環境の良好さが評価されているためと思われ、自然環境と利便性の高い都市生活とのバランスを重視した21世紀における新しい評価基準としての都市評価が生まれつつあるとも考えられる。

21世紀から22世紀にかけて少子高齢化が一段と加速化され、日本の人口もこの100年余の間に半減し、しかも9割近い人々が都市に住むものと考えられているだけに、このような視点からの都市・まちづくりは一つの示唆を与えるものといえよう。

4. 老朽化マンションの建替え～マイナスストックの解消～

4.1 スラムが進む老朽化マンション

これまで有益であったシステムや建物などのハードのものも、21世紀には負の資産となっているものがある。それをリニューアルや、スクラップ アンド ビルドによって新世紀にふさわしいものに転換、改造していく必要がある。

この都市再生の具体的施策にも、「マンション建替えの円滑化」が指摘されている。ここでは、区分所有法の建替え要件を4/5以上の合意のみにすることなどの建替えの円滑化、再建築物への権利の円滑な移行のための仕組み等を取り入れた新たな建替え等の制度の取りまとめ、総合設計制度の積極的活用等による既存不適格マンションの建替えの円滑化、などの提言がある。いずれも円滑な建替えのためには必要不可欠であり、しかも、については期限を明記している点は評価してよい。

しかし、老朽化マンションには高齢者が多く住んでおり、その建替えについては、数の上だけ

の合意形成では円滑にできないこともある。高齢者の合意形成を円滑に進めていくためには、リバースモーゲージ・システムなどを導入することによって補完していくことも必要である¹⁰⁾。また、バブル時に膨大な抵当権が設定されており、それをどのように解決し、円滑に建替えができるのかという手法についての指摘がない。分譲マンションは21世紀はじめには400万戸、人口の1割近い1000万人以上の人々が住み、今後も都心居住の中核としての役割を担っていくことだろう。20世紀末には東京23区のマンション化率は22.2%に達しており、区部によっては区民の半数が住んでいるところもある。このような傾向は、単に大都市だけでなく、地方都市にあっても都心居住の流れは変わらないだろう。さらに深刻かつ現実的な課題となっているのが、別荘地の管理の悪い老朽化したマンションである。住む人も少なく、管理費も未納が多く、夜は無人に近く治安も悪い。ついに1戸100万円以下となりそれでも買い手がいないケースも出てきている。完全な別荘スラムの出現である。

それにしても、築30年以上の老朽化したマンションが、2010年には100万戸前後となり、その後も、年々増えていくのである。しかも、耐震構造に多くの問題を有する1981年以前のマンションも現在時点で150万戸以上もある。木造密集住宅とともに、国民の生命・財産を守り、安全・安心なまちづくりを行うという視点からも直ちに実行に移すべき重要な課題である。

4.2 人間長寿・住宅短命

日本の住宅の平均寿命は26年、とアメリカの45年、イギリスの75年と比べるとあまりにも短命である¹¹⁾。日本の住宅建築材料の多くは輸入に大きく依存している。しかも、不法投棄のうち建築廃材が9割以上を占めている。このことは貴重な資源の無駄使いとともに、環境の視点からも望ましくないことはいうまでもない。

これまでの慣行では、築30年を過ぎるとマンションは老朽化が目につくようになり、建替えが居住者の課題となる事例が多い。千里ニュータウンなどの建替え訴訟はすべて築30年前後のものである。しかも、築30年以上のマンションは20世紀末には13万戸あったが、建替え事例はわずか3500戸(60棟)である。この平均生存年数は30.2年であった¹²⁾。

これからの住宅、マンション、ビルなどの建造物は、耐震構造、バリアフリーシステムで100年は持つものであって欲しい。地球環境との共生の視点からも実現すべき課題である。

4.3 100年住宅(SI工法)の構築

100年住宅は技術的には十分に可能である。100年の間には、居住者の年齢や住み方も変化していくことは必至であるので、その変化に対応できる居住空間が望ましい。そのためには、SI(スケルトン・インフィル)住宅の建築がニーズに対応できる。

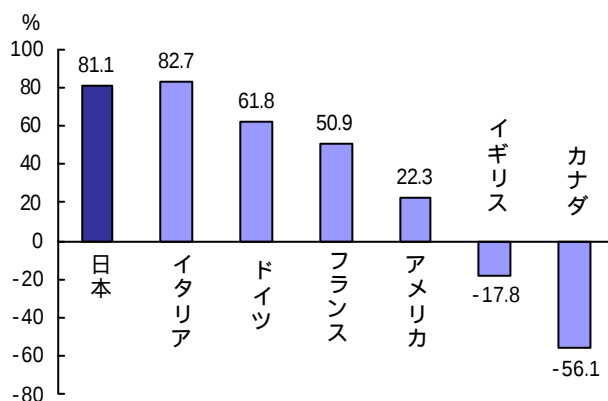
従来の集合住宅が、構造躯体や設備・内装が一体となっているため、住宅を設計したり、リフォームをする場合に大きな制約を受ける。これに対してSI住宅は、「長期耐用性」が必要とされるコンクリート躯体や共用部分の設備などのスケルトン部分と、居住者の変化に対応できる「可変性・更新性」が必要とされる内装や住宅内の設備機器などのインフィル部分が分解できるようになっているので、様々なニーズに対応できる。

賃貸住宅とまちづくりに特化している都市整備公団では、東京・目黒駅前で500戸近い団地をKSI(公団SI)工法で施工しており、注目を集めている。この先駆的SI工法は、内装や給排水ガス設備、電気配線を躯体から明確に分離させることで、住戸内部の可変性・更新性を高めたこと、排水ヘッダーを使用し、配管を住戸外に設置することによってインフィルの更新性を高めたこと、コンクリート強度の増強により、耐久性の高い躯体を実現したこと、である。21世紀の住宅のモデルとして期待されている。

5. 未来の省エネルギー都市：ニューランド(NIEUWLAND)

世界のエネルギー資源の制約が明確になった21世紀にあって、日本は天然資源がほとんどなく、イタリアとともにエネルギーの80%以上を輸入に依存している(図表-2)。

図表-2 主要国のエネルギー輸入依存度



出所：OECD「ENERGY BALANCES(1997-1998)」

それだけに日本はエネルギーをこれまで以上に効率的に利用することが求められている。この点、地球の温度が1~2度上昇すれば、国土の多くが水没してしまうオランダをはじめとしてEUは「環境の国境なし」の理念によって、環境税の積極的な導入をはじめとして環境への熱意は参考にすべき点が多々ある。

21 世紀は人類の生存のため、持続可能な社会のためにも「環境の世紀」であるべきである。小泉内閣でも規制改革の重点分野のひとつに「環境」をとりあげている。とくに石油、石炭などの化石燃料は 2050 年ごろにはなくなってしまう。京都議定書を早急に批准し、地球環境と共生していくためには日本の果たすべき役割は重い。日本は都市化が進み、都市で大量のエネルギーを消費、費消している。世界中で都市化が加速される 21 世紀にあっては、都市の進展とエネルギー消費のバランスが厳しく問われている。

未来のエネルギー・省資源のエースとして期待されているのが太陽エネルギーの利用である。大量の石油を消費し、地球環境を悪化させている自動車に変わって、ソーラーカーの開発が進められている。さらに、太陽エネルギーの利活用は先進国、とくにヨーロッパを中心に、単体としての住宅だけではなく、街全体の住宅やビルなどがソーラーを利用する街づくりがはじまっている。その先駆的なものにオランダのアムステルダム市のニューランド(NIEUWLAND)地区がある。

ここは、アムステルダムへの通勤圏であり、未来の都市ということもあって若年層を中心にした街づくりが 1995 年から地元の電力ガス会社によってスタートした。計画規模の 5500 戸に対し、年間 800 戸平均で建築されている。住宅と小学校やスポーツ施設などの公共施設のエネルギーがソーラーパネルによる発電で行われている。これらの住宅の地下室にはソーラーの計器が設置されており、夏の間に蓄積されていた「エネルギー預金」を冬の間に使って、化石燃料に依存せずにソーラー発電だけで年間のエネルギー消費をまかなっている。二階建ての戸建ての平均価格が 3000 万円台であるが、そのうち 1000 万円前後がソーラー施設費用である。しかし、政府が 5 年間にわたって直接、助成金を出すシステムであるので、実質的な個人負担はほとんどない¹³⁾。それでも「売り家」の案内板が散見する。これは、転勤や職場を変える人が若い住民を中心にして、自転車で通勤可能な 20 km 以内のところに移住するためである。環境にやさしい自転車通勤者も急増しており、自転車専用道路も公共投資の重点となっている。この街が注目されるのは太陽光発電だけでなく、地球環境と共生していく「サステナビリティ」の理念で、住宅や道路などの建材もすべて地球にやさしいものと寿命の長いものが利活用されている。

またロッテルダムの公共図書館の屋根はすべてソーラーパネルでおおわれており、年間を通して一定の温度に維持されており、電気代はほとんどかかっていない。このような太陽エネルギーに大きく依存する街づくりは、今後も急増していくことは必至である。その背景には、エネルギー制約がますます顕在化していることがあり、国際的な視点からのエネルギー管理が必要になってきたことがある¹⁴⁾。

なお、日本の太陽光発電の設備容量は 98 年度末で 13.3 万キロワットであった。世界全体では 39.2 万キロワットなので、実に 30% 以上のシェアを占めている(2 位は米の 10 万キロワット、3 位は独の 5.4 万キロワット)。昭和 50 年頃ではワット当たりのコストは 2 万円台であったのが、

現在では500円台になり、発電効率も8%程度だったのが20%に向上しており、技術開発の進展がさらに期待される¹⁵⁾。今後は都市の住宅、とくに集合住宅にもヒートアイランド防止のために屋上緑化の義務付けとともに、ソーラーの付置義務をつくるなどして省エネルギー都市形成への一助とすべきであろう。

6. 都市環境保全と持続可能社会の実現

「経済大国」としての日本経済の一日も早い再生は、国民だけでなく世界から真摯に求められている。少子高齢社会が本格化し、経済発展にエネルギー資源の制約も加わった厳しい環境下の21世紀に日本が対応していくためには、前世紀からの後遺症であるデフレ経済から脱出するためにも、都市の再生をいかに早急に実現していくかとともに、「環境への世紀」である21世紀にふさわしい社会、経済、文化システムの再構築が求められてきている。

この2つのことは、人類の安寧と日本経済の再生のためにも、同時に早急に解決しなければならない課題でもある。この解決のためのキーワードが「都市」であることは言うまでもない。環境をより高めていくことが地球環境悪化を阻止することにもなり、都市を再生することが日本経済の再生に結びつくことになる。都市をめぐる環境保全と再生とは相克のものであってはならず、共生、共存することによってはじめて真の解決が可能となり、日本経済に再び活力を導入することになる。

これらを実現するためには、理論的な裏付けが必要となるが、その社会的ニーズに学問領域が必ずしも応えていない。わが国では、近代化のはじまった明治以来、学問は社会のニーズに適格に対応しておらず、むしろそれを否定するムードが学会における主流を占めていた。とくに人文、社会科学系においてその感が強かったことは否めない。実学的な学問領域を否定、軽視し、産官学との共同化には躊躇する雰囲気がかつて強かった。しかし、社会の発展と人類の安寧に直接役立つ領域を研究、教育していくべきという学会に対する要望は、学問のグローバル化とともに、一段と強くなってきた。

バブル発生と崩壊、これまでの劣悪な住環境の改善などに対して、学会として積極的な関与はほとんど見られなかった。この点が、アメリカにおける社会と学問とのあり方と比較して、根本的な違いがあったことは認めざるを得ない。

明治末期から大正にかけての大阪を中心とした地価の高騰時に、都市問題や不動産学の必要性が一部の研究者や民間人から強く要望されたが大勢に至らなかった¹⁶⁾。戦後でも高度成長期の持続的な地価上昇に際しても、時代の潮流に敏感に対応できなかった。1920年代の地価、株バブルが30年代に崩壊した現実を直視し、不動産学・都市学の研究が活発化し、現在では千余の大学で何らかの不動産・住宅・都市教育などを実施しているアメリカと日本ではかなりの乖離が

見られる。日本では都市の住環境向上にとっても多くの学会の関与は大同小異であった。

しかし、学問・学会には科学技術の進歩とともに、あるいはそれをむしろ先取りしていく役割と責務が強く求められてきている。

このような学問の対応の遅れを21世紀には起こしてはならない。とりわけ、地球環境と密接な関係を有する都市問題を究明する学問領域にあっては、その要望はとりわけ大きく、強い。都市環境の中核に都市における住宅問題がある。環境を重視した居住環境をどう創造していくべきかは、前世紀に引き続いて、21世紀にあっても重要なテーマである。しかもアジアへの研究成果のトランスファーは、地球環境との共生の視点からも本学会がはたすべき重要な役割の一つである。

激動の21世紀にあって、「科学者の国会」として位置づけられている日本学術会議(吉川弘之会長)の下で、「科学技術と社会の観点から見た20世紀の総括とともに、21世紀の課題(素案)」が審議されている。

ここでは、20世紀において、「科学技術の発展を支えた社会の枠組み」が「科学技術の飛躍的な発展」を達成した事実を評価・反省して、その「社会的帰結」として、人口爆発・高齢化、絶え間ない戦争、物質志向の風潮、消費の大衆化と平準化、グローバリゼーション、環境汚染、社会の平等化、都市化、労働環境の改善、社会や学問の全体的把握の困難などを指摘している¹⁷⁾。

さらにこのような前提の下で、21世紀における「日本の計画」(Japan Perspective)として、あるべき地球社会に対して、学問が果たすべき課題(案)について問題提示を行っている。

ここでも継続する都市化現象のなかにおいて、グローバル化の進展、地球環境問題、人口爆発がさらに顕著となる21世紀にあって、研究者や学会の果たすべき役割を垣間見ることができる。都市の住宅問題から都市問題全体を視座におきながら都市環境全般を究明していくことが期待されていると考えても大過ないだろう。たまたま筆者の知人で、「都市環境論」を専門領域としている限られた研究者だけでも、MITの総長、リバプール大学の都市環境学部長、ケンブリッジ大学の土地経済学部長などの要職に相次いで就任したのも時代の潮流であろう。これに対して、わが国では学問、学科は皆無であり、カリキュラムですら散見するに過ぎない。ここでも日本の学問領域の遅れが顕著である。この視点からでも、都市問題の研究者は都市環境と地球環境と共生の重要性を率先して提言、実施していくことが求められているのではなかろうか。

-
- 1) 河野稔『世界の人口(第2版)』東京大学出版会、2000年、p.5.
 - 2) The ASAHI GLASS FOUNDATION, *A Better Future for the Planet Earth*, 1997, pp.35-43.
 - 3) 武内和彦・林良嗣「巨大都市の成長と地球環境」『地球環境と巨大都市』、岩波書店、1998年、pp.15-16.
 - 4) 田中啓一「ストック経済化と資産課税」一河秀洋、吉牟田勲、田中啓一、米原淳七郎編『資産政策と資産課税』有斐閣、1998年、pp.117-120.及び田中啓一編『都市環境整備論』有斐閣、2001年、pp.67-85.
 - 5) 河野稔「世界人口の将来」『学術の動向』日本学術会議、第3巻第1号(通巻第22号)1998年1月、p.41.
 - 6) 東京都住宅政策審議会答申、平成13年5月、p.12.
 - 7) 同上、p.7.
 - 8) 日本不動産学会編『高度情報都市における不動産の開発と流通から見た都市開発推進の方策に関する研究』(財)民間都市開発推進機構、1999年3月、pp.121-128.
 - 9) 木村尚三郎「幸せの都市はどこか」『地域開発ニュース』第271号、東京電力㈱、2001年9月、pp.4-5.
 - 10) 田中正秀・熊田禎宣「私的社会保障の拡充と安全・快適な居住空間の確保—リバース・モーゲージシステムの多様化によるネオ武蔵野方式の提言—」、日本不動産学会『平成11年秋季全国大会学術講演会・梗概集』、第15号、pp.69-72.
 - 11) 国土交通省『住宅地審議会答申』2001年8月16日
 - 12) 田中正秀・田中啓一「リバース・モーゲージシステムの利活用による老朽化マンションの建替え促進と財政効果」『会計検査研究』会計検査院、第24号、2001年9月、pp.85-89.
 - 13) Nieuwland, *Het begin van een nieuw leven*, Hoonte Holland, Utrecht, 2000, pp.34-35.
 - 14) Marubn, Thilo, *Beyond Pollution Control; Energy Efficiency Instruments in a Liberalised International Energy Market*, Rudiger Wolfrum(Ed), *Enforcing Environmental Standards: Economic Mechanisms as Viable Means?*, Springer, 1996, pp.301-320.
 - 15) 三澤千代治『2050年の住宅ビジョン』プレジデント社、2001年、p.36.
 - 16) 秋守常太郎『土地国有論』博文館、1920年、p.3.
 - 17) 日本学術会議運営審議附置、日本の計画委員会『日本の計画(JAPNA PERSPECTIVE)ドラフト(案)』日本学術会議、2001年10月、p.3.

循環型社会の構築と企業経営

第3部 会員 貫 隆夫

はじめに

資源枯渇と環境汚染に起因する人類社会の危機に対処するために"循環型社会"の構築が求められている。我々は市場経済(資本主義的市場経済)として特質づけられる世界に住んでおり、したがって市場経済のもとで循環型社会を構築するためにどうすればよいのかということが問題になるが、市場経済を構成する主体は企業、家計、政府の3者、あるいはこれにNPOを加えた4者であり、ここではこれらの主体の中でもっとも主要な役割を果たす企業が循環型社会の構築に向けてどのような経営を行いつつあるのか、また行うべきであるのか、という観点から考えて見ることにする。

資源・環境問題は我々の生活を支える財貨やサービスの供給のあり方、あるいは消費のあり方、要するに経済活動を原因として生じた問題であるので、解決策を考える前に、現行の市場経済のどのような特質が資源・環境問題を生起させたのかを簡単に見ておくことにしよう。

1、資源・環境問題の経済的原因

(1) 無限大という前提

資本主義を肯定する立場からは「競争を通じて生産力を発展させることで社会はますます豊かになれる」と信じてきたし、社会主義を肯定する立場からは「計画を通じて生産力を発展させることで社会はますます豊かになれる」と信じてきた。どちらも、資源と環境との制約を考慮しなかったという点で、したがって資源と環境のキャパシティを無限大と見なした事において変わりはない、ということになる。ただし、地球レベルでの環境制約への認識が生まれたのはまだ近年のことであるのに対し、資源供給の制約については、耕作適地の有限性をはじめ、環境制約に比べるとずっと早くから認識されていたと見ることも出来る。しかし、その場合でも、「必要は発明の母」という諺に示されるように、特定の資源が枯渇しても、人類の叡智を動員すれば代替資源の開発が可能であるはずだ、という楽観が支配していた(いる)という点で、基本的に無限大仮説のもとにあった。また、環境制約についても、必要に応じて「環境に優しい」製品や生産工程の開発が行われるから大丈夫、という楽観は働いている。この場合、環境のキャパシティが無限大というのではなく、環境負荷を削減する人間側の能力が無限大である、ということである。

(2) 市場メカニズムのタイムスパン

「必要は発明の母」、すなわち技術開発力に代表される人間のイノベーション能力(創造力)は

無限であるから、資源や環境に問題が生じてもやがては克服されるはずだ、という楽観ぬきには現実の経済の姿を説明することは出来ない。このような楽観の存在を証明することは簡単であって、我々の生活を支える資源がいずれは枯渇するものであるなら、枯渇することを認識した時点で、その資源の価格はなんらかの方法で再生産するためのコストを含むものになり、例えば石油資源の枯渇が認識された時点で石油価格は人造石油の生産コストを基礎に設定されるはずである。現実には石油ショック以後も石油価格はそのようなレベルに上昇することもなく、石油価格は採掘権利料、採掘コスト、精製コスト、物流コスト、販売コスト、採掘から販売に至る関連業者の利益額、などを含みはしても、石油残存量をこれ以上減らさないための石油そのものの再生産コストを含んではいない。だからこそ、枯渇性資源ではないミネラルウォーターの価格とガソリン価格にほとんど差がないという、信じられないことが当たり前のように起こる。

もし、代替資源の見通しがすでに確実についているというのなら話しは別であるが、現状はエネルギー源としても生産原料としても石油資源に替わる資源の見通しがついていないわけではない。石油資源の余命はあと45年前後という見通しではほぼ一致しており、しかも45年以内の代替資源開発が保証されているわけでは決してないのに石油価格の暴騰も起こらず、石油消費量の激減も起こらない。一世代30年より先のことは価格メカニズムに反映されないようである。要するに、市場で成立する取引価格が想定しているタイムスパンは本質的に短期指向であり、資源枯渇や環境汚染という長期スパンの対応を必要とする物事に対してはほとんど機能しない。

地球を一つの家庭とみなし、“地球家政学”を考えるとすると、健全な家庭であれば、収入が確定して後、あるいは少なくとも確実な収入の見通しが立ってはじめて消費を行うはずである。「必要は発明の母」であるとしても“必要”は発明の充分条件ではないから、発明の成果が確定されるまでは枯渇性資源の消費を節減すべきであるが、燃費の節約など単位当り使用効率の向上は見られるとしても総量としての消費量は増大を続けている。“必要”はすでにあるのに発明はまだ生まれない。現状は、将来の発明を当てにして発明の成果を先取りしつつ、これまで通りの大量消費を続けている浪費癖の止まない家庭、と見る事が出来る。喧伝される「多品種小量生産」とは品種当りの生産量の少量化ではあっても、企業単位あたりの生産量の少量化を意味するものではないし、人口規模の増大と生活水準の上昇を考慮すると、地球レベルでの工業生産は今後も総量としての大量生産を宿命づけられており、地球家政学的には資産の食いつぶしで家計はますます悪化の一途を辿っているのである。

(3) 環境の外部性

環境問題の原因としては、環境負荷の増大を“外部不経済”として市場の外に放り出してしまいう市場経済の不完全性(「市場の失敗」)がつとに周知である。エネルギー多消費型のアメリカ的なライフスタイルで環境に負荷を与えても貨幣的ペナルティがなく、森林を伐採せず環境に貢献し

ても別に収入が得られるわけではない。収入を得るためには森林を伐採してコーヒーやカカオなど換金作物を栽培するほかない。炭素税の導入や排出権取引など外部不経済の内部化の試みがさまざまな形で為されるのはこのためである。(1)に挙げた資源・環境キャパシティの無限大仮説、および、(2)に挙げたタイムスパンの短期性という問題は、いずれもここで述べた外部性の克服によって解消する問題であり、したがって解決の方途は資源・環境をいかに市場経済において内部化するかという問題として認識される。

以下において資源・環境を内部化する諸方策について述べる。

2、資源・環境の内部化のための諸方策

(1) 消費者意識の向上による内部化

環境負荷が自然の浄化力を超えて環境問題が発生し、その深刻さが消費者にも意識されるようになると、購買行動において消費者は環境負荷の低い商品を優先するようになる。そこで、企業としても自社の生産工程や製品が「環境に優しい」ものであることを消費者にアピールすることがマーケティングの上からも必要あるいは有効になる。グリーン・マーケティングというコンセプトは環境への配慮を消費者に訴求することをマーケティング戦略の中心に据える考え方であるが、アサヒビールの「廃棄物再資源化 100%宣言」に見られるように、環境問題への配慮が売れ行きに好影響をもたらすようになると、企業は競って環境対策を講じるようになる。いわば市場の力が環境対策を求め、企業としてはそれに応えざるを得ない状況が生まれる。

こうして消費者の意識が変われば、環境対策は市場原理によっても推進される動因を持っているのであるが、市場原理の範囲で環境問題が解決されるほどに事は簡単ではない。環境対策はそれが資源消費量の節約を伴う場合は採算性からしても企業にとってメリットがあり、さらにたとえば環境対策の結果コストアップになったとしても、環境対策が消費者によって評価され販売増につながるか、販売増につながらないまでもコストアップ分を上乗せした価格でこれまでの販売量を確保できるのであれば、環境対策と採算性は対立しない。しかし、環境対策のためのコストアップ分を価格に上乗せできない、あるいは上乗せすれば販売量の減少につながる場合には、その環境対策は採算性の減少すなわち利益率の低下を伴うことになる。企業の立場からすればそれ以上の環境対策を講じるためには利益が犠牲になってしまうという均衡点が存在することになる。消費者が「環境に優しい」という理由でどこまで価格が割高であっても買ってくれるかという限界は国によって、つまり国民の環境意識のあり方によって異なるが、「ドイツでは2割高くらいまでが許容され、日本では1割、他のアジア諸国ではゼロ」と言われるように、これにも一定の限界がある。

もちろん、企業の採算性からする環境対策の限界をどのレベルで設定するかということは、環境問題がもたらす市場の変化を個別の企業がどのようなタイムスパンで考えるかによっても異なってくる。長期的な動向に留意して、短期的には企業収益を圧迫するとしても市場の変化を先取りする形で環境対策を講じるという戦略は、トヨタのハイブリッドカー「プリウス」に見られるように、当然考えられる。

(2) 生産者意識の向上による内部化

消費者意識の変化に対応して企業の意識も変わる。技術力・資金力に余裕のある企業、環境問題への全力対応を企業理念として持つ企業、さらには環境対策の先進性をアピールして企業イメージを高めることで業績の拡大を意図する企業等々は、自発的に資源・環境問題への対応を図る。法律の定める基準を超えて、より高いレベルで環境対策を実施しようとする場合は、企業倫理に基づく環境対策として一括することができよう。要するに、法的規制によって強制されている以上の環境対策を自らの意志で行うとき、それは企業倫理による環境対応である。近年、企業倫理をめぐる議論が活発になっているが、この動きは旧共産圏を含めて市場経済が地球規模で拡大している状況の下で、従来の市場メカニズムによるだけでは環境問題の克服が困難であること(「市場の失敗」)、法的規制によるだけでは環境対策が十分なレベルで実施され得ない(「政府の失敗」)、という事情を反映しており、企業自らの自発的意志による最大限の環境対応が推進されない限り環境問題克服の展望が拓けてこないことを含意している。

問題はこのような企業倫理に基づく環境対策がどれほど広範に行われるかということであり、また、最低基準を超える環境対策がどこまで最低基準を超えることができるかということである。つまり、1)企業倫理に基づいて環境対策を行う企業が世界の企業全体に占める比重と、2)企業倫理によって行われる環境対策がどの程度のレベルで法的規制が求めるものを超えているか、という2つの変数によって企業倫理の効果は影響を受ける。環境対策がコストを要するものである以上、そして消費者による購買選択の判断基準において製品価格の占める比重が依然として高い以上、企業倫理による環境対応には競争力確保の観点から制約を受けざるを得ない。企業倫理の高さは企業の環境対策のレベルを高めるものではあるが、どれほど強い倫理観を持つとしてもそれによってその企業が環境に排出する環境負荷をゼロにすることを保証するものではない。一般に投入効果/投入費用の比率は逡減するから、あるレベルを超えて環境負荷を削減しようするとそれに要する投入費用は逡増する。したがって、企業倫理すなわち法的規制を超える環境対策(規制値よりも少ない負荷量)を規制値からの乖離の程度に応じて計数化するとすれば、"企業倫理単位当り"のコストは逡増すると見なければならない。我々は企業倫理の持つ重要性を十分に評価するとともに、その限界をも認識する必要がある、過大な期待を企業倫理に求めることはできない。

(3) 課税と助成(「市場の修正」)による内部化

環境負荷を与える製品やサービスの生産や消費に対して課徴金ないし税の徴収を行うことによって、市場における費用・価格の水準を直接的に修正し、生産・消費に対して環境を配慮した行動を促すことができる。排出課徴金、使用者課徴金、環境税、デポジット制などがその例である。

また、環境負荷を減らす技術の開発や生産設備に対して、助成金、低利融資、特別償却等の方法でインセンティブを与え、間接的に費用・価格水準を修正することが出来る。

これらの方法の限界は、行政コストの問題を別にしても、課税や課徴金のレベルを高くすることによる競争力の低下、あるいは製品価格上昇による生活レベルの低下、などに対する反発を考慮せざるを得ない事である。

(4) 取引権創設(「市場の創設」)による内部化

天然資源保護のための採取上限や環境負荷の許容量を設定し、その上限の範囲内で許可証を発行し、許可証が割り当てられた後は、その売買を認めることで採取権ないし汚染権に取引可能性を付与し、資源や環境に市場を創設する。この方法は上限の設定が妥当である限りは総量規制の手段となり得るし、汚染削減を効率的に行う自信のない企業が生産量を増やそうとすれば、お金を払って許可証を買わざるをえず、結果的に汚染削減を促進する効果をもつ。

この方法が環境負荷の削減に効果を持つためには、前提として、初期割当量がすでに発生している汚染量よりも少ないか、割当量が時間の経過と共に削減されるということである。

(5) 直接規制の強化による内部化

消費者や企業の意識変化だけでは環境対策のレベルに限界があり、課税や取引権という経済的インセンティブは当事者間で合意が成立することが前提となる。環境負荷の削減を市場取引を介さず実現しようとするれば、法的規制のもつ拘束力によって環境対策のレベルを引き上げることになる。容器包装リサイクル法や家電リサイクル法などわが国の法規制もドイツなどを追隨する形で相次いで強化されているが、ISO14000 シリーズなどの認証取得が取引条件として実質的に義務付けられる場合には、それが法的規制ではなくともデファクトの規制と考えられる。

法的規制は市場メカニズムの限界を法律の持つ強制力によって突破しようとするものであるが、しかし、これにも自ずから限界がある。あまり厳しい規制ではそれを遵守するためのコストが掛かりすぎて規制がより緩やかな地域との競争力の差を生んでしまい、資金的・技術的な理由で規制を守れない企業の撤退が多すぎると雇用面での問題が生じよう。

法的規制はその本質からして、業界の大部分の企業がある程度努力すれば到達可能なレベルに設定せざるを得ないという意味で、現実との妥協の産物であり、したがって、その規制の効果は

それによって環境問題が解決されるというより、問題の深刻化にある程度歯止めを掛けるという緩和策としての意義を持つものである。たとえば自動車の排出ガス規制に見られる様に、個別の自動車としての排出を規制するとしてもそれは排出ガスをゼロにするものではないし、また総量としての排出ガスを規制するものでもない。自動車の保有台数が増えれば総量としての排出ガス量は増加するし、全世界的に統一した規制が適用されるわけでもないので、グローバルにみると排出ガス量は規制の強化にもかかわらず増大し続けるという現実がみられる。

法的規制の問題は国家ないし自治体の強制力を以って適用されるものであるから、グローバルな環境問題に対処するためには国家間の合意によって地球的な規模で適用されないことには実効を挙げることが難しい。しかし、主として化石燃料の利用を原因とする二酸化炭素の排出規制について典型的に見られる様に、協定に至るまでに先進国間(日欧対アメリカ)で対立があっただけでなく、すでにある程度経済成長を遂げた先進国とこれから成長軌道に入りたい途上国との南北対立が厳しい。国際協定による環境規制は各国の利害が錯綜して国内法による規制よりもさらに妥協の産物とならざるを得ない。

かくして、市場や規制による対策に一定の限界があるとすれば、資源と環境の無限大仮説が成り立たなくなった現在、無限大仮説を充たし得る唯一の要因は人間の知能が生み出す技術に求めざるを得ない。

3、技術水準の向上による環境負荷の削減

経済成長率をゼロあるいはマイナスにすることによって環境負荷量の発生を削減することは「環境独裁」とでも言うべき政治体制が選択されない限り不可能と考えられるので、現実的には環境負荷を自然浄化力の範囲内にまで削減することを究極の目標とする技術の開発が指向される。地下資源を高温高压で加工する現在の生産技術からの脱却の方向は生物資源を中心とする地上資源の常温常圧加工ということになるが、廃水処理技術の確立、解体・分別しやすい製品設計、代替原料の開発など、この分野の開発テーマはほとんど無限である。

生産技術の発達には産業革命以降その多くが機械化・自動化によって労働力を節約すること、つまり省力化を指向する方向で発達してきた。それは、労働力の利用に対して人件費を払わなければならないという資本主義経済の性格がもたらす必然的な方向性であったと見ることができるが、他方で環境負荷はいわゆる外部不経済の問題であり、企業の収益計算の枠外であるために、負荷発生量の削減を目指す方向での技術開発はそれが原材料消費の削減を通してコスト節減に貢献するものでない限り永きに渡って放置されてきたと言えよう。

こうして、技術の発達は資本主義経済の市場原理に規定されてその方向性とレベルが決まるものであり、また、法的規制や企業倫理のあり方によっても影響を受けるから、独立変数と見るわけには行かない。それでもなお、技術の有り方によって環境に要するコストが変化し、またコス

ト競争力のある代替資源が実用化されれば、法的規制や企業倫理の応援を借りなくとも環境対策が自発的に取られることになるので、ここでは環境負荷の削減に貢献する以下のような技術領域を、その限界と共に、見ておくことにする。

- 1) 盗源探査・採掘技術の向上を図る。
- 2) 燃費改善や歩留まり向上など資源利用効率の向上を図る。
- 3) 太陽エネルギーや海水など無尽蔵資源の活用を図る。
- 4) 再生産可能資源である生物資源の活用を図る。
- 5) 枯渇性資源の循環利用を図る。(リユースとリサイクル)
- 6) 製品耐用年数の増大を図る。(高耐久化)

1) 資源探査・採掘技術

探査や採掘技術の発達には枯渇の時期を先延ばしすることは出来ても、枯渇そのものを回避することは出来ない。したがって、探査・採掘技術の発達は資源・環境問題への抜本策ではあり得ないのであるが、これまで人工衛星からの情報解析による新油田の発見やより深部からの採掘を可能にする採掘技術の発達で可採埋蔵量が増大したことなど、省エネ技術の発達とあいまって、「あと40年」と言われた石油残存年数が何時まで経っても減らない、むしろ「あと45年」という具合に若干延長の傾向にあるということも事実である。この意味で探査・採掘技術の向上は代替資源の開発までの時間稼ぎの方法として重要なのであるが、枯渇性資源という言葉が示すように、存在量が無限ではない以上、探査・採掘技術の発達による対応には原理的限界がある。

2) 利用効率向上

有限の資源であってもその利用効率を向上させることで利用可能期間を増大させることが出来る。資源枯渇の時期を先延ばしできるという意味では、省エネに代表される利用効率の向上は探査・採掘技術の向上と同様の効果を持つが、同じ生産量であってもそこで消費される資源量が少なければ環境負荷の排出量もそのぶん少ないから、環境的には利用効率の向上は探査・採掘技術の向上による対応よりも望ましい。

しかし、たとえばガソリンエンジンとしての燃費向上や家電製品の省エネ技術もほぼ限界に近づいており、大幅な向上を期待することはできない(だからこそ、京都議定書に計画された二酸化炭素排出量削減案の実行が各国とも困難となっている)。また、単体としての効率向上はあり得ても、台数の増加によって総量としての消費量は増えており、グローバルなモータリゼーションの進行は燃費効率の著しい向上にもかかわらず世界全体としての石油消費量を増大させている。

3) 無尽蔵資源

資源枯渇を抜本的に解決する方法は、利用資源を枯渇性資源ではなく無尽蔵資源によって賄うことである。太陽エネルギーや風力、潮力などをエネルギー源として利用し、土砂や岩石などを原材料として製品生産を行えば、資源の枯渇を心配する必要はなくなる。

しかし、たとえば太陽エネルギーなど無尽蔵といわれるものは極めて分散的なエネルギーであり、エネルギー源として利用するためにはエネルギーの生産と配送のための施設が必要になる。そして、温水器がアルミで作られ、アルミの生産プロセスである電解工程への電力供給が大部分、石油や原子力など枯渇性資源依存型の電力によって賄われているように、その施設自体と施設生産工程は枯渇性資源への依存度が高い。

4) 生物資源

生物資源は種子から育てることで資源を得ることが出来るという意味で再生産可能資源であり、資源枯渇問題への対策としては無尽蔵資源の利用と並んで抜本的対策である。さらに、太陽エネルギー利用による発電の際にアルミ枠など枯渇性資源との抱き合わせ利用が必要になると異なり、生物資源の利用は、エネルギー源としての薪の利用やサトウキビから作るアルコール燃料の利用に見られるように、枯渇性資源との抱き合わせ利用の必要度が相対的に小さい。この点からも、生物資源の利用には大きな期待が寄せられている。

しかし、生物資源の生産は耕地など土地スペースを必要とする。人口増加に伴って食料増産のために必要な耕地面積は今後も不足が危惧されており、生物資源の供給増大を図るとすれば、土地利用のあり方をめぐって優先度の高い食糧生産との衝突が起こる。

5) 循環利用(リサイクル)

資源・環境問題への対応として近年もっとも注目を集めているのは廃棄物の再利用という意味での資源の循環利用すなわちリサイクルということである。平成12年(2000年)に公布された「循環型社会形成推進基本法」における「循環型社会」の英訳は"recycling-based society"となっており、循環型社会のキー・コンセプトがリサイクルであるという印象を受ける。

しかし、リサイクルのためには廃棄された資源の回収、分解、再加工などの工程が必要であり、そのためには新たなエネルギーの追加投入が必要となる。武田邦彦氏はその著『リサイクル幻想』において、ペットボトルやプラスチック部品などの回収によって節約される石油資源量よりも回収・再生のために消費される石油資源量の方がはるかに大きく(約4倍)、エコバランスとしてはマイナスになると指摘している。つまり、リサイクルはリサイクルによる質の劣化という問題の他に、はたしてリサイクルが本当に資源節約効果を持つのかどうかという点で、大きな疑問がある。武田邦彦氏の結論は、アルミなどの金属資源の一部を除いてマテリアルリサイクルには資源

節約効果がなく、特にプラスチック類は回収した後は燃やして、その熱の有効利用を考える方が合理的である、というものである。

6). 高耐久化

リサイクルのためには資源の追加投入が不可欠だから、もっとも望ましいのは資源の追加投入を必要としない耐用年数の増大である。たとえば自動車を10回リサイクルするよりも自動車の耐用年数を10倍にする方がはるかに資源節約的である。耐久性がマイナス効果を持つのは、高耐久化のために耐用年数の増加率を上回る資源投入率の増大(コスト増大)が必要になる場合と、耐用年数が経過する間に製品(たとえば冷蔵庫)の省エネ技術が進歩し、製品廃棄にともなうリサイクルコストよりも残存耐用年数における(新製品に買い替えた場合の)省エネ効果の方が大きくなる場合、の二つのケースである。この二つに該当しない限り、高耐久化こそ、資源・環境問題の抜本的解決策である。

高耐久化を実現するにはそれだけの技術的革新が必要であり、年月の経過に伴う質的劣化を抑えて長期にわたる耐用年数を確保することは容易なことではないが、高耐久化については既存の技術によっても可能なものも少なくない。たとえば、武田邦彦氏の試算によると、プラスチック素材と耐用年数との関係は次のようになっている。

プラスチックの種類	耐用年数	価格/kg
汎用プラスチック	数年	100 - 150円
ポリエチレン		
ポリプロピレン		
エンジニアリング・プラスチック	数百年	200 - 300円
ポリカーボネート		
スーパー・エンジニアリング・プラスチック	数十万年	1000 - 1500円
ポリアミド		
ポリエーテルエーテルケトン		

(武田邦彦『リサイクル幻想』文春新書 151～153頁より作成)

表1より明らかなように、コストを耐用年数で割って得られる1年間当りコストは汎用プラスチックとエンジニアリング・プラスチックとを比較した場合、コストを2倍にするだけで耐用年数は約100倍になるわけだから、エンジニアリング・プラスチックを使った方が年間当り素材コストは圧倒的に節約できる。換言すれば、年間当り素材消費量はエンジニアリング・プラスチッ

クを使った方がはるかに節約的である。スーパー・エンジニアリング・プラスチックを使えば汎用プラスチックの約 10 倍のコストを掛けるだけで耐用年数は約 10000 倍になり、コスト・パフォーマンスはさらに向上する。

このように耐用年数 1 年間当り素材コストについてエンジニアリング・プラスチックやスーパー・エンジニアリング・プラスチックを使った方がはるかにコスト節約的ないし素材節約的であるにもかかわらず、実際には汎用プラスチックが素材として使用されることが多い理由として、製品自体にそもそも数百年という耐用年数が必要でないということのほか、たとえ数年以上にわたる耐用年数が望ましい場合でも耐用年数の増大に比例する価格引き上げが期待できない場合は、年間当り買い替え需要の減少をおそれて耐久素材の使用が見送られる、という状況も十分に想定可能である。すなわち、高耐久化実現の困難は技術的困難だけではない。高耐久化には、市場経済のなかに置かれている企業にとって、そもそもそれを目指す経営上のインセンティブがない。高耐久化についてインセンティブが存在するとすれば、先に挙げた、耐用年数の増大に比例する価格上昇が期待できる、高耐久性があることで「あのメーカーの製品は他社より長持ちする」という評価を得て当該メーカーの市場シェアが増大し、買い替えサイクルの長期化にもかかわらず年間売上高の上昇が期待できる、という 2 つの場合であろう。高耐久化を市場経済の条件下で実現する方法について、以下さらに考えてみる。

4、高耐久化を実現する経営的条件

高耐久化を経営的に可能にするためには、耐久性の向上と採算性の確保が両立しなければならない。耐久性と採算性の両立の方途として以下に示す 6 つが考えられる。

1) 本物指向

すでに触れたように、耐久性の向上に見合った価格上昇を実現できれば、年間当り売上収入の水準を維持することができる。ニーズが満たされた「市場の成熟」という条件の下では、人々の指向は自己のウォンツを満たすものに向かう。洗剤やトイレトペーパーなどの消耗品を除いて、自分の身につけたり、身の回りに置いたりするモノについては、低価格であることよりも、自分がそれを欲しいと思うか否か、自分の感性に適合するものであるかどうか、要するに自分にとって本物であるかどうか、購買行動を決定する要因になる。特に、家具や時計など、すでに機能的にこれ以上進歩する必要のない商品、いわゆる機能成熟商品については何時まで使っても飽きの来ない、使うことに誇りを感じることでできる本物としての要件を備えているかどうかが決定的に重要であり、その場合、本物としての特性は、(1) 基本的な機能において優れていること、(2) デザインが美しく独創的であること、(3) 作り手の熟練と真心が体化された風格と温もりを具えていること、に加えて、(4) 製品の作りが堅牢であり十分な耐久性があること、が挙げられる。神社のご神木に見られるように、数百年を経た大木は若い木にくらべてたんなる(幹

の)直径の違いを超えた神聖さを我々に感じさせる。耐久性のある製品に我々が感じる一種畏敬の思いも、これからその製品が経過するであろう時間の重みが、限られた時間を生きる我々に迫ってくるからである。

本物としての要件を具え、それを消費者に訴求する適切なマーケティングと組み合わせることに成功すれば、その商品はブランド品として非ブランド品にくらべて格段に高価な価格設定が可能になり、耐用年数の増大による買い替えサイクルの長期化をカバーすることが可能になる。

2) 部品交換による機能向上

製品機能が発展途上にある機能未成熟商品(たとえばパソコンや自動車)については、機能をバージョンアップあるいはグレードアップするための部品交換を行い、売上収入を部品交換サービスによって確保することができる。個々の部品の耐用年数を高めて製品全体の耐用性を高めつつ、機能向上に必要な部品のみ取り替えを行うという事業のあり方は、製品のまるごとの買い替えに比べ売上金額の減少は免れないから、そのような事業スタイルが消費者に評価され、市場シェアが拡大するという意味での消費者からのサポートが必要になる。また、部品のインターフェースを規格化して取り替え可能な設計にするという技術的要件はもちろん必要であるが、取り替え部品の素材としてのリサイクル性も十分考慮した設計がなされねばならない。

3) メンテナンス・サービス

耐久性を高めたとしても、部品ごとに耐用年数は異なるから、諸他の部品が十分使用可能であるにもかかわらず、ある部品の耐用年数が尽きてしまう、あるいは故障するという状況が生じる。その場合、当該部品の修理や交換のみで対処すれば、製品まるごと廃棄して買い替えるよりはずっと資源節約的である。部品交換を可能にするためにはそれぞれの型式ごとに構成部品を長期にわたって在庫することが必要であり、修理サービスや交換サービスに対する正当な料金体系が用意されねばならない。さらには、予防保全のための定期診断など、総じてメンテナンス・サービスのノウハウと仕組みがより高度に用意される必要がある。

4) 中古品市場の整備

まだ十分に耐用年数が残されている場合でも、好みが変わったり、家族構成の変化などで、製品を手放したくなることは当然考えられる。その場合、中古市場がなければ廃棄物にするほかに、中古市場の存在によってそれは中古品として市場価値を持ち、新たな買い手に引き取られて、流通可能になる。高耐久化はこのような中古市場の存在、すなわち使用に耐える限りそれが有価値物として市場で流通することが出来てはじめて資源節約効果を発揮できる。

かつて、中古市場は宝石・貴金属・カメラ・高級時計など再生費用がほとんどかからず、新品価

格が高い製品を中心とするものであり、それに書籍など新品では手に入らないものなど、限られた品目が付け加わるのみであった。しかし、近年は自動車、CD やゴルフ用品、パソコン、ブランド衣類、家具、など従来中古市場が存在しなかったか、極めて小規模であったもので急速に市場規模が拡大している事例が多く見られる。書籍についても、“book off”店のように新たなビジネスモデルで多店舗展開しているものも見受けられ、古物屋からリサイクルショップに名前が変わっただけではなく、中古市場の存在が全体としてプレゼンスを増している。

中古市場の発展のためには、製品の機能状態を的確に判断できる高度な検査・再生技術、中古品の収集ノウハウの確立、価格設定(値決め)の透明性、保証制度の充実など、幾つかの条件が満たされなければならないが、このような条件が満たされる限り、製品耐用年数の増大によって新たな中古市場が形成される余地はまだ多くの製品種類についてあり得よう。

5) リユース

廃品とされた製品を分解して、再使用(リユース)可能な部品を選別し、必要な洗浄、修理、調整を行って、構成部品として再使用し、あるいは機能アップした部品と取り替えることによって、部品も製品もその耐用年数を最大化することが出来る。リユースは廃棄された製品を分解、洗浄、加熱処理などによって再び素材として利用(再利用)するリサイクルと比較して、素材として再生する工程と素材を部品に加工する工程とを省略できるからエネルギーと原材料の両面ではるかに資源節約的・環境負荷節約的である。この意味で、リサイクルを標榜する企業よりも、リユースに真剣に取り組む企業の方がはるかに環境意識が高いと評価できる。

製品カテゴリー

中古品	ユーザーや流通業者が独自に整備して再使用
再生品	一部の部品交換により機能アップした製品
再製造品	相当数のリユース部品を使用
新造品	全て新品部品を使用

ちなみに、環境先進企業として評価の高い(株)リコーでは部品のリユースに力を入れており、同社ではその製品を次の4つのカテゴリーに分類しているが、全売上高に占める再生品および再製造品のウェイトは漸増傾向にある。

6) リース

以上、高耐久化を促進しつつ企業として売上収入を確保する方途を幾つか述べたが、市場経済という条件の下で高耐久化の技術的可能性を最大限に実現するためには、所有権の販売を中心と

する現行のシステムを利用権(使用权)のリースを中心とするシステムへ転換する必要がある。リースであれば耐用年数が高いほど減価償却後のリース期間が長くなり、メーカーとしても採算的に有利になるからである。この転換が商品生産のどれだけの部分をカバーしてなされるかが、環境負荷の最小化による持続性の確保という点でもっともクリティカルであると思われる。製品の売切りによる販売収入に依存する収益構造では、買い替えサイクルは短い方が望ましいから、資源節約的な高耐久化技術の開発・導入にインセンティブが働かないだけでなく、モデルチェンジや流行の演出など、機能的進歩を伴わない現行モデルの廃棄に傾く弊害を持つ。

売切り販売からリース料による収益構造へ転換することこそ、高耐久性実現の強力な推進力を提供するものである。

産業のできるだけ広い範囲をカバーして売切りからリースへ転換するためには、所有は製品機能を楽しむための方法の一つに過ぎず、リースによっても機能の享受が可能であることを認識し、所有を超越する意識変革を消費者が行うことが必要になろう。また、メーカー自身もメンテナンスやリースなどのサービスヘシフトすることは、資源・環境問題への対処として重要であるだけでなく、内需指向型の産業構造を形成して雇用機会を確保する手段でもあることを認識しなければならない。すなわち、“製品の生産から機能の提供へ”という意識変革がメーカーにとっては必要である。

結び

資源・環境問題の深刻化とともに、競争のあり方も従来型の QCD(品質、コスト、納期)に加えて、環境配慮のレベルを競うものに進化しつつある。とりわけ、機能的に成熟した商品はデザインや耐久性に裏付けられたブランド力の優劣に依存する割合が高くなると共に、環境配慮の優劣が厳しく問われることになる。やがては、環境配慮のあり方如何が、品質と並んで、ブランド力を規定する主要な要因になるものと考えられる。また、パソコンや自動車など機能的進歩の途上にあるものも、例えばパソコンのように CPU など基幹部品をインテルなどの標準品で抑えられている業界では機能面での差別化を図ることが現実には困難であり、環境配慮の優劣の方が差別化戦略としての重要性を増しつつある。自動車についても、トヨタのプリウス車に見られるようにブランドイメージの根幹を価格から環境にシフトさせる傾向が顕著であり、自動車業界の再編成そのものも次世代自動車としての電気自動車の開発をめぐる競争が契機となっている。

こうして、企業経営における環境問題の比重はいっそう大きくなることが予測されるが、企業によってなされる環境マネジメントの進化過程は、汚染物質の工場排出量の削減を図る工程レベルのものから、省エネ製品に代表される製品レベルの環境マネジメント、さらに進んで、製品の耐久性を保証するメンテナンス体制の整備というサービスレベルの環境マネジメントに進化しつつあり、現代は、このようなサービス経営化へのトレンドを十分に踏まえて環境の持続可能性

(sustainability)に配慮することなくして、企業経営の持続可能性もまたあり得ない時代となっている。

(以上)

循環型社会に対する防災科学からの視点

第4部会員 入倉孝次郎

本報告は循環型社会特別委員会の提案する「真の循環型社会を求めて」について防災科学の視点からの考えをまとめたものである。

自然災害の発生状況

20 世紀の科学・技術の発展は、生活を豊かにし福祉を増進させるなどの正の遺産と同時に、化石エネルギーの過度の使用による CO₂ の増加による温暖化の進展、都市への人口集中など大量廃棄物の発生など、自然の物質循環が地域的にも地球規模でもバランスを喪失し環境破壊が深刻化するという負の遺産を残した。地震・火山などの地変や台風など異常気象によって引き起こされる自然災害も図 1 に示されるように 20 世の後半増加の一途をたどっている。特に 1990 年代に入ってから増加が急激となっている。自然災害の発生件数は 90 年代には 60 年代の 3.2 倍、総経済損失は 90 年代に 60 年代の 8.6 倍にもなっている。このような自然災害の増加傾向は災害に脆弱な地域に人口や資産が集中していることを示す⁽¹⁾。

このことは図 2 に示される 1950 年代以降の世界の主な自然災害(死者 1000 名以上)の分布⁽¹⁾からも理解される。日本を含め都市への人口集中地域に大規模な自然災害は集中している。特に、開発途上地域では、都市化が進む一方で、遅れた基盤整備が災害の脆弱性を高めている(1)。

国際防災 10 年の取り組み

20 世紀の人類課題の 1 つである自然災害の軽減のため、国連を中心として 20 世紀の最後の 10 年を「国際防災の 10 年」と定め国際的な災害軽減の取り組みが行われた。この活動は、自然災害の影響評価、事前予測、早期警戒システムの設立、防災知識の普及、そのための国際的技術援助・移転、教育訓練、など多岐にわたる取り組みがなされた。日本ではアジア地域の多国間防災協力を推進するためアジア防災センター(1998 年神戸)が設立され、現在も活発に活動を継続している。国連のプログラムは 1999 年末に終了し、国連の事務総長報告で、本活動が極めて有効かつ先駆的であったと評価する一方、自然災害による犠牲者が減少していないこと、継承する活動の必要性が強調された。それを受けて国連は国際防災の 10 年を継承する「国際防災戦略(ISDR)活動の実施を決めた。このプログラムでは、世界的防災戦略として、自然災害に対して事後の応急対応だけでなく事前の予防の重要性に重点移している⁽²⁾。

この「国際防災の 10 年」成果として、自然災害の発生原因は人類の社会経済活動に密接に関連しており、自然災害軽減の取り組みは短期的には効果的ではないが、持続可能な社会の構築と

という観点からの継続した取り組みが必要である、との認識が国際的に広まったことがあげられる。

阪神・淡路大震災

日本における自然災害は戦後の 1945 年から 1960 年の間 1948 年福井地震や 1959 年伊勢湾台風など 5000 人規模の死者・行方不明者を巨大災害をはじめとして、1000 人を以上の死者の災害が 11 回も起こっている。しかしその後台風などによる風水害や地震などによる災害は毎年起こってはいるが 1000 人を越える死者の災害は 1995 年阪神大震災までは一度も起こらなかった。そのため、1995 年までは日本は世界の防災に関する最先進国という考えが信じられていた⁽³⁾。

阪神・淡路大震災は死者 6400 名を越える戦後最大の災害となった。被害額は直接被害のみで 10 兆円に達する。阪神・淡路大震災において極めて多数の死傷者は建物の倒壊によるものである。死者の約 83% は建物倒壊による圧死で、火事による焼死者が約 13% で、これも住宅密集地に起こった建物倒壊により避難できなかったため、建物倒壊を原因とする死者は合わせて実に 96% にも及ぶ。倒壊した建物の多くは 1981 年の建築基準法の改正以前に建設されたいわゆる既存不適格の住宅であった⁽⁴⁾。

災害の拡大の要因として、地震災害発生直後の情報伝達の困難、交通施設の損壊による極度の交通渋滞、避難、救急救命、消火、緊急輸送など復旧活動の困難さがあった。これらは災害に対する都市の脆弱さを露見するものであった。

循環型社会と防災

20 世紀の科学技術の発展のひずみとして、人口の増加とそれによる化石エネルギーの過度の使用などにより自然の物質循環のバランスが地域的にまた地球規模でも失われたこと、さらに巨大都市の出現とそれに伴う都市の災害に対する脆弱化したこと、などが指摘される。それらの結果として引き起こされている大きな環境問題および災害多発問題の解決の有力な方策の 1 つは「循環型社会」と考えられる。本特別委員会で「循環型社会」とは、「物質・エネルギーへの過度に依存する生活様式、社会組織を改め、それらの利用を最小限にとどめ循環型とし、持続可能な発展をする社会」と考えられている。

この視点からの真の循環型社会は災害の観点からも災害軽減にもっとも効率的社会となるものと考えられる。特別委員会でまとめられた「真の循環型社会」の提言についてここで防災科学からの視点を以下にまとめる。

循環型社会のための都市的システムの改善の方向は、大量生産・大量消費・大量廃棄の「都市的システム」を循環型に改善し環境に負荷を与えない社会の構築にある。これは、住宅密集、道路交通の集中などによる都市のもつ過度の負荷が、都市の脆弱性として大災害の時に最も顕著に現われる、総合防災学の視点と共通する⁽⁵⁾。特別委員会では、解決の方策として、廃棄物の抑

制、製品を循環資源とし、結果として天然資源の消費を抑制する、ことを指摘する。この視点は、地球温暖化の防止だけでなく、自然災害の発生時に災害の拡大の抑止に有効となる。

エネルギー問題に関して、化石エネルギーの供給比率を下げ、再生可能エネルギーへの転換が必要であるが、経済性のみではエネルギー転換は困難となっている。そのため、京都議定書の遵守を考慮すると、短期的には原子力発電の力が必要とされている。このことは、原子力発電所関連設備・施設についてその安全性の国民的合意を得るための地震力など自然災害の力源の予測評価の精度向上と関連する耐震指針など法的整備が重要な要素となる。

工業製品や施設・設備に関して、耐久性の向上により長寿命化をはかり、無駄な人工物を作らない、という考えは単に製品だけの問題ではなく都市施設にも当てはめて考える必要がある。土木・建築構造物の長寿命化は重要課題となる。しかし、現在の多くの構造物は30年程度の寿命を考慮して設計されている。たとえば、耐震性について建築構造物は30年度程度を供用期間として設計がなされている。一方土木構造物の多くは再現期間50年程度と考慮して地震危険度解析がなされている。ただし、建築構造物については1981年の建築基準法の改正で2段階設計の考えを取り入れている。1段階は供用期間に数回程度経験する地震の時に建物損傷が発生しないように許容応力度に基づく弾性設計とする。2段階目で、許容期間中には発生しないが発生可能性のある地震動にたいして多少の損傷はやむをえないが人命に影響を及ぼすような建物倒壊や大きな損傷は起こらないようにする。土木構造物に対しても、1995年阪神大震災以降おなじような2段階設計の考え方が取り入れられ、レベル1、レベル2地震動で、供用期間中には来ない可能性が高い地震力が来ても倒壊はしない工夫がなされている。しかしながら、これまでの設計の考え方では30～50年を供用期間とした設計しかなされていないため、長寿命化を図るには基本的考え方の検討が必要となるであろう。

巨大都市を循環型に改造する方向性の1つとして巨大都市のコンパクト化は災害発生時の避難路の確保、交通システム、情報伝達システムの効率化を可能とするもので被害の拡大の軽減のためにも重要な考えかたである。

おわりに

日本は、アジア地域と共通してアジアモンスーン地帯に位置し、急峻な地形、降雨に恵まれるなど風光明媚な自然的条件をもつが、一方で地震、台風、豪雨、火山噴火などによる災害が発生しやすい国土となっている。その中で、日本は高度の教育力を背景として、科学技術水準の向上に成功し、かつ災害にも強い都市づくりも行ってきた、1990年代の前半までは信じられてきた。しかしながら、1995年阪神・淡路大震災に露見したように災害に対する脆弱性も持っている。

持続可能な人類社会の発展のためには、循環型社会の形成が必須条件であり、そのためには高度の科学技術、産業の発達が必要になる。この循環型社会構築の考えは災害に強い都市づくりの

考えと多くの部分で共通している。日本が自然災害に対する脆弱性を克服するには循環型社会と歩調を合わせた都市の改善が必要とされる。

循環型社会に有効な産業技術の構築と同時に災害に強い街づくりのための科学技術の高度化を行い、その技術情報をアジア地域、さらに世界の各地域に伝達することは科学技術先進国としての日本の責任と考える。

参考文献

- (1) 京都大学防災研究所：「21世紀の災害とその研究」，2001年4月
- (2) 内閣府編：平成14年防災白書，2002年6月
- (3) 京都大学防災研究所：防災学ハンドブック，2001年4月
- (4) 内閣府ホームページ：中央防災会議「第7回東南海・南海地震に関する専門調査会」資料、2002年12月24日。
- (5) 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会：防災に関する研究開発の推進ほうさくについて，2003年3月。

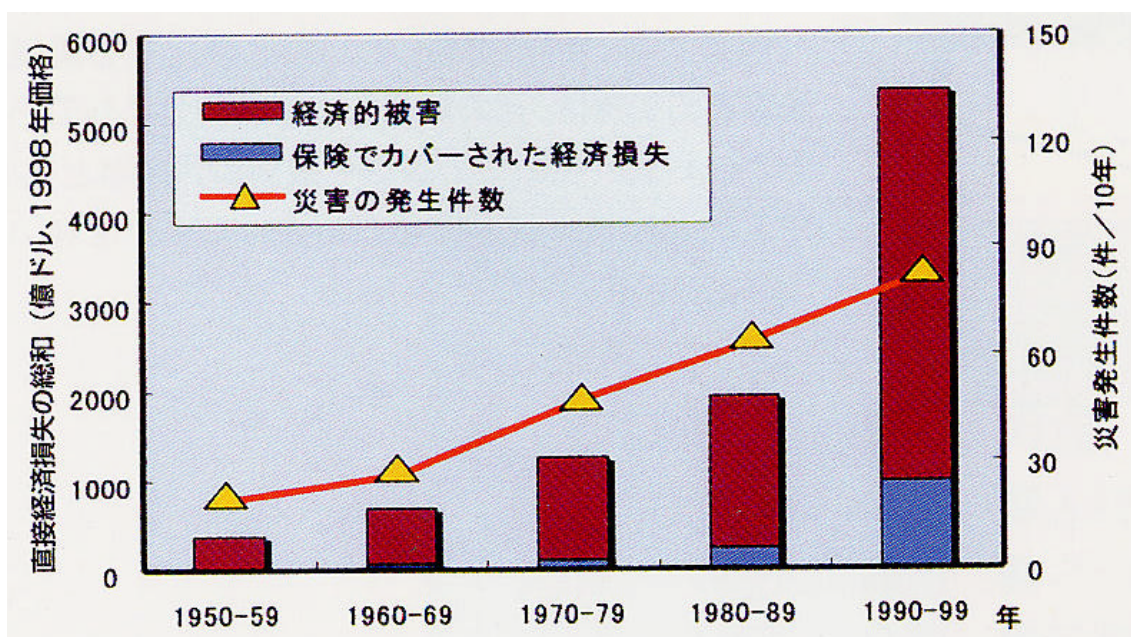


図 1 . 自然災害の発生件数と経済損失の変化 (世界総計)

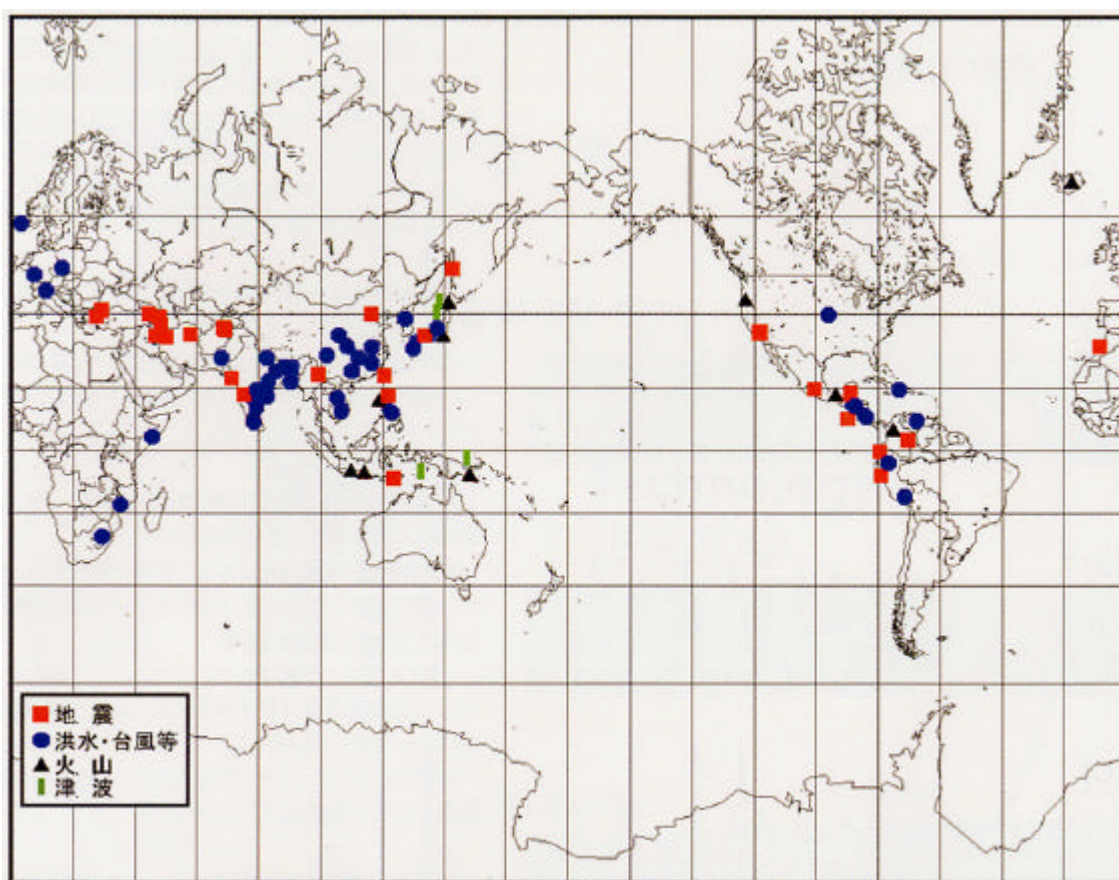


図 2 . 1950 年以降の死者・行方不明者 1000 人以上の大規模な自然災害

循環型社会とグリーンケミストリー

第4部会員 村橋 俊一

1. はじめに

世界の人口は1950年には25億人であったが、2000年には60億人を超えており、従来の拡大・発展を前提としたエネルギーや資源を大量に消費する社会の仕組みでは、地球の資源の供給能力と環境処理能力の両方で破綻に近づいている。そのような事態の中で我々は人間の活動と地球の能力とのバランスの上に立った持続可能な循環型社会を構築しなければならないが、その重要な鍵となるものづくり、機能づくりにどう取り組むべきかについて、グリーンケミストリーの観点から検討してみたい。

化学および化学工業はこれまで食糧確保のための肥料や農薬の供給を始めとして、合成樹脂、合成繊維、合成ゴム、医薬品など多くの物質を安定的に供給して人間生活を豊かにしてきたが、これからはCO₂の排出量を指標としてエネルギー資源を使用するとともに、資源の有効利用と再使用を包括した理想に近い循環型社会を実現してゆくために環境にやさしいものづくり、機能づくりを推進することが求められる。

2. グリーンケミストリーの考え方

各国ではこれまで環境に対する種々の取り組みが行われてきたが、その戦略は大きく変化してきている。例えば、米国では1970年から1990年にかけて、環境汚染物質の排出規制と廃棄物処理を行うことに主眼を置き、法律の数を3倍に増やして『環境保全』(Protection)を目的とした政策を行った。産業界もこれに応じて1000-1500億ドル/年を支出したが、環境の改善には繋がらなかった。そこで1990年、危険性と有害性がより低い製品や化学プロセスの開発を推奨する『環境汚染防止』(Prevention)を行う政策に転換し、産学官の連携がすすめられた。グリーンケミストリー(GC)の概念はこうした背景のもとに生まれた。

米国の環境保護局(EPA)によれば、『GCとは化学品の設計・製造から廃棄・リサイクルまで全サイクルにわたって、人間の健康や環境に害を与える原料、反応剤、反応、溶媒、製品をより安全で環境に影響を与えないものへの変換を推進し、変換収率、選択性の高い触媒プロセスの開発によって廃棄物の少ないシステムを構築すること』とし、クリントン大統領は、化学品のライフサイクルで発生する環境汚染をグリーンケミストリーによって元から断ち環境保全(protection)に消費される社会資源を減少させる事を目標として、環境汚染の防止(Prevention)を優先させる政策を推進した。

わが国でもグリーン・サステナブルケミストリーネットワークが2000年に産学官の協力により発足し、『合成、使用、廃棄、リサイクルの全過程にわたり、環境リスクを最小にするための活動』が始まっている。化学産業界ではこれより先1995年から世界的な化学産業の動きと連動して、レスポンシブルケア(RC)活動を行っている。この運動は化学物質の開発から廃棄にいたる全ての課程において、1)環境保護 2)保安防災 3)労働安全衛生 4)化学品安全を目指す企業の自主活動として行われている。

3. グリーンケミストリーの目指すもの

GCは化学品の設計・製造から廃棄・リサイクルまで全サイクルにわたって、安全で環境に影響を与えないものへの変換を推進し、廃棄物の少ないシステムを構築することを目標としている。

米国の環境省のAnastasの提唱しているGCの12原則は 1) 廃棄物は生成してから処理するのではなく、生成しないようにする 2) 合成は使った原料をできるだけ製品の中に取り込むように設計・合成する 3) 人の健康や環境に対して毒性が少ない物質を使い、また、有毒物質が生成しないよう設計・合成する 4) 化学製品はその機能・効用を損なわず、毒性を下げるようにする 5) 溶媒、分離剤などの反応補助物質はできる限り使わないか、もし使っても無害なものを使う 6) エネルギー消費は環境や経済への影響を考慮して最少にする 7) 原料物質は技術的、経済的に実行可能な限り、枯渇性ではなく再生可能なものを使う 8) 合成中不要な修飾は可能な限り避ける 9) できるだけ選択的な触媒反応を開発して用いる 10) 化学製品は使用後、環境中に残留せず無害物質に分解するようにする 11) 進んだ計測技術によりプロセスの計測を行い、有害物質の生成を抑制する 12) 化学物質の排出、爆発、火災などの化学事故の可能性を最少にするよう選択する であり、これらの条件をできるだけ多く満たして新しい機能を創出するべきであるというものである。

その結果として化学プロセスおよび化学品がもたらす環境負荷が大幅に低減し、経済性、効率が向上する。自由経済の社会ではインセンティブが働く事が重要であり、環境負荷が小さく機能の優れた製品を安くつくり、速く届けることにより、経済性、そして結果的には競争力を持つ事になる。さらに大変重要なことであるが、GCは化学と社会の信頼関係を築くことに大きな役割を果たすであろう。

4. グリーンケミストリーの実践

持続可能な社会をつくるためにはGCの視点に立った新しい技術を創出し、現存の製品、あるいは製法を常に積極的により良いものに取り替えてゆこうと行動する事が重要である。ここでは、a) 環境負荷の小さい安全な製品を創製して環境負荷が大きい製品と置き換える b) 環境に調和したグリーンな物質変換プロセスを創製する c) コンビナトリアルケミストリー、マイク

ロリアクター、ロボット合成など、総合的・革新的技術を創出する について触れることとする。

a) 環境負荷の小さい安全な物質の創製

環境によりやさしい化合物を創出し、これに転換することが最も基本的な方法である。 ここではいくつか例を挙げてみたい。殺虫剤の DDT は第二次大戦後大量に使用され、伝染病の防止に一定の役割を果たしたといわれているが、生体への蓄積、鳥類やほ乳類へ与える毒性が強いことが明らかとなり、現在では除虫菊の有効成分の構造から推定して創製された無害な殺虫剤が代替品として使われている。 船底に牡蠣などの貝類が付着して船舶の運航速度を減速させるのを防ぐために、これまで有機スズ化合物が使われていたが、これが巻貝などの生態系に有害であることから、新しいより無害な有機物質が開発され、これに代替されている。 また南極圏上空のオゾンホール拡大により皮膚癌にかかる人が増加しており、オゾンホールの縮小化が重要な環境の課題となっている。 以前はフロンが冷媒や電子部品などの洗浄剤に用いられていたが、フロンの分子が大変安定であるという特性が問題となった。 すなわちフロンは成層圏まで分解されずに上昇し、強力な紫外線により分解して塩素原子を放出し、連鎖反応によりオゾン分解する。 そこで水素原子を 1 個含む代替フロンを用いれば、その分子はそれほど安定ではないため、成層圏にたどり着くまでに分解してなくなるので、オゾンの分解が起こりにくくなる。 このような代替フロンに置き換えることにより、2020 年にはオゾンホールを元の状態に戻せるのではないかといわれている。 上記の三つの例の基本的な概念は、必要な機能を持たせる共に、その役割を終えた後はすぐに分解し、循環系に戻すことができるという事である。 堆肥中で生分解する生分解性ポリマーも同じような発想に基づくものである。 ポリ乳酸、ポリβ-ヒドロキシ酸、ヒドロキシ吉草酸などの脂肪酸のポリエステル合成されているが、このような生分解性ポリマーはグリーンな素材として社会に受け入れられ、世界の消費量は 1996 年の 14 万トンから 2001 年には 68 万トンに増大している。

一方、耐久性の高い物質を合成し、その機能を安定的に長寿命化するという考え方も循環型社会の構築には重要である。 汎用性のあるプラスチックのポリスチレンは安価であるため大量に消費され、破棄されているのに対し、電子材料となるエンジニアリングプラスチックのポリイミドは長期間厳しい条件下でも高機能性を発揮するので、高価であるにもかかわらず用いられている。 短小軽量で高い機能を持つ材料を生み出すナノテクノロジーを推進する事は循環型社会を構築しようとするグリーンケミストリーの柱である。

このように常により安全で高機能物質を創製し、新しい技術によって少しでも良い環境をつくり出してゆくことが重要である。

循環型社会構築のキーワードに 5R (Reduce, Reuse, Recycle, Repair, Rental) がある。 この 5R を実践するには目的に適した物質を設計する必要がある。 Recycle は循環型社会構築の

鍵のように見えるが、化学製品のリサイクルは金属材料のように簡単ではない。プラスチックを例にあげると、高機能化するために添加物の付与が行なわれていること、資源の回収、分離、再加工などの工程で新たなエネルギーが必要であること、品質の劣化が起こることなど種々の問題がある。プラスチックのリサイクルを行うには単一の素材から多種の優れた機能を持つプラスチック製品を作らねばならないが、それには触媒反応の開発が必須であり、現在各国で精力的に研究されている。特定家庭用機器再商品化法に対応して、プラスチックの使用品種を1000種から5-6種に絞るなど、企業の戦略もこの方向に進んでいる。プラスチックの再商品化はまだ手つかずに近い分野である。Reduce, Reuse, Repair, Rental を実行するためには耐久性を目的とした材料開発が鍵となる。

b) グリーン物質変換プロセスの開拓

GC の実現のためには、物質合成のクリーン度を評価する客観的な指標が必要である。これには E ファクター、原子効率 (Atom efficiency) あるいは原子経済 (Atom economy) という、反応に関与するすべての物質を考慮した定量的な指標が提唱されている。E ファクターは 1 kg の生成物を得るのに何 kg の廃棄物が生じるかの指標であり、 $E = (\text{副生成物の総重量}) / (\text{目的生成物の重量})$ で計算できる。一方、原子効率は $(\text{生成物の分子量}) / (\text{原料や反応剤の分子量の総和})$ であらわし、個々の反応の評価に適している。理想的な物質変換プロセスでは $E=0$ 、原子効率=1 となる。例えば、石油化学工業のプロセスの生産量は極めて大きい ($10^6 - 10^8$ トン/年)、行程が簡単な化学反応のために副生物は少ないのでその E-ファクターは小さい ($E = 0.1$)。一方、医薬品の製造では生産量は少ない ($10 - 10^3$ トン)、目的物を合成する段階数が多く、また化学反応が複雑なので副生物の量は飛躍的に増大する ($E=25 - 100$)。

グリーンな物質変換法の開拓の鍵は、新しいクリーンな触媒反応の開拓である。例えば物質変換の基本反応に酸化があるが、従来大量の有害なクロムやマンガン化合物などが用いられていた。しかし最近では生体における酵素の代謝機能をシミュレートして酸素により触媒的に酸化できるようになっている。これらの反応は生体内の反応同様温和な条件下で進行し無害である。また、化学工業の廃棄物の中で最も多いのが塩で、この塩の処理が重要課題であるが、酸あるいは塩基にかわる新しい中性な触媒が開発されている。従来、酸や塩基を使用したあと、中和により多量の塩が生じていたが、新しい方法を用いると物質変換が塩の生成を伴わずに触媒的に進めるようになる。

新しい反応メディアの開発も GC の課題の一つである。通常の有機物の物質変換には有機溶媒が反応メディアとして用いられている。しかし環境への負荷が大きいため新しいメディアを用いる方法が開発されている。分離操作が容易な反応メディアとして超臨界流体、イオン溶液、フッ素溶媒などが用いられている。例えば、二酸化炭素は 31、73 気圧以上で超臨界流体になり、人体や環境への害がほとんど無く、反応終了後常圧に戻すことで気体として直ちに除去で

きるために単離操作を必要としない。その他、安定で分離しやすいフッ素溶媒やイオン溶液を用いる反応系が開発されている。また、有機物の反応を有機溶媒の代わりに水中で行う方法はGCの有力な手法の一つとなるが、このための必須となる水中で使える触媒の開発が行われている。

c) 総合的・革新的技術

従来の大量消費型の研究開発に代わる、省エネルギー省資源型の環境にやさしい総合的・革新的技術を開拓する必要がある。コンビナトリアルケミストリーは、複数の基質や反応条件（触媒、温度、溶媒等）を考えられる全ての組み合わせで反応させ、同時に多数の化合物を合成したり、反応条件の最適化を一気に行える手法である。コンビナトリアルケミストリーでは微量の反応を行い、処理、分析することができる特徴がある。このような手法を用いれば、何千種類もの化合物の合成を極めて短時間に行うことができる。この手法は医薬品の基本となる化合物の探索や薬剤の有効性のスクリーニングにも用いることができるし、膨大な種類の触媒の探索を効率よくおこなうことも出来る。

環境に対して量としてはほとんど負荷をかけない化学反応をおこなう方法も極めて重要である。反応容器が μl 程度（1 mm 立方の容器）の微少反応工場とも言えるマイクロリアクター（microreactor）が開発され、実用化されている。さらにこれをマイクロ集積することによって、マイクロチップ（IC回路のチップに対応）の中で反応させようとする研究も注目されている。

d) グリーン度の評価

グリーン度を評価する事は重要であるが、これは極めて難しい課題である。前述の原子経済やE-ファクターは狭義の指標であり、広い視点から評価するライフサイクルアセスメント(LCA)が必要である。LCAとは、人間の活動に伴う入出力量を定量的に把握し、この減少を目的とした方法論である。国際標準化機構が環境管理、監査に関してISO14000シリーズをもうけているが、LCAはその中に含まれ、比較的容易に使用できる評価尺度になりつつある。環境負荷による影響を定量的に表現することは難しいが、今後持続可能な循環型社会を構築するためには、このような方法論を確立する必要がある。

6. エコマテリアルを育てる社会的背景

循環型社会構築の目標は材料の機能を高度化するとともに、そのライフサイクル全体にわたって環境影響を最小にすることであるが、従来の製品に比べて環境効率が飛躍的に向上した材料はエコマテリアルと呼ばれている。エコマテリアルを社会に普及させるためにはいろいろな方法が提唱されている。まず、i) エコマテリアルのコスト競争力を強化するために環境影響の低減化に対する評価を行い、収益増加に結び付けられる社会システムを整備する。その実施にあたっては政府のグリーン購入、大企業のISO14001によるグリーン調達、EUで行われているよう

にエコ製品に対する付加価値減税を行い競合製品より優遇する。 また Green Consumer Guide (英国) のような民間団体のグリーンコンシューマー¹⁶ 原則をすすめる。 ii) ライフサイクルの負荷の増大に対して対価を支払う社会システムを構築する。 加工、組み立て産業に対して拡大生産者責任を負わせること、さらに素材産業が単に材料を販売するのではなく、レンタ・メタルあるいはレンタ・モレキュールのようなレンタル、リースを柱とするビジネスモデルへの変革、さらには製品の機能を販売するという価値観への転換をはかる必要がある。 iii) 一般消費者の自発的意志によるグリーン購入を行うために、グリーンケミストリーやエコマテリアルについての学校教育や社会人教育を精力的に行うことは、また大変重要なことである。

7. 化石資源と循環社会

太陽光や風力、また光合成により炭酸ガスから生じる再生可能資源であるバイオ資源を最大限に活用し、化石資源を持続させて使用する必要がある。 化石資源のうち石油は44年、天然ガスは62年、石炭は230年で枯渇すると言われている。 従って石油はエネルギー源としてはできるだけ使用せずに、炭化水素資源として用いてその機能を終えてからエネルギー源として使用することを基本的に考えるべきであろう。 最も大切な資源はエネルギーおよび物質を含めた循環型社会の構築の鍵を握る水素である。 水素は燃料電池自動車のエネルギー源として使用されているが、副生物として水しか生じないクリーンなエネルギーである。 物質のエネルギーを水素に換算して考えれば、エネルギー資源も含めたマテリアルバランスの全体を解くことができる。

水素の製造、貯蔵、輸送および関連インフラの開発、燃料電池などの開発研究など、GCと密接に関連する基礎的分野の材料創製、技術開発は重要でありその推進が必須である。 技術的な問題で手が付けられていない未利用資源は大量に存在する。 メタンハイドレードは遠い将来の有力資源である。 石炭は生物体が炭化して生成したとされているが、その前駆体であるオイルシェールやタールサンドなど膨大な資源が存在する。 これらには多量の窒素と硫黄が含まれているので、これを除かない限りNO_xやSO₂などが発生しエネルギー源としても使用できない。 水素で還元して炭化水素とアンモニアと硫黄に変換する技術を確立すれば、これらも有力な資源となる。 かつて硫黄鉱山から採掘していた硫黄は今日では脱離技術により副生物として得られる硫黄で賄われている。 このように生体の構成要素でもある窒素資源や硫黄資源も炭素資源と同様に循環させることが課題である。

太陽光を活用する機能材料の開発、水素をメタンや種々の未利用の資源から製造する技術など、未来に向けて循環型社会を築くための基礎的なGCの役割は大きい。

参考文献

御園生 誠、村橋 俊一 編、 グリーンケミストリー、 講談社サイエンティフィック、 (2001)

循環型社会と材料

第5部 会員 富浦 梓

1. 文明と材料

人類は天然の素材をより便利なものへ加工し使用する、あるいは天然に存在しない素材を作りだしこれを加工し使用することを発見した。これによって人類は原始的生活から開放され文明社会を形成する。人類が最初に利用した材料は石や土、木であり、また獣皮や動物・植物繊維など天然に存在するものであった。ついで、金属の発見と利用につながり、18世紀にいたって有機合成材料など、天然に存在しない材料の製造・利用が始まる。

金属は多くの場合原料である鉱石から精錬を経て実用に供される。記録によると古くから使用された金属材料は鉄、銅（青銅）であり、ピラミッドの建設に青銅や鉄が使用されていたことは明かである⁽¹⁾。旧約聖書イザヤ書に記述されている「かくて彼らはその剣を打ちかえして鋤となしその槍を打ちかえして鎌となし国は国に向かいて剣をあげず戦闘のことを再び学ばざるべし」はあまりにも有名な一節であるが⁽²⁾、この頃から鉄が武器や農具、工具として一般的であったことを物語っている。

金属の製造には高い温度が必要である。鉄を精錬するために多くの木材が利用され、森林地帯の砂漠化に拍車をかけた。トルコのヒッタイト遺跡から発見された粘土板には鉄の受注書があり、ヒッタイトは鉄を交易品として製造していた⁽³⁾。荒涼たるトルコ高原が往時緑に覆われていたことを想像することは難しい。

鉄の用途を一変させたのは産業革命である。蒸気機関や電気の発明によって牧歌的「もの」づくりは消え去り、動力による「もの」の大量生産が一般化する。機械の発達には輸送手段の革命をもたらし、また鉄とセメントによる高層建築物の完成は人の都市への集中を可能とした。これらによって人の生活や国家のあり方は決定的に変化する。

産業革命と前後して生命体でなければ生産できないと考えられていた尿素を無機物から合成したヴェーラーの偉業は当時の人々に大きな衝撃を与えた。ヴェーラーの成功に刺激されたホフマンは石炭乾留の副産物であるタールからインディゴを合成することに成功し、IG Farbenを初めとする化学産業の勃興を促す⁽⁴⁾。20世紀になって有機合成化学は急速な進歩を遂げる。第2次世界戦争後、原料は石炭から石油に移り、続々と発見される有機物質は産業のみならず農業、医療、をはじめ人の生活の隅々にまで浸透し、また、生命科学の扉を開いた。この科学技術文明はわれわれにはかり知れない利便を与えたが、一方では、失われたものも数知れない。

人は一旦獲得した利便に執着し、長期的不安は黙殺しがちである。20世紀に頂点に達した科学技術文明の終点は、現代を象徴する大量生産・大量消費・大量廃棄システム社会につながって

くる。簡単に「すてる」ことによって、新しい「もの」を手に入れる行為の繰り返しは、人の「ところ」にも大きな変化をもたらしている。最近問題になっている「ところ」の荒廃は、どこかで、簡単に「もの」を捨て去る風潮と結びついていることに留意しなければならない。

第17期日本学術会議教育・環境特別委員会報告では、われわれの価値観を「物質・エネルギー志向」から脱「物質・エネルギー志向」へ切り替えなければならないとし、この社会の実現を図るには、物質・エネルギーに過度に依存する生活様式や社会構造の変革を行い、この変革を可能とする価値観の醸成を図る必要があると力説している⁽⁵⁾。この変革は短時日で出来るものではない。とくに、ここでいう価値観とはたんに個人の価値観ではなく、また、特定地域の人々の価値観でもない。まさに、全人類に共通した価値観であり、これを変えることは簡単なことではない。たとえば、われわれは材料の持つ物理・化学的特性、経済的特性に注目し社会的特性を過小評価してきた。その結果多くの問題を招来したことを反省して、今後は材料特性を科学者・技術者のみの判断ではなく、社会や多くの人達の多様な価値観に基づいて決定しなければならない。

これに関連して、近代科学の幕開けとなった17世紀後半から18世紀にかけて多くの素人学者が職業的科学家と拮抗して科学の発展に寄与したことは興味深い。経験を主たる根拠とする技術者と論理を主たる根拠とする科学者が協業することにより工学が進歩してきたことを考えてみると、市民を含めた素人学者と職業的科学家の協業が現代の科学技術文明を望ましい方向に進めるために不可欠ではないかと思われる。しかしながら、新しく生まれてくる技術のもたらす社会的影響を類推するには過去の経験は有効ではない。つまり技術と工学の協業による成功とは異なった方法論を見出さねばならず、科学的に確認されていない事象に対する法的な規制や人々の合意形成をはかることも必要となる。市民による注目の喚起、法による規制、それらに科学的論拠を与える科学者の研究・広報活動が相互に連動して新しい方法論が形成されることになる。日本学術会議が主催した「先端科学技術と法」にかかわるシンポジウムはこの点に関して多くの示唆を与え、循環型社会特別委員会活動報告もこのような視点からまとめられなければならない。

2. 循環型社会と材料

最近3Rという言葉がよく語られる。Reduce Re-use Recycleの頭文字である。循環型社会の標語といってよい。まず、Re-use, Recycleの意味について考えてみたい。

「もの」を作り、使用し、廃棄して、廃棄物を「もの」の原料にリサイクルする3過程で消費されるエネルギーを、それぞれ、 E_p 、 E_c 、 E_r とすると、全消費エネルギー E_t は次ぎの式となる。

$$E_t = E_p + E_c + E_r$$

「もの」を使用するために必要なエネルギー E_c が「もの」の使用とともに増大する製品を考えてみる。例えば、家電製品、自動車などがこれに該当する。この製品を使用し、1年後のエネルギー消費量 E_p, E_c, E_r の比が1:1:1であったとする。2年後には E_c のみが増大して「もの」の

生産に必要なエネルギー E_p と「もの」のリサイクルに必要なエネルギー E_r は変化しないから、エネルギー消費量比は1 : 2 : 1、3年後には1 : 3 : 1となり、 E_c の比率のみが増大する。燃料を大量に消費する自動車の例では、1年間利用した場合と10年使用した場合とでは、全消費エネルギー量 E_t に占める燃料消費比率 E_c は、それぞれ約40%、約90%となっている⁽⁶⁾。したがって、使用することによってエネルギーを消費する耐久消費財は、省エネ型、長寿命型製品でなければならない。

一方、「もの」を製造するために必要なエネルギー E_p と「もの」をリサイクルするエネルギー E_r が「もの」を使用するために必要なエネルギー E_c に対して非常に大きい場合、たとえば、橋梁とか建築物のような資本財では、長期間使用するほど使用期間当たりの E_p 、 E_r は減少する。それゆえ、長期間使用に耐える設計や構造を採用すること、中間補修によって使用期間（寿命）を延長することが重要である。

ところで、 E_r は「もの」をリサイクルするために必要なエネルギーであるが、再生された原料は当然のことながらエネルギーを持っている。したがって、真の全消費エネルギー E_t' は次式となる。

$$E_t' = E_p + E_c + E_r - \alpha r E_p$$

リサイクル原料を使用すると、非リサイクル原料による「もの」の生産より多くのエネルギーを必要とする場合がある。そこで、再生された原料が元の「もの」作りに利用されるときに必要なエネルギーを考慮した修正係数 α （ $\alpha < 1$ ）を乗じなければならない。 r は回収率である。この式から分かるとおり、リサイクルはできるだけリサイクル原料使用に伴うエネルギー増をもたらないこと（ α を大きくすること）ならびに極力回収率をあげること（ r を大きくすること）に配慮して行わなければならない。回収物を利用しないで放置していたのでは、リサイクルとはいえない。

α と r がいずれも1である、つまり、100%回収され、まったく増加エネルギーを必要としないで、そっくりそのまま元の「もの」に再利用される場合、例えば、自動車のバンパーで試みられているが、 E_t' は E_c と E_r の和となり、一見もっともよい方法のように見える。ただし、この場合、リサイクルに必要なエネルギー E_r が「もの」を作るために必要なエネルギー E_p より2倍以上大きければ、新たに「もの」を作ったほうがよいことになる。つまり、いったん使用した「もの」をできるだけ少ないエネルギー消費で回収し、そっくりそのまま再利用することが Re-use であり、それが可能となるような設計、製品、部品を開発することが重要である。

「もの」を使うエネルギー E_c とリサイクルに必要なエネルギー E_r が「もの」を作るエネルギー E_p に比較して大きくないが、回収物がそっくりそのまま元の「もの」に再使用できず、しかも「もの」の使用期間が短い場合、例えば、食品・飲料容器がこれに該当するが、回収率 α を上げること、少ないエネルギー消費で「もの」に再生が可能となるような製品設計、材料選択をす

ることが必要である⁽⁷⁾。

廃棄された「もの」をリサイクルしようとしても、混入した不純物が除去不可能であり、元の「もの」に再利用できる状態にならない場合がある。たとえば、銅、ニッケルなどが混入した鉄、金属類が混入したアルミニウム、着色ガラスが混入した透明ガラス、各種の樹脂から構成されるプラスチック製品・部品等はいずれも元の鉄、アルミニウム、透明ガラス、樹脂には戻らない。また、廃棄物の処理そのものが危険である、有害物質を発生する廃棄物などもある。この結果、回収された「もの」は再利用ができない、あるいは、燃料を含む低級な「もの」に再利用されることになる。これを避けるには、不純物が混入しない材料設計をする、有害物質発生の怖れがある材料を使用しない、安価な分別方法を開発する、経済性、エネルギー、環境などを総合的に考慮して、適切な再利用を考えるなどの対策が必要となる。

このように、リサイクルといっても極めて多様であり、適切なリサイクルを考えないと、経済的に成立せず、エネルギー消費が増大し、環境に悪影響を与えるなどの問題を発生することになる。

「もの」の循環が進み、「もの」の使用期間がどんどん延びたらどうなるのか。家庭で長く使用されている家電製品は冷蔵庫、テレビ、洗濯機、電子レンジ、エアコンの順番であるとのテレビ報道がある。しかも、テレビが不調になる理由の多くは内部の汚れで、洗剤で内部を清掃しほとんど新品同様に再生している回収業者がいる。我が家でも過去10年、回転制御が不調になった洗濯機以外は買いかえたことがない。また、平成12年10月時点で、国内新車販売は1.4%増加したが、平成11年度に廃車になった乗用車の平均使用期間は9.96年と前年度に比較して0.33年長期化し、今後もさらに長期化する傾向にあるとの新聞報道がある⁽⁸⁾。

今まで市場に存在しなかった画期的な新商品はさておき、耐久消費財の普及が進み、循環型社会が実現してくると、もはや、大量消費経済は期待できない。バブル期には消費意欲を刺激するために差別化商品が多く生産され、モデルチェンジも頻繁に行われた。しかし、消費者が賢明である証左はテレビや新聞で報道される通りである。それでは消費者が買いかえてみようと思う動機とはなにか。それは買いかえることによって明らかに利益がある、今までになかった利便が得られる、安心・安全・健康な生活が期待できる、環境にやさしい製品だから使うなどがある。たとえば、新しい機能を持つエレクトロニクス関連商品、法規制、社会的要求が新たに生じたために必要な安全装置・環境対策装置、エコロジーカーをはじめとする環境調和型商品、省エネ家電品、社会的弱者がより使いやすい製品・装置などがこれに該当する。

このような場合、商品をそっくり買いかえるのではなく、新規機能の部品を既存の商品に付け加える、あるいは取りかえることが考えられる。この技術は単純ではなく商品の設計段階からある程度の予測をしておかなければならない。修理をしたり新機能部品を付加、置換するよりは、

新品を買うほうが安いという風潮は早晩になくなる。アメリカでは安易に保険を利用して修繕すると保険料が高額になるため自ら修繕することが多いと聞いている。それゆえに、古い「もの」に新しい機能を付加する Retrofit technology の開発、メンテナンスの容易さを考慮した製品設計、部品の流通、消費者教育などが重要になってくる。

Reduce とは、廃棄する「もの」を減らすと同時に、市場に投入される「もの」も減少することを意味している。市場への投入の減少は「もの」の生産の減少を招き、経済的縮小均衡に陥り、商品開発意欲が減退すると考える必要はない。賢明な消費者によって選択される商品開発の可能性は高く、新たな需要を喚起する商品開発に成功した企業が勝ち残ることになる。

地下資源の利用から地表資源の利用に移行すべきであるという指摘がある。循環型社会のあるべき像であろう。これを阻害するものはなにか。材料循環の実態を具体的に見てみよう。供給された材料の存在形態は 有効に使用されている、 地表在庫の形で存在している、 そのまま循環使用された、 姿形を変えた形で循環使用された、のいずれかである。鉄を例にとると、鉄鋼製品の 30%強がスクラップから生産されており、スクラップの再利用が相当に進んでいる。一方では、日本における鉄鋼蓄積量は10 億トンを超えると推定され、年間の需要約70 百万トンのうち約20 百万トンがスクラップから生産されたとすると50 年の需要に対応する鉄鋼が備蓄されていることになる。この50 年間にさらに鉄が備蓄されることを考慮すると、鉄の地表資源は膨大な量であることがわかる⁽⁹⁾。アメリカにおける鉄鋼蓄積量は30 億トンを超えると推定されている。この地表資源利用を促進するには循環利用の阻害要因を取り除かなければならない。

(註) 鉄鋼備蓄量とは各年の鉄鋼生産量から間接輸出・輸入量と国内スクラップ消費量を加減して年間備蓄量を算出し積算した量である。したがって、10 億トンの中には現在使われている鉄(上記) が含まれており、10 億トンの鉄全てが直ちに利用できるものではない。10 億トンという量を定性的に認識するために50 年の需要に対応すると計算したものである。

循環利用を阻害する要因は当然のことながら循環コストである。乗用車を解体して鉄を分離し良質な製品に再利用するコストが鉱石から鉄製品を作り出すコストより低ければ、廃棄車両の回収利用は一気に進むが、現実には鉱石から生産するほうが安価である。この較差を小さくし、再利用が利益につながるような技術を考えることが製造業者の責務となる。適切な廃棄料を使用者が負担する制度、2000 年に発効した循環型社会形成推進基本法のような法規制も有効である。すでに指摘した不純物の混入も循環利用の阻害要因の一つであり、良質な鉄への循環を困難にする。いずれにせよ、循環コストを無視して再利用を促進するのではなく、合理的循環が可能となる技術・制度・習慣を形成することが必要であり、これらが整備されるまで使用された材料を地表資

源として備蓄しておくことも一つの戦略として考えられる。

循環コストが無視できる例として貴金属を見てみよう。2000 年における世界の金供給約 4 千トンのうち約 16% は再製金である。再製市場に出回らない退蔵金、宝飾金が需要の約 85% を占めることを考慮すると、両者を除く金はほぼ完全に再生利用されていることが分かる⁽¹⁰⁾。金の価格は鉄の約 10 万倍であり、回収・再生に要するコストをおぎなうことができるから積極的に金の再生が行われる。利用、回収、再利用の環が閉じている材料は写真廃液からの銀、触媒、歯科合金などからの金、白金、パラジウム、ロジウム、電子製品からの金、パラジウムなどいずれも地金価格が高く、かつ存在量の少ない希少金属に限られている。参考までに、地金グラム当たり価格は金約 1,300 円、白金約 2,300 円、パラジウム約 1,000 円、ロジウム約 4,000 円、銀約 18 円となっているが、鉄はわずか 1 銭、アルミニウムは 20 銭程度に過ぎない、

有機材料の再生利用はさらに難しい。同質の材料への循環コストは高く、多くの場合低品位、たとえば燃料、への循環利用である。この場合でさえ処理費用を廃棄者に要求しているケースが多い。また循環過程で環境汚染を招く場合がある。いずれにせよ有機材料は循環コストが大きな障害となっており、生分解性有機材料など環境にやさしい材料の開発やグリーンケミストリーの進展が急がれると共に、過剰包装を排除する習慣、包装容器リサイクル法のような法規制が必要とされる。

このように考えてみると、われわれは科学・技術文明によって「ものを大切に長く使う」という昔ながらの美德を忘却してしまったことになる。循環型社会を実現するためには、物質・エネルギー志向社会から、脱物質エネルギー志向社会への切り替えが必要であり、そのためにわれわれのライフスタイルの変更が不可欠となる。人は変化に対して、そんなことは無理だと反発的に (repulsive)、とても難しいと守備的に (defensive)、誰かがやったからやるかと受容的に (receptive)、分かったと建設的に (constructive)、そして、もっと変わるだろうと予測的に (anticipative) 行動する。先見性をもって行動しない限り、今日の勝者は明日の敗者になる危険性が高いことがこれからの時代の特徴になることは間違いない。

この転換を、夢と希望が持てると同時に、現実的、合理的なものとするには、新ライフスタイル産業を起す必要がある。これによって、エネルギー、環境問題に対処する時に避けられない負の効果を上回る社会的利益と、雇用の確保を図ることが可能となる。これを第 4 次産業と名づけた。この新産業の創出には、1 次、2 次、3 次産業を横断した協力関係が必要である。この協力関係を強固にするのは情報技術であろう。たとえば、最適物流計画など時間と空間に束縛されない社会システムを可能とし、輸送部門を初めとするいろいろな部門でのエネルギー消費が大きく低下する可能性がある。さらに、行政を初めとする多くの社会システムも変化し、これを契機として多くの産業が創出されることが期待できる。

参考文献

- (1) Ludwig Beck , Geschichte des Eisens in technischer und kurturgeschichtlicher Beziehung, 1884, 中澤護人訳、鉄の歴史、たたら書房、
- (2) 旧約聖書、たとえば、イザヤ書 2 章 4 節、ヨエル書 3 章 10 節、サムエル書 17 章 7 節他
- (3) 大村幸弘、鉄を生み出した帝国 ヒットライト発掘、日本放送出版協会
- (4) Karl Aloys Schenzinger, ANIRIN Roman eines deutschen Farbestoffes, München-Wien Wilhelm Andermann Verlag
- (5) 日本学術会議第 132 回総会声明、「人間としての自覚」に基づく「教育」と「環境」両問題の統合的解決を目指して—新しい価値観に支えられた明るい未来の基盤形成—、平成 12 年 7 月、日本学術会議
- (6) Competition between Steel and Aluminum for the Passenger Car, International Iron and Steel Institute, Brussels, 1994, ISBN 2-930069-10-4
- (7) Tomiura, A., Paradigm Shift in the Steel Industry, The Steel Industry in the New Millennium, Vol.1: Technology and the Market, IOM Communications Ltd 1 Carlton House Terrace London SW1Y 5DB
- (8) 朝日新聞(夕刊) 2000 年 11 月 10 日、経済気象台
- (9) 林誠一、転換点に立つ日本の鉄リサイクル、(株)日鉄技術情報センター
- (10) 資源エネルギー庁統計から合成

資源生産性を基にした近未来の循環型社会構築に向けて

リサイクル工学専門委員会委員長 中村 崇

1. 資源生産性とは

資源生産性向上は「循環型社会の構築」に向けて Schmidt-Bleek ら(1)によって提唱されたものである。それは資源の使い方についてのマクロ的な指標であり、別に「ファクター10、ファクター4」などの言葉でも表現されている。これまでの経済活動、産業社会を支えてきた資本生産性、労働生産性に替わる地球環境問題を解決するための基本概念として提案された。非常に大きな概念であり、方向性としてはすばらしいものであるが、その具体的達成法については、十分な検討は行われていない。本資料は資源生産性を向上させる具体的な活動についての考え方を示したものである。

21 世紀に入り地域的な格差は依然大きい、現在直面する環境問題は本質的に「人間の快適な生活のため生産活動が肥大化かつ多様化し、地球が本来もっていた環境補償能力以上の廃棄物が排出される」ことから生じているといえる。このことは、メドウズ(Meadows)らによる「成長の限界」ですでに指摘されていた(2)。彼らのシミュレーションは資源の枯渇性よりも活発な産業活動による有害物質の拡散により、世界人口が減少していくと指摘し、大きな衝撃を与えた。発表された当時はその指摘があまりに遠い将来と考えられ、必ずしもその指摘に対し、十分な対応が取られなかったが、現在は有害物質の拡散による影響が具体的に見られるようになり、多くの人々が問題意識を持つようになった。つまり大きくなった生産活動ならびに豊かになった生活により、ある程度自然の中で循環もしくは対応できていた廃棄物(化石燃料使用による二酸化炭素排出も含む)が処理できなくなり、地球規模で我々の生活環境に歪みが生じ、種々の危険が顕在化した。そこで、廃棄物に対し十分な処理を行い、その有害性を除くか、除けない場合は十分に管理した状態におくことが必要となっている。しかしながら、非常に多岐にわたる地球の環境補償能力自体を正確に評価することは困難である。一方、人類が現在の産業システムを大きく急激に変換し、「生産活動を抑制する」には、これまでとはまったく異なった哲学ならびに社会システムが必要であり、近い将来実現できるとは考えにくい。したがって「持続可能な社会として」生産活動を大きく抑制することなく、廃棄物の無害化と排出量の抑制が望まれている。このことは、表現を換えれば、産業社会として過剰生産、過剰廃棄システムがもはや維持できないこと、従来各国、産業、個人で行なわれてきた個別最適化社会(シグマベスト社会)では対応できないことを意味している。

ところで 20 世紀後半から地球環境問題が議論されているが、多くは高度産業社会を形成している国での議論である。環境問題の地域格差は大きく、各国によりその捉え方は大きく異なる。も

当然その違いは各国の地球地理的な成り立ちとそれによって生じた歴史に依存するが、非常に大きく捉えるとOECD加盟国（先進国）と非加盟国（発展途上国）の違いに帰着する。非常に粗いが、図1にその捉え方の違いを示す。このような簡単な図式では表せない部分も多いが、たとえば国連気候変動枠組条約での議論もこの点が大きく影響しているといえる。バブル崩壊後日本の工業生産に大きな伸びは見られないが、人類の生産活動を歴史的に見ると工業生産はいまだ増加傾向にあるのは間違いなく、ここしばらくはもっとも活動的な時代が続くと考えられる。100人の地球村の指摘を受けるまでも無く、現在約60億を超えた人口の内、高度な産業社会の恩恵を受け、経済的に豊かな生活を行っている割合は20%未満である。最近この経済的な格差は開く傾向を見せているが、基本的には多くの人間が豊かな生活を享受することが人類全体の大きな目的としてあることを考えると、当然工業生産の伸びは続くと考えられる。したがって、これから高度産業社会は地球に生存する人類に対し、最低限の物質的豊かさを供給し、かつ地球環境の保持、さらには一部劣化した環境の回復を行わなくてはならない。資源生産性を高めるのはそのための重要な手法といえる。最近高度な情報社会を確立しつつある国々では脱物質社会のあり方が提案されているが、それは基本的にそのレベルまで物質的な満足度が達成されていることを意味している。

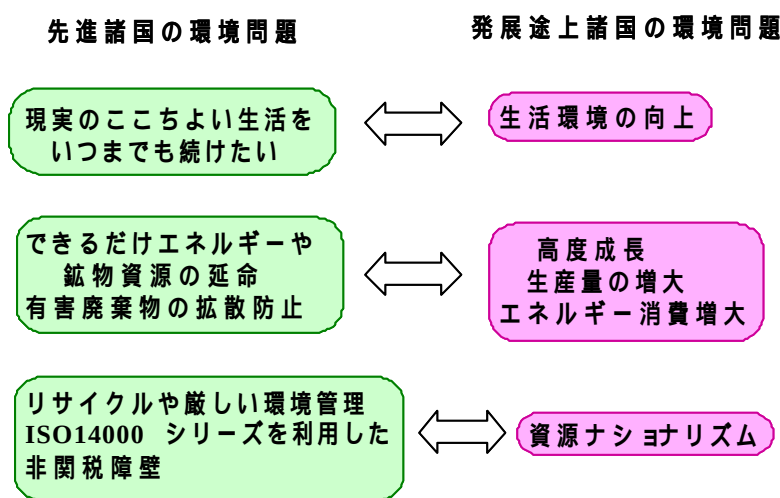


図1 OECD加盟国（先進国）と非加盟国（発展途上国）の環境問題の捉え方の違い

このような問題を解決するためにこれまで「ゼロエミッション」（3）「インバースマニファクチャリング」（4）などの「持続可能な発展」「循環型社会構築」を考える上で重要なキーワードが多く提案されている。これらのコンセプトを実現するために種々の活動が行われているが、実現にはかなりハードルが高いといわざるを得ない。例えば、産業活動を行えば当然エネルギー

消費が生じ、エネルギー消費によるエミッションが発生する。そのためにゼロエミッションは固体エミッションに目が向けられがちとなり、廃棄物処理とほぼ同義語となる。もちろん現在の日本で近々の課題はまさに廃棄物処理であることを考えると非常に重要な働きをしたともいえる。またインバースマニファクチャリングはエコデザインなどへ発展し、これからの工業製品あり方に大きな影響を与えたが、具体的な循環型社会システムの中に組み入れられるにはさらに新しい製品廃棄後の取り組みが必要である。

ところでこれまでリサイクルの必要性が叫ばれ、この数年間で各種リサイクル法が整備された。しかしながら、これらのリサイクルは廃棄物の減容化が第一義とされており、場合によっては真の環境適応行動にならない場合もある（５）。いわゆるリデュース、リユース、リサイクルの３Ｒも単に目の前で廃棄物が無くなり、処理されればいいわけではなく、本質的に資源生産性を向上させるものでなくてはならない。本来廃棄物処理とリサイクルは異なるものであった。歴史的には廃棄物処理は有償であり、リサイクルは従来の経済原則の上に成立するものであった。廃棄物処理にはエネルギーが必要であり、無害化とエネルギー使用量はTrade offの関係が見られる場合がある。特に有害廃棄物の場合はその傾向が顕著になる。現在の地球環境問題の大きな要素は温暖化防止であるため、処理のために必要なエネルギーによる環境インパクトが問題とされ、この矛盾を解決しなければ具体的な改善は行われない。そのためには、資源循環も含め資源生産性の立場から考える必要がある。また、リサイクルの質に関する検討も重要である。これまでのわが国の工業生産システムでは素材メーカーが高純度の素材を供給し、それを基に高度な材料供給がなされ、高品質な製品が製造された。しかしながら現状の素材リサイクルは必ずしもクローズドループの中になく、カスケードリサイクルが主体である。カスケードリサイクルはそれなりに重要であるが、長い目で見た場合のそれらの影響も十分考慮する必要がある。

一方地下資源に乏しい我が国においては石油、石炭などのエネルギー資源はもとより鉱物資源においてもほとんど輸入に頼っている。これらの資源のいくつかは数十年で枯渇するともいわれている。わずかに、産出国の政治情勢に鑑みレアメタルが備蓄されているが、このまま資源の消費を続ければ我が国の持続的な経済発展が望めないだけでなく、地球規模で混乱をもたらすことは避けられない。ここにおいて天然資源小国である我が国が率先して新しい工業社会のあり方を示すことは、我が国の持続的な発展のみならず世界の治安維持と経済発展に大きく貢献することは間違いがない。

我々が提言している資源生産性向上の総合的な概念図を図２に示す。大きく「国際的マテリアルリース社会」、「産業間フージョン」、「ソリューション指向材料システム」の３つの柱からなっている。詳細な説明は次章に譲るが、それぞれは互いに独立した概念ではなく、互いに連携しつつ資源生産性を向上させるキーコンセプトである。

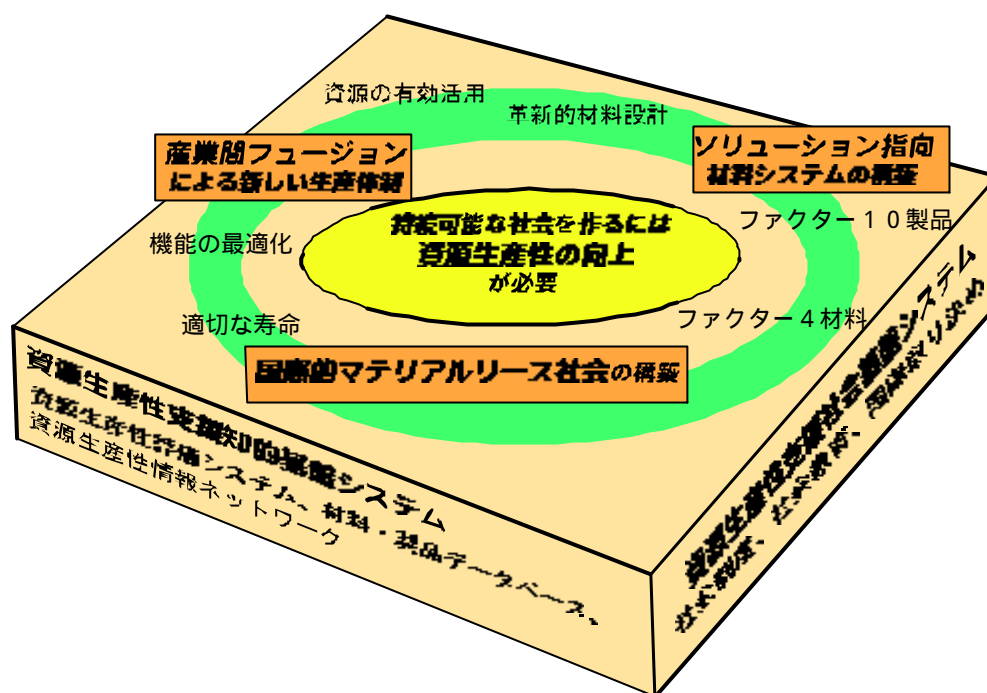


図2 資源生産性向上に関する提言の概略図

2．資源生産性向上のための新しいシステムの提案

2-1 国際的マテリアルリース社会

我々の提案は世界的レベルで資源循環型社会を作り、それをもとに資源生産性の向上を目指すものである。真の循環型社会を達成するための基本概念として国際マテリアルリース社会を提案する。ただしここで検討した循環すべき“もの”は主に人工物であり、地球上で自然に循環している物質は含まない。表現を換えれば現状の問題点はこれまで自然に行われてきた物質循環に乗らないほど現在の人類は人工物を作り、使用・廃棄しているものであり、人工物の循環をこれまでの自然の物質循環に影響が無いように乗せることが目的とも言える。

マテリアルリース社会の内容は「効率的な資源循環型社会を構築するために材料資源を消費者にリースするシステムを有する社会。国内システムのみならず、国際的企業間ネットワークで、輸出入をも含むマテリアルリース・システムが可能となる社会の構築。これができれば必然的に資源は製造者の元にもどり効率的なリサイクルや適切な処分が可能になるだけでなく、製造段階から循環型に適する寿命、機能を設計できる。」と定義した。ここでいうマテリアルは、エネルギーを除く人間生活に利用するすべての素材・物質を対象として考え、マテリアルリースとは、かならずしも明示的なリースの形態をとる必要はなく、素材・物質の生産者が最終管理責任の所在を経済行為の中に含んで素材・物質を提供するシステムである。この社会システムが構築される

ことにより、従来行なわれてきたカスケード型の物質循環でなく、真の物質循環システムを可能となる。

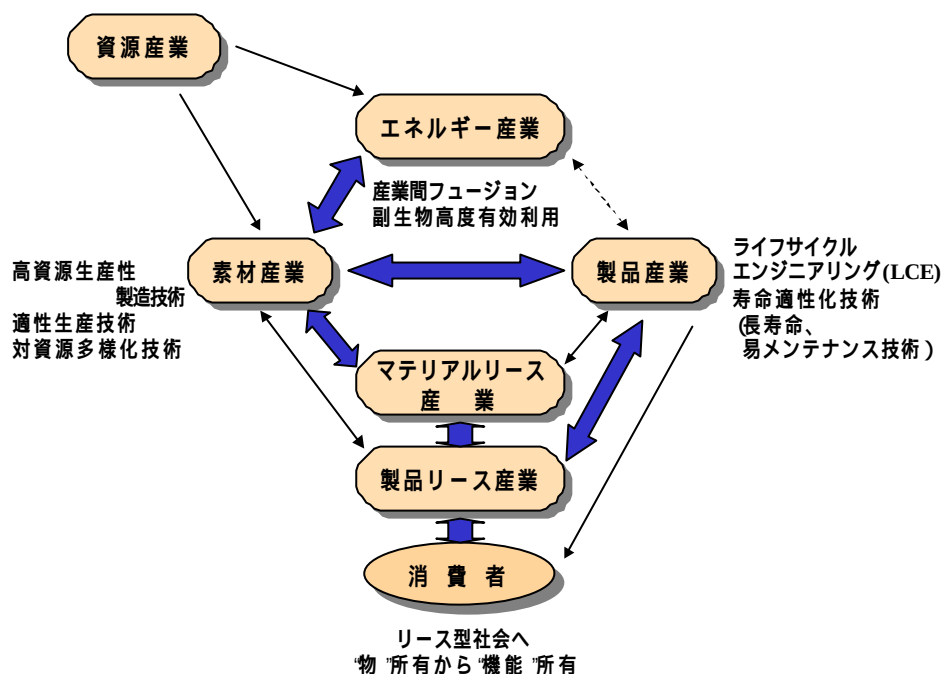


図3 マテリアルリース社会の概念の一例

換言すればマテリアルリースは拡大生産者責任の拡大版（循環に対する提供者責任）に対する付加価値を付与する制度の確立である。真の循環型にするには本質的にリサイクル後、従来の一次原料から生産される素材と同様なレベルの素材に再生されなくてはならない。もちろんそのようなことは現在の経済原理では非現実的な提案である。詳細な説明は省くが、本来素材のリサイクル率はある経済レベル以下では非常に高い。高度の工業社会を作り上げ、労働生産性が上昇すると低下するのが当然で、日本の歴史はまさにそれを物語っている。自由経済の下で高度経済成長を遂げた地域で循環型社会を実現するにはそこに従来の経済活動では考えなくてよかった強制力が必要とされる。そこで本提案では素材メーカーにより広い拡大生産者責任とそのために発生する経済負担をカバーする付加価値（場合によっては負の付加価値を認め、それを公的に保障する）を付与するシステムを導入しようとしている。

背景には処分場の逼迫という実経済の圧力があったためであるが、例えば現在の容器包装リサイクル法は従来まったくの負価値しか持たず、埋立てに回っていた廃プラスチックに負の付加価値を認め、有償で処理されている。このように法律でリサイクルを行うのは従来の経済原則では再生されないからであるが、本委員会の立場はできるだけ従来の自由経済の下で資源生産性を向上

する循環型社会を作り出そうとするものであり、そのためのシステム提案をするのが我々の立場である。したがって、具合的なシステム提案は必ずしも一つである必要は無い。現実のマテリアルフローは国内で閉じていないので、当然国際的に考慮する必要がある。ただ国際的な働きを呼びかけるにしても具体的な提案が必要である。現在まだ詳細なシステム提案までに至っていないが、現段階における一つの提案を図3に示す。

現状の多くの工業製品製造における材料の流れは次のようである。資源産業からエネルギー産業と素材産業に流れ、そこで素材と動力（電気や燃料）を製造・供給し、それらを基に製品産業群で最終製品とし、流通業を経て消費者へ届けられ、消費され廃棄される。現在、各産業群で排出される廃棄物の利用は進み、かなりの副産物は製品化されつつある。その理由はある程度その廃棄物の内容と量が判明しているため、努力は必要であるが他の製造業（主に素材産業）で利用可能である場合がある。その詳細は次節で行うが、このような他産業同士で従来の廃棄物を有効利用しようとする試みはプロセス間リンクと呼ばれ、実施されつつある（6）。その廃棄物の質と量の把握を一般消費者に渡った後の廃棄物まで広げようとするのがマテリアルリースシステムで、その活動は従来の製品リース産業と強く結びつけて行われるとする。製品リースとマテリアルリースが強く結びつき、製品リース企業が一般消費者への製品の供給と回収を一括して行うことにより、その製品の寿命管理や修理がスムーズに進み、しいては部品のリユースと補修、交換が適正に進む。マテリアルリース産業はそれを受けた形で修理不能製品の解体を合理的に行い、解体された部品の確認を行った後、適正処理し、素材の内容がわかる形で従来の素材産業群に資源として送る。これらのシステムはそれほど新しいものではなく、一部このようなシステムが採用されている製品もある。その典型はコピーであり、多少形態は異なるがレンズ付きフィルムである。

本来製品リースは新製品の効率的な普及に適している。旧来の大型家電や車などの製品をLCA評価すると使用中に消費するエネルギーがもっとも環境負荷が大きい部分であるといわれている。このような製品は新しく開発された高性能品（エネルギー消費が少ない）を使用することが省エネルギー的に望ましいといえる。しかしながら従来の購入型のシステムでは簡単に買い替えを行うわけには行かない。また最近では人口の流動性が高まっているが、購入システムではその移動が大変であるが、リースシステムだとその点も楽となる。このように高度な経済社会で脱物質化が進み、その製品がもたらす機能を買う発想になれば製品リースが進む。製品リースが進めば、さらに一歩進んでマテリアルリースまで可能となる。逆に言えば、資源生産性を高めるにはマテリアルリース社会を構築しなくてはならず、資源生産性の高いマテリアルリース社会を作るためには製品リースが必要であるとの観点から製品リース促進のキャンペーンを張ることも可能である。現在多くの製品でリースの方が高くつくといわれている。その原因の一つは製品リースが普及していないためにシステムが十分に整っておらず、そのための経費がかかっているためと考

えられる。ひとつの製品に対し、多くの部分がリースで動くようになれば、経済的な面でも合理性が生ずる可能性もある。いずれにしてもマテリアルリースと製品リースの強い連携が重要である。

もちろんすべての製品がこのシステムに適しているわけではなく、このような考え方に適するものに対してのみ行われるべきである。現在このシステムがもっとも効果的であると考えられるのは車であり、そのためのケーススタディを行っている(7)。

2 - 2 産業間フュージョン

産業間フュージョンの定義は「これまでの産業は特定の製品を生産するために最適な生産活動を行ってきたため、他産業で生かせる副生成物に対して注目していなかったが、産業間の連携をとることにより国際的に最も資源生産性の高い生産活動を行うことができる。」とした。

前節でも説明したが、資源生産性の高い循環型社会を構築するには、従来の廃棄物を資源化することが重要である。ところで本来生産とは原料を分離・精製し、不要物を除去、さらに有用物を付加し、再構築するものであるため、そこには必ず不要物が発生する。これが廃棄物となる。多くの国が非常に高い工業的な高度成長を遂げる際にはこの廃棄物を単に廃棄するだけで済ませてきた。その問題が現在顕在化し、廃棄物処理としての循環型社会のあり方が検討されている。生産すれば必ず不要物は発生する。その不要物を利用し、有用物に変えることは、その不要物を発生させる工程では無理である。したがって、従来は同一工場内もしくは企業内の別のプロセスが利用されてきた。その方法は古くから取られてきたが、それも限界に近づき、次のステップとして産業間のプロセス間リンクが行われた。例えば、セメント産業は廃タイヤを初め多くの他の産業から発生する副産物を原料として用いている。

この考えを金属素材産業でもっと広げて活動しようとした一つが TEMCOS プロジェクトであった(6)。TEMCOS とは Total Energy and Materials Control System の頭文字をとったもので、各産業間の連携を深め、従来の産業を越えたプロセス間リンクを行い、それぞれの原料・排出物の物質およびプロセスで使用するエネルギーを総合的に制御することでエネルギーの超高効率利用、すべての排出物の最少化を実現する循環型の産業構造を構築しようとするものである。更に地域と融合する技術へと展開することにより、循環型・地域融合型産業への構築を目指すものであり、21世紀の持続可能な発展には欠かせない考え方といえる。その産業間プロセスリンクの可能性を図4に示す。これからわかるように多くの産業と副産物や廃棄物を介してリンクすることが可能である。特に最近では廃棄物処理の立場からの動きがあり、容器包装リサイクル法で収集される廃プラスチックの高炉への還元剤としての使用や同じくコークス炉での原料化が脚光を浴びている。

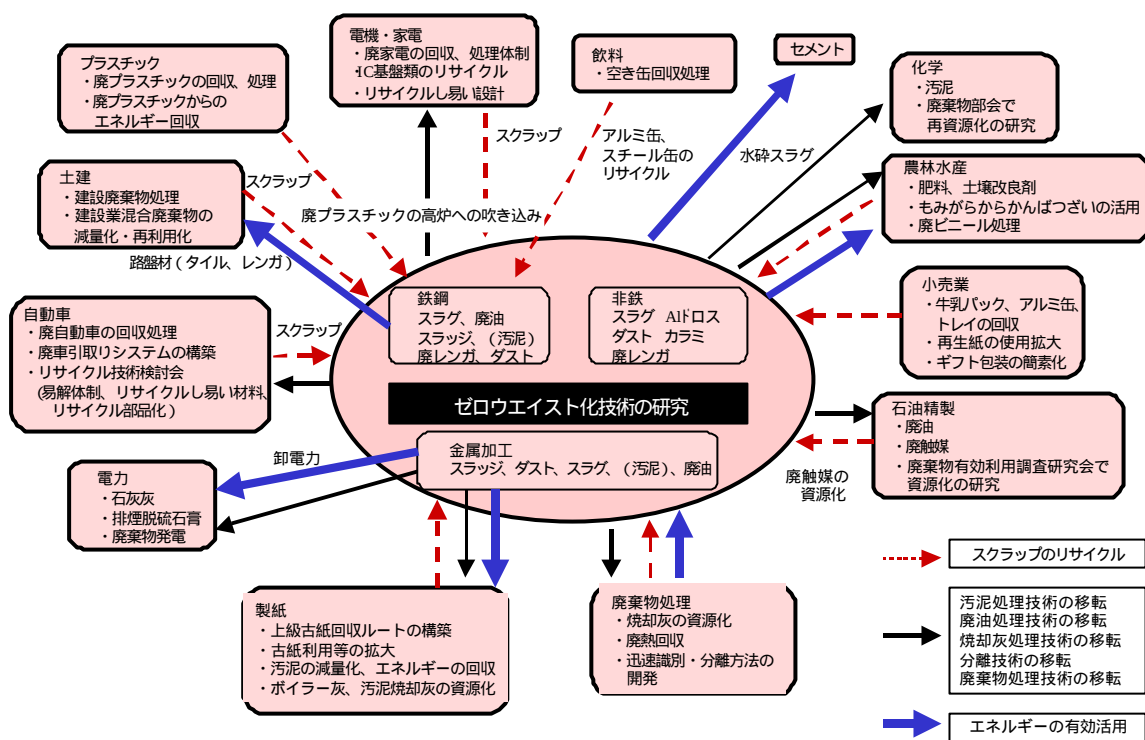


図4 産業間プロセスリンクの可能性

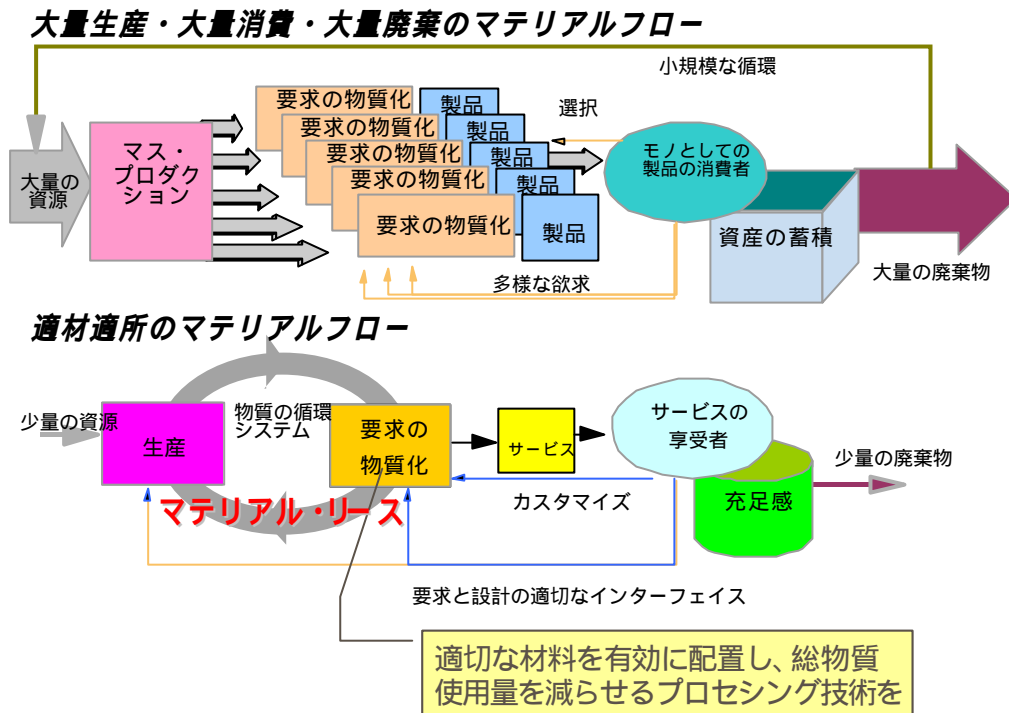
金属素材産業が中心になっているとは言え、考え方はすべての産業に共通できる。この概念をさらに一歩進めたのが産業間フュージョンでこうなると従来の企業や業種が循環型社会構築を目指して再編され、新産業を造ることとなる。図3に示したように特にエネルギーの有効利用でエネルギー産業と素材産業が循環型システムを目指して製品産業と素材産業の一部が産業間フュージョンを起こす可能性が高い。

鉄鋼業と非鉄製錬業の技術フュージョンによる環境事業の進化や素材産業での廃熱を利用したバイオマス産業などこれから新しく産業化する分野がここから出てくると思われる。最終的には理想的産業連携フュージョンによるスーパーコンビナートを実現が望まれる。

2 - 3 ソリューション指向材料システム

真の循環型社会とは、資源生産性の評価に従って製品→消費（リース）→廃棄→製品と効率よく循環することである。もちろんこれまでの説明でわかるように決して単なる素材リサイクルを目指すものでなく、途中で製品・部品のリユースを行い、トータルとして資源生産性の向上を図る。そのためのもう一つの手法としてソリューション指向材料システムの採用がある。その定義は

「特定の問題を解決するために最適な材料設計を行うシステム。ライフサイクル資源投入量を材料生産段階で 1/4 にするファクター 4 材料や、製品として 1/10 にするファクター10 製品など、従来の材料設計思想では作製できにくい材料、製品を可能とする柔軟な材料設計、生産システム。」と表現される。簡略して言えば、エコデザイン対応の適材適所の材料開発と使用を行うことを目指す。



多くの地球環境問題は、大量生産・大量消費・大量廃棄から使用している物質の総量を削減することが重要

図5 マテリアルリースを基にしたソリューション指向材料システムの考え方

基本的には脱物質社会の工業製品製造原理である。そのための発想としては最終製品の徹底的な機能達成指向のデザイン、特に軽量化と易解体性を保障するエコデザイン化、そのための過剰品質にならない材料提供である。これまで材料開発はややもすれば単にある特定分野での高性能を目指して開発され、そのための複合化が促進されてきた。もちろん複合化により大きな性能向上が図られ、その結果として多くの場合省エネルギーが実現された。そのことは評価しながらもこれからはその製品の製造 - 使用 - 廃棄 - 再生までを考慮した材料供給システムが製品開発と一体化して行われなくてはならない。極端に言えば、製品の寿命を予め予想し、その寿命に適応した設計を部品と共に行うこととなる。その場合すべての材料の劣化を検討し、トータルとして寿命を一致させるかもしくはそのようなことができない場合は部品交換の際に修理頻度が高いも

のは交換しやすくするのは当然である。この場合は信頼性の確保が重要な点であり、そのための寿命判断技術と製品としてのリスク管理思想が重要な要素となる。この場合も製品リースとそれに対応するマテリアルリースシステムは非常に有効である。図5にこれまでのマテリアルフローとソリューション指向材料システムとマテリアルリースを組み合わせたこれからの資源循環のあり方を簡略して示す。

3．具体的な対応

以上資源生産性の向上を図るため3つの概念の他にそれらを支える基盤システムが必要である。それらは、資源生産性支援知的基盤システムと資源生産性支援社会基盤システムでそれぞれ下記のような内容を持つ。

3 - 1 資源生産性支援知的基盤システム

資源生産性の評価法の構築、オブジェクト指向型データベース(材料循環、移動データと監視システムを含む)の構築、資源生産性情報ネットワークの構築。長期的資源生産性研究機関の設立。まずこの中でもっとも重要なものは資源生産性の評価法の構築である。まだ具体的に評価システムは決定していないが、本委員会は資源生産性の向上を目指すものであるから当然その活動の推進の判断基準は資源生産性である。もちろん基本的な考え方はSchmidt-Bleekらによって提案されているが、かれらの提案はたぶん概念的で具体的な指標とはなっていない。したがって、早急にこの指標の確立を進める。

それとともに主要な元素もしくは製品のマテリアルフローの確立とデータベース化、これらのデータを利用できるようにする機関とそれを中心としたネットワークの構築が必要である。現在廃棄物ベースのマテリアルフローは多少調査・公開されているがこれが元素もしくは製品のマテリアルフローとなるとそのデータ収集は十分でない。これらのデータ収集の実施は民間でもかまわないがその情報に関する公開責任は公的機関で行うべきである。

3 - 2 資源生産性支援社会基盤システム

国際的マテリアルリース社会や産業間フュージョンなどを実現するためには様々な要素技術の開発が必要であるがそれらを円滑に実現するためには社会基盤の整備が必要であり、新しい社会システム受容のための教育システム、さらに価値観や文化、国際関係など総合的に考慮する必要がある。

このシステムは上記の基盤システムと異なり、漠然としている。これまで提案してきた内容は単に技術で解決できるものではない。マテリアルリースなどの合意は広く社会的認知が必要であり、また当然国際的に行わなくてはいけない。このようなシステムを導入するにはもちろん法律的な裏づけが必要であるが、これらのコンセプトが広く受容されるための地道な活動が欠かせない。国や地方自治体としての広報のみならず、NPO などとも連携した教育・広報活動も必要である。

なおこれらのシステムを確立するために資源生産性向上機構となる独立行政法人（公的機関）の設立が望まれる。

参考文献

- (1)F.Schmidt-Bleek: Wieviel Umwelt Braucht der Mensch? MIPS – des Maß ökologisches Wirtschaftem. Basel/Berlin, Birkhäuser (1994)
- (2) D.H. Meadows, D.L. Meadows, Jorgen Randers and W.W. Behrens III, The Limits to growth (A report for The Club Rome's project on the predicament of mankind), Universe Books, New York, (1972)
- (3)R.Kehr and M.Suzuki: Integrative approaches towards sustainability, Proceedoings of German-Japanese Workshop(UNU,Zero Emission Forum,Tokyo),2000
- (4)吉川弘之：精密機械、49 [1], 78, (1994)
- (5)武田邦彦：Boundary, 15, [6], 3, (1999),
- (6)林 明夫：ふえらむ、2 [4], 21 (1997)
- (7)原田幸明：マテリアルリースシステム構築のための総合研究、
文部科学省 社会技術推進事業 循環型社会 プロジェクト(2002)

都市と森林・自然

—循環型社会における二つの視点—

第6部会員 太田猛彦

1 はじめに

大量生産、大量消費、大量廃棄という言葉に象徴される現代の人類の活動を、投入する物質・エネルギーを最小限にとどめ、生産と消費を循環型のものにすることにより廃棄物・有害物質の量を減らし、もって環境の保全、資源の有効利用、さらには人類社会の持続可能な発展を目指した「循環型社会」の発想は、もともと“森林生態系における物質循環には廃棄物が存在しない”ことに見習ったものである。

生物圏を代表し、樹木を中心とした生態系である森林はまた、緑色植物集団の代表として地上における光合成生産の大半を受け持っているが、通常は多様性豊かな熱帯雨林や「緑のダム」の機能、木材の利用が個別に注目される程度で、循環型社会の構築の面で直接注目されることはなかった。そして、森林そのものが話題になるとき、森林生態系の構造と機能についてはよく知られており、日本の森林（実際は人工林）が荒れている実態もある程度認識されている。しかし、森林と実社会とのつながりは希薄であり、そのために「多面的機能」が強調されるとも受け取れる。しかしながら、現代社会において「森林」が持つ意味にはもう少し深いものがあると筆者は常々考えてきた。

そうした中で日本学術会議は一昨年（2001）農林水産大臣の諮問に応じて「地球環境・人間生活にかかわる農業・森林の多面的な機能の評価について」答申した⁽¹⁾。その中で、「森林の原理」なるものが始めて議論されたほか、森林と都市との関係（差異）がエネルギー投入の面から議論される等、森林の本質にかかわる議論がいくつか取り上げられた。筆者は「農業・森林の多面的機能に関する特別委員会」の幹事としてこれらの議論に接し、“森林”を通して自然環境の意味、地球環境（地球史）の意味、人類がこれまで行ってきた行為（人類史／現代社会・都市社会）の意味をある程度探ることができた。そして、それらは循環型社会を考察する際の一つのよりどころになり得ると確信し、本特別委員会でもその趣旨に沿った発言を繰り返してきた。そして、幸いその一部は“真の”循環型社会なるものの構築の方向を示す基本的考え方として本特別委員会報告に取り入れられた。

そこで本稿では、先の「答申」が言及している自然環境、地球環境、都市社会等について、森林の視点から見たその“意味”を関連事項も含めて紹介することとした。その上で、本特別委員会で議論された「巨大都市問題」と「都市社会を取り巻く環境の健全化」という課題に対

して、筆者の考え方と提案を述べてみたい。

2 森林の原理

日本学術会議による先の答申は第 4 章で「森林の多面的機能」を取り扱っている。その第 2 節で、森林の機能の第一は“自然環境の構成要素として機能している（森林環境原理）”ことであるとされた。すなわち、森林は植生の代表として、地形・地質、気候とともに地域や地球の自然環境を構成する要素の一つであり、自然環境はこれらの要素のバランスの上に成り立っている。したがって、森林が変化すれば自然環境も変化する、逆に、自然環境が変化すれば森林もその影響を受ける。このように、自然環境の構成要素の一つであることが人類にとっての“森林の本質”であるとするものである。そして、これらの諸要素を結び付けているものが地球表面での水、その他の物質の循環であり、エネルギーの変換・移動である。森林はそれらに影響を及ぼすことによって構成要素の一つになりうるのである。

ところで、“森林”という構成要素は生命活動を行っている特殊な要素であり、他の要素と比べると極めて脆弱な要素であるという特徴をもっている。すなわち、森林は簡単に消失し、衰退する。その結果、自然環境はバランスを失って環境問題が起こる。森林が多くの環境問題（例えば、砂漠化、洪水氾濫など）にかかわっているのはこのためであり、逆に環境が変わると真っ先に森林が被害（例えば、酸性雨被害、生物多様性の低下など）を受ける。

このように森林は“脆弱な”自然環境の構成要素であるが、そのために人類は“素手で”森林を開発し、利用することができた。すなわち、伐採や火入れによって森林を取り除き農地を造成した。また建物や道具の材料として、あるいは燃料として森林を利用できたのも基本的には素手で取り扱えたからである。しかし、そのために各地で森林は消失し、衰退していった（森林利用原理）。…このように考えると、森林と環境と人間との関係は極めて微妙である。それは 4. で扱うことにする。なお、現代の私たちを取り巻く環境（もはや“自然”環境ではない）の構成要素には私たち自身（人類）が加わっていることは言うまでもない。

3 地球史と森林

ところで森林と自然環境との関わりは、森林が“現在の”自然環境の構成要素として機能していることだけではない。答申はむしろ、“森林は、それが約 4 億年にわたって陸域に存在することによって、地域と地球の自然環境の形成に関与してきた”ことを重視している。言い換えれば、現在の地域と地球の自然環境は、森林から生れた人類も含めて、約 4 億年にわたって陸域に森林が存在していたことを前提として徐々に形成され、進化してきたことを重視しているのである。このことに関して答申の記述を補足するため、森林の視点から見た地球環境史を簡

単に述べる。

人々が 1990 年代に地球の温暖化を知らされた時、にわかに注目されたデータがあった。それは、ハワイ島マウナロア山の中腹（標高 3400m）において 1956 年に始まった大気中の二酸化炭素濃度の観測記録である。人々はそれを見て、全く変わらないと思っていた地球大気の組成が変化するものであることと、二酸化炭素の濃度が着実に上昇していることを知った。以来、惑星地球の歴史が地学の教科書を離れて人々に注目されるようになった。

一方で、過去 30 年ほどの地球科学の急速な進歩は、46 億年の地球史の特徴として、最初高かった大気中の二酸化炭素濃度は徐々に減少し、一方で大気中に酸素が現れるなど、大気の組成は大幅に変化してきた、大気の温度は、変動はあるものの徐々に低下し、人類の祖先が生れた後にやってきたいわゆる氷河時代は過去数千万年間で最も気温が低下した時代であるように、地球は徐々に寒冷化している、地球の表層ではいわゆるプレート運動によって大陸が移動し、徐々に分裂した、等を明らかにした。中でも、マウナロア山での観測記録とは逆に、大気中の二酸化炭素濃度は地球史を通して徐々に低下してきた点が注目される。

こうした中で最初の生命は約 38 億年前海底で生まれ、やがて光合成生物が進化し、シアノバクテリアの大発生によって大量の酸素が海中に生まれ、最初は鉄を酸化させて鉄鉱石を創り、さらには大気中に漏れ出して大気の組成を変えていったと聞いている。20 数億年前の話である。さらに約 10 億年前、多細胞生物が進化し、5 億年前までには魚類が出現していた。しかし、陸上は依然として紫外線が降り注ぐ死の世界であった。約 4 億 5000 ～ 2000 万年前に最初の生物が上陸するためには、紫外線を触媒として大気中の酸素から生成されたオゾンが大気の上層にオゾン層を完成させ、それが逆に紫外線を遮断するまで待たねばならなかった。以下、陸域における生物の進化の歴史を、植物を中心に簡単に述べる。

1)最初に上陸した植物はシダ植物である。そして、数千万年という比較的短い時間の後には維管束系を発達させた森林が誕生した。約 3 億 5000 万年前には木性シダの大森林が出現し、大量の石炭を生成した。倒れた樹木が分解されずに炭化した理由ははっきりしないが、この時代の消費者は両生類で、幹まで食い尽くすことはなかったこと、有機物を分解する分解者（微生物）が進化していなかったこと、シダ植物はもともと分解しにくいリグニン成分を多く含んでいること等が考えられる。その理由はともかく、石炭紀における石炭の生成は、この時代の森林は現在の森林よりはるかに多くの炭素を固定させたと同時に、はるかに多く大気中の二酸化炭素濃度を減少させたこと、その固定された炭素をいま人類は消費していることを示している。一方で受精に水の必要なシダ植物の森林は、雨の降る海岸地方にしか存在しなかったと思われる。大陸の内部は依然として死の世界であった。

2)やがて、種子を作る植物である裸子植物（針葉樹、イチョウ、ソテツ）がシダ植物にとっ

て替わると、種子は乾燥に強いので、森林は徐々に大陸全体に広がっていった。これにはパンゲアと呼ばれた超大陸の分裂も影響しているかもしれない。森林は蒸発散作用によって水面からよりも多く、水を蒸発させることができる。しかも、その際、蒸発熱を奪って気温を低下させることができる。すなわち、森林は中生代を通じて陸域を蒸発面に変えることにより、地球の気候を安定化させていったと思われる。

3) 中生代の最後に美しい花を咲かせる被子植物が出現し、温暖な気候の続いた新生代に入って発達した。被子植物の特徴は、動物種と共進化して多様な条件の棲み場所にその勢力を拡大させたことである。これによって地球上に生物多様性が急速に広まっていった。人類はいま遺伝子資源として、あるいは多様な景観として、その恩恵に与っているとされている。

4) そして、人類の祖先が地上に現れたその後に、先に述べた氷河時代がやってきて、地球は急速に寒冷化した。植物は短い夏にしか成長の機会を与えられず、一年生の草本を主体とした草原が出現するとともに、いわゆる北方林が形成された。

このように、地質時代における森林の進化を通して見える地球の歴史は、陸域への森林の拡大の歴史であり、生物多様性の拡大の歴史であったことがわかる。そして、地質時代の森林は、炭素の固定による大気中の二酸化炭素濃度の減少、化石燃料の生成、森林の分布の拡大による気候の安定化、生物多様性の獲得、さらには、有機物を分解する微生物も含めた森林生態系を巡る活発な物質循環の結果としての、おもに温帯地方での豊かな土壌の形成等を通じて、現代の人類にも恩恵を施していることが確認できる。

しかしながら、森林の最も重要な意味は、こうして約4億年にわたって陸域に森林が存在したことにより現在の地域と地球の自然環境が形成され、森林から生れた人類の活動が可能になっていることである。「人類にとっての森林は、幼い子供にとっての母親みたいなものである」とよく言われる。その理由は、単に現代の森林が多面的機能を持っていることだけではない。筆者は、大気組成、温度環境、土壌環境等を含めた現代の陸域の自然環境の形成とその中での人類の進化に過去の森林が深くかかわっていることが最大の理由ではないかと思っている。

なお、この節の最初に述べた大気中の二酸化炭素濃度の低下の大部分は、数十億年に及ぶ海を介した地球化学的反応のほか、海中でのサンゴ虫等による炭素の固定などによって引き起こされ、地上に森林が出現した時点ですでに1%をかなり下回っていた。しかし、森林が出現した後は、森林による炭素の固定が濃度の低下の主要な原因となったと思われる。

筆者は、上述した大気環境等の変化も含めて、生物の活動によるこのような地球環境の変化を、“生物と無機的環境（構成要素）との共進化”と表現している。すなわち、地球の歴史は生物と無機的環境との共進化の歴史であり、その中で、筆者は特に大気中の二酸化炭素濃度の減

少と森林の拡大に注目している。

4 人類史と森林

循環型社会を考察する時、人類の歴史を振り返る作業は当然必要になる。人類は最初、自然生態系の一員として森林や草原の中で暮らしていた。日本を例にとれば、縄文時代まで人々は森林生態系の一員であった。人口が増えると、人々は森林の一部を焼き払って食料を生産した。やがて稲作が伝わると、人々は森林を離れ、森林—集落—水田を結ぶ物質循環系を構築して自給自足の農耕社会を成立させた。この閉鎖型システムは、それが維持できれば、太陽エネルギーのみに依存した（具体的には森林生産物と農作物に依存した）持続可能な社会の成立と言える。しかし、“古代”であっても、人の集まる都市においては持続可能な社会の維持は容易ではなかった。すなわち、すでに7世紀の飛鳥・奈良地方で森林の衰退が始まっており、11世紀には京都に近い滋賀県田上山に“はげ山”が存在していた(2)。森林からの収奪が持続可能な限度を超えていたからである（図1）。

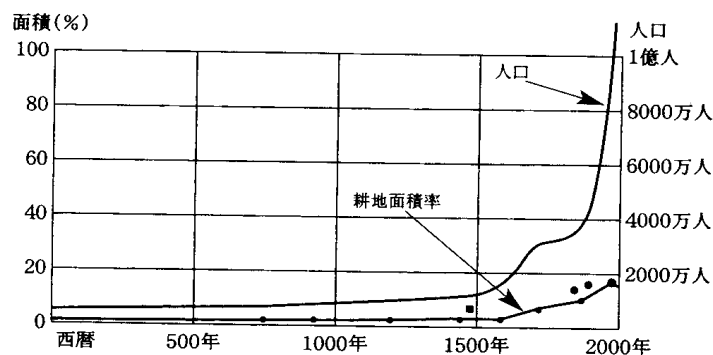
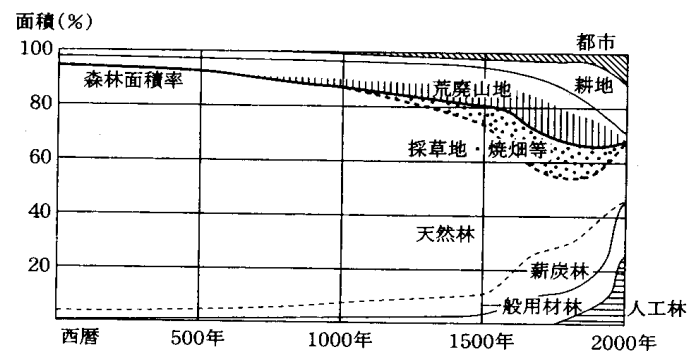


図1（上図） 森林利用及びその他の土地利用の変遷（依光（1984）図をもとに製作）

図2（下図） 人口と耕地面積率の変化

日本では17世紀中葉以降、はげ山が全国に広がり、“治山治水”を叫ぶ儒学者たちの言動が目立つようになる。これは、江戸時代になって森林、特に里山の森林が衰退し、山地の荒廃が激化した証拠である。筆者はいつも「江戸時代は山地荒廃の時代」であったと言っている。

その背景には室町時代後期から江戸時代前期にかけて、日本の人口が三倍増した事実があった(図2)。戦国大名に続き江戸時代の各藩も農地の開墾を進め、社会は発展したが、同時に人口も増加した。そして、建物や道具の材料も肥料も燃料も、すなわち、資源もエネルギーも森林に依存する社会での人口の増加は、持続可能な森林の利用を困難にし、森林—集落—水田物質循環系は崩壊した。江戸時代後半の人口が3000万人台で停滞し、飢饉が続発し、姥捨て山の話が真実味を帯びたことがそれを物語っている。江戸時代に持続可能な循環型社会が存在したと言っても、それは特殊な例にすぎないようである。

このように太陽エネルギーのみに依存する閉鎖型農耕社会システムでは、ある地域が扶養する人口には限度があり(グリーン人口)、人口の増加は致命的である。したがって、技術開発によるシステムの効率アップが望めない場合は、人口の増加に見合う後背地(太陽エネルギーを受け取る土地)が得られなければシステムは行き詰まる。その場合、太陽エネルギーの受け皿である森林が限度を超えて利用され、森林が荒廃する。

中近東に発達した古代文明が森林の荒廃によって衰退する話はよく知られているが、近世日本の人口の急増とその後に起こった森林荒廃→人口停滞はほとんど知られていない。近代以前の社会は、それが農耕社会であろうと牧畜社会であろうと、太陽エネルギー依存の社会であって、人口の増加はそれに見合う後背地を必要とする。それが不可能な時、雨の多い農耕社会では森林が減少する。近代以前のヨーロッパ列強の植民地の争奪は太陽エネルギーの受け皿となる土地の争奪であったと言える(そこから太陽エネルギーによって生産された各種の産物を手に入れた)。植民地を含めて閉鎖型システムを維持しようとしたのである。

言うまでもなく、このような状況を一変させたのが「産業革命」を契機とした工業社会の成立である。人々は科学に後押しされた技術を発達させて現太陽エネルギーに依存しない資源とエネルギーを使うことを見出したのである。これは、地下資源と化石エネルギーを投入すれば太陽エネルギーの束縛から逃れられ、社会はいくらでも成長できることを意味し、開放型システムと呼べる。近代化とは、閉鎖系社会から物質・エネルギーの無制限な導入を前提とした開放系社会への転換であった。

こうして、地下資源を中心とした物質・エネルギーに依存した近代社会は科学技術の高度化により20世紀に大発展し、多くの人口を扶養し、豊かな生活をもたらした。日本では明治以降の近代化の進展によって狭い国土に1億2000万人の人口を収容し、豊かな暮らしを現実させた。しかし、その結果は地域や地球の“環境容量”という思わぬ壁にぶつかって、周知のような各

種環境問題をひき起こしたのである。とりわけ、大気中の二酸化炭素濃度の増加と生物多様性の減少が深刻であるが、水や土の汚染など、本来の物質循環、水循環を狂わせた罪も大きい。

一方で、このような工業社会の影響は森林にも現れた。資源とエネルギーのために森林が破壊されることは少なくなったが、食料と木材の生産は太陽エネルギーに頼らざるを得ない。そのため、今度は人口の急増による農地の開発と木材の伐採が森林の消失と衰退を加速させる原因となった。（近代列強の植民地争奪の目的は地下資源と化石エネルギーの獲得に変わったが、食料基地としての土地の囲い込みや森林の伐採は続いた。）

日本では明治以降、治山・砂防事業により荒廃した森林の復旧が精力的に行われた。しかし、荒廃林地の回復が急速に進んだのは化石燃料と化学肥料の普及した1960年代以降であった。すなわち、これらと引き換えに森林が回復したのである。しかし、森林は豊かになったものの、その代わりに二酸化炭素が増加している。なんとも皮肉な話である。しかも、途上国では依然として森林の消失が続いている。

以上、森林から見た人類の歴史は以下のようにまとめられる。

まず、人類の歴史は一貫して人口圧を受けた開発の歴史であるが、その裏には 陸域での森林の破壊と衰退の歴史があることがわかる。それは、近代以前の農耕社会では資源・エネルギーの確保のために行われたが、近代以降は食料の確保がおもな理由となった。一方、閉鎖系封建社会から物質・エネルギーの無制限の導入を前提とした開放系近代社会に移行した後は、地下資源の開発の歴史に移った。その裏には 大気中の二酸化炭素濃度の増加の歴史と 生物多様性の縮小の歴史が進行している。ほかにも、 自然の循環を狂わせた事実を見逃すわけにはいかない。

以上の二つの節で地球の歴史と人類の歴史を、森林を通して概観した。通常これらの歴史は別々に語られることが多いが、森林を通して両者を比較してみるとその関係が分かり易くなる。すなわち、地質時代を通して陸上に拡大した森林は歴史時代を通して縮小している。これには生物多様性の増加とその減少が重なっている。また、地球史を通して一貫して減少してきた大気中の二酸化炭素濃度は産業革命以降増加に転じている。これには気温の寒冷化と温暖化が重なっていることも言うまでもない。そして、考えてみれば、化石燃料を含む地下資源の開発は、これらを地下に閉じ込めてきた地球環境史の方向、すなわち、地球環境の共進化の方向に反している。森林の縮小も同様に解釈できる。筆者はここに人類社会の発展の本質、特に近代化の本質、物質・エネルギー社会の本質があると思う。これは地球の将来を危うくする・・・と思うのである。このことをさらに分かりやすくするために、地球環境の構成要素の変遷に注目して二つの歴史をつなげてみよう（図3）。

46 億年前、地球が生れた時、地球環境の構成要素は大気圏と水圏と地圏の3要素しかなかった。38 億年前、生命が海の中で誕生して生物圏（海洋生態系）がスタートした。やがて陸上に生物が上陸して陸域生態系が出現し、その中から人類が発生した。その後人類は森林を飛び出して農耕社会を創った。そのため、陸域は森林・自然圏と農耕圏に分かれていく。しかし、このステージでは農耕圏は森林・自然圏と閉鎖システムを形成して調和的であり、地球環境はこのステージまで共進化してきたと言える。

ところが人類は近代化によって資源と化石エネルギーを投入して工業社会を成立させ、人類圏とも言うべき都市を築いて大量の人口を収容した。その結果、地球環境の構成要素に人類圏が加わるとともに地球の環境を混乱させ、上述したように、46 億年にわたる地球環境系の共進化の方向を狂わせたと言わざるを得ない。これが現代の環境問題の本質であろう。

したがって、私たちは人類圏を含めた地球システムを前のステージに戻すか、さもなければ新しい地球環境系を調和的に築き上げねばならないだろう。筆者は、60 億に達した地球の人口を考慮する時、後者以外に道はないと思っている。それが「人類圏と他の地球環境系（人類圏以外の生物圏、地圏、水圏、大気圏）との（持続可能な方向への）共進化」と言う考え方である。真の循環型社会の構築とは、この共進化を成功させることであろう。

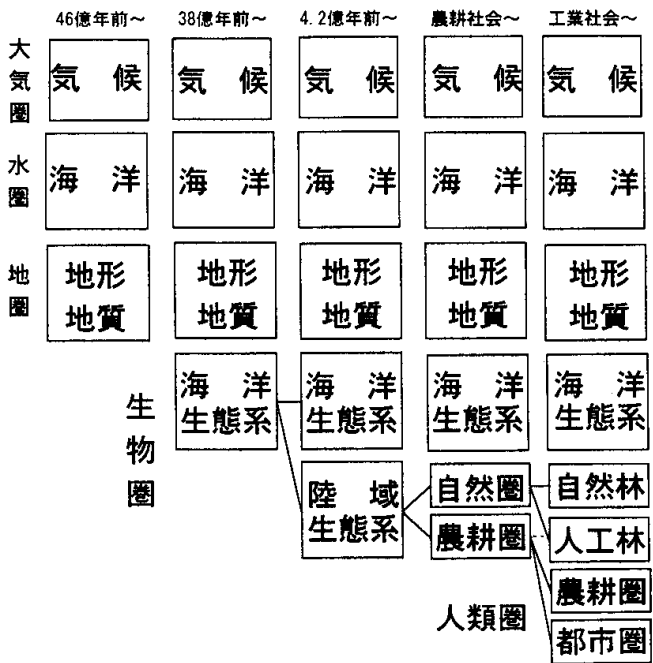


図 3 地球環境の構成要素の変化

5 都市（人類圏）と森林・自然域（人類圏以外の生物圏）との関係

上述の共進化を成功させるためには人類圏の特質をもう少し検討する必要がある。それには、先の「答申」第 4 章 6 節に示された、森林と「農地・農村との関係、都市との関係」が参考になる。「答申」はこれらの関係をエネルギー面から考察している。

すでに述べてきたことから分かるように、現代の土地利用は都市と農地と森林の三種類に分類できる（図 4）。そして、日本でも世界でも、都市には資源とエネルギーが集中的に投下されて大量の工業製品が生産され、人口の大半も都市部で豊かな消費生活を満喫している。言い換えれば、近代化以降人類は都市を中心に活動し、現代社会は都市社会と言ってもよい。

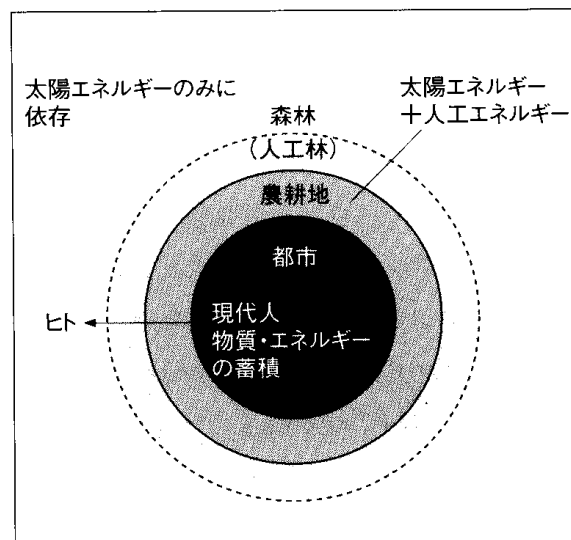


図4 都市と農耕地と森林

一方、農地と森林は、“太陽エネルギーに基づく、大地の上でのバイオマス生産”という“共通性”を持ち、「農林業」、「農山村」などとまとめられて都市と対比されることが多い。しかしながら、農地と森林は、その管理と利用の方法においてむしろ異質の土地利用形式である。つまり、農地における生産システムの内容は、化学肥料や農業機械の使用、近代的灌漑施設の建設・運用など、ほとんどが化石エネルギー起源の物質・エネルギー及びそれによって駆動する技術を投入するものであり、これによって都市に住む現代人の生存を支える食料の大量生産を可能にしている。これは工業製品の生産システムに近い。すなわち、光合成によるバイオマス生産という原理は同じでも、太陽エネルギー以外の資源やエネルギーも利用する農地と、太陽エネルギーのみに頼る森林との差は決定的に大きいと言える。

結局、農地・農村（農耕圏）は都市圏とともに人類圏を形成し、現代社会の開放型システムに組み込まれている。しかし、森林は、現代でも太陽エネルギーのみによる生命活動が行われ

ている自然の領域であり、それゆえ、“自然環境の構成要素”が本来的に持つ環境保全機能に代表される多くの機能を発揮しうるのである。廃棄物も有害物質も出さないのは当然であり、私たちはおいしい水をそこから得ている。森林・自然域の価値はここにあると言える。

こうして人類圏の特質や空間的構造と、それを取りまく森林・自然域、すなわち人類圏以外の生物圏の特質が見えてきた。さらに両者は水やその他の物質の“循環”でつながっていることが重要である。また、後者は、(食料以外では)利用しやすい有機物の形で現太陽エネルギーを取り入れることのできるほとんど唯一の取り入れ口である。すなわち、森林・自然域は人類圏が膨張した現代においても必要不可欠な土地利用である。都市と森林の共生、人類と自然環境との共進化を推進するためには、以上の事実を踏まえた取り組みが必要である。

6 巨大都市をどうする

これまでの議論によって、持続可能な循環型社会の構築とは、空間的には持続可能な人類圏(都市と農耕地)の構築であり、時間的には人類圏と自然環境系との共進化を完成させることにあるが、筆者はそれを二つの課題に大別して考察してみた。一つは持続可能な都市社会システムの構築であり、もう一つは森林・自然域の管理である。

しかしながら、森林科学を専門とする者にとっては、前者については手も足も出ない。本特別委員会でももっぱら勉強させていただき方に廻った。議論の結果は本報告書(本論)に記載されているとおりで、かなりの成果が上がったと委員の一員として自負している。けれども、特別委員会では部分システムの改善についての議論は多かったが、都市システム全体についての議論は、時間的制約もあって深まらなかった。特に、巨大都市問題が取り残された。

本報告書(本論)でも明らかなように、巨大都市問題についてはコンパクトシティ化、クリーン化と緑化、“都市—農村”循環システムなどが話し合われた。また、長期的には、都市の規模や構造、物質・エネルギー・水等の供給システム、交通システム、ITの生かし方、等の基本課題があることが確認されたが、議論はそこまでであった。

しかしながら真の循環型社会の構築に向けて、巨大都市問題こそ避けては通れない課題である(実は筆者は、本特別委員会において、この問題についてもっと掘り下げた議論が行われることを密かに期待していた)。課題の解決のためには、従来の都市問題の関係者ばかりでなく、すべての分野の知識を集約し、長期的視点で検討する必要がある。したがって、それが可能である日本学術会議の課題として、早急に巨大都市問題を取り上げることを提起したい。特別のアイデアを持たない筆者が本稿にこのような項目を設定した理由は、このことを言いたいためである。

7 森林・自然域の一体的管理を

真の循環型社会を追究した本特別委員会の重要な成果の一つは、循環型社会の構築にとって“都市社会を取り巻く環境の健全化”、とりわけ、自然の循環の健全化や、それを保障する森林・自然域の持続可能な管理が重要であることを明示したことである。

森林・自然域の特質と機能はすでに明らかである。すなわち、当該地域は現太陽エネルギーのみで駆動する世界であり、いわゆる多面的機能を発揮する。また、人類圏（都市と農耕地）とを結ぶ各種の循環を健全なものにし、これらを通して人類圏の省エネルギー・グリーン社会への移行を支援することができる。さらに、光合成によって取り込まれた現太陽エネルギーの利用（木材の利用等）が循環型社会の形成に不可欠なことも明らかである。したがって、森林・自然域の持続可能な管理なくして真の循環型社会はあり得ない。

このように、森林・自然域は人類にとって必要不可欠な土地利用であるが、人類圏の膨張による土地の狭隘化が進む中で、森林は開発の用地としてのみ見られてきた経緯がある。そのような圧力を払拭し、真の循環型社会の形成を推進するためには、循環型社会にふさわしい土地利用配置計画を持たねばならない。このとき、当然、健全な水循環・物質循環の基盤となる「流域」の機能を生かすことも忘れてはならない。

森林・自然域の管理の要諦も明らかになっている(3)。最も重要なことは、人類圏からの異物（人工物）の侵入を排除して自然の物質循環を維持することである。その上で人類圏との共生を図り、多面的機能の総合的な発揮を目指さねばならない。これらは、例えばグリーンツーリズム等、人と自然との共生を図るときの原則である。

以上のように、循環型社会の構築に関して、森林・自然域の持続可能な管理や各種の自然の循環の健全化が必要なことを論理的に提起していることが本特別委員会報告の重要な特徴の一つであるが、森林・自然域は河川や湖沼、海岸、さらには高山帯（地球規模では砂漠や極地方）にまで広がっている。そして、これら人類圏以外の生物圏の管理の思想は明らかに共通している。すなわち、森林の管理ではその多面的な機能を総合的に発揮させることが最も有利であるが、それは、河川や湖沼、海岸など、同様に多面的な機能を持つ自然域にも言えるからである。そこで筆者は、21世紀の日本において真の循環型社会を実現するために、具体的に以下のように提案する（詳細な説明は別の機会に譲る）。

循環型社会の枠組に沿った森林・自然域の持続可能な管理のためには、これらの地域の管理を人類圏の管理から引き離して一体的に管理する必要がある。そこで、森林を含む自然域の自然保護行政に関わる環境省、森林・林業行政の大半を統括する農林水産省林野庁、河川行政を統括する国土交通省河川局を統合して新たな環境省を創設する。

なお、森林地域における人工林経営や河川・湖沼での水産業等、農業生産に近い営みもある

が、それらも基本的には（一部の養殖業を除いて）自然の強い影響下での生産であり、人工的管理の度合いは小さい。

8 おわりに

循環型社会特別委員会の議論では現代社会を都市（的）社会と定義した。そして、都市の対極に森林・自然域を置いた。本稿は両者の関係を森林の視点から見た補論である。

参考文献：

- (1) 日本学術会議：地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について（答申） 2001
- (2) 太田猛彦：水源地域としての中山間地（田淵俊雄・塩見正衛（編著）：中山間地と多面機能） 農林統計協会、2002
- (3) 太田猛彦：森林の管理と利用（21 世紀農業・農学研究会：農業・農学の展望—循環型社会に向けて—）（印刷中）

循環型社会と環境保全型農業

第 6 部会員 熊澤喜久雄

1 はじめに

地球温暖化の進行は温室効果ガスの発生抑制を世界的に取り組むべき緊急課題とし、当面京都議定書の批准と遵守が強く求められてきた。我が国も京都議定書の批准はしたが、そこで約束をしている二酸化炭素発生量を 1990 年レベルに比較して 2010 年までに 6% 減少させることは容易ではない。そのためには二酸化炭素発生減少に結びつくあらゆる対策が講じられる必要がある。太陽熱、風力、水力、バイオマス等のいわゆる再生可能エネルギー源の開発を図る必要性が大きくなった。

とくにバイオマスについては、その生産の主な担い手は農林水産業であるため、政府は農水省を中心にして各省連携のもとに「バイオマス・ニッポン」総合戦略を進め、有機性廃棄物を含むバイオマスの全面的な循環的利用をすすめ、有機性の有用物生産の道を拡大するとともに、できるだけエネルギーを回収しながら、しかも環境に対する負荷を最小限に抑えようとしている。

バイオマスはもともと太陽エネルギーを利用して大気中の二酸化炭素を固定して作られた植物性の有機物を起源としているので、最終的にそのエネルギーの利用による化石エネルギーの節減を図ろうとするのであるが、実際のバイオマスには炭素の他に窒素やリンを始めとした多くの無機物とくに重金属などが含まれているので、環境汚染などを生じないように循環をスムーズに行う必要がある。

生物圏におけるバイオマスの循環は、土壌中の養分と水、大気中の二酸化炭素の吸収にはじまり、土壌への有機性廃棄物、動植物遺体、残さなどの投入と土壌中での分解による土壌養分の回復を基調として行われているのであるが、もし、土壌養分がそこでの植物（作物）の生育に対して必要以上に供給されると、様々な土壌由来の環境汚染を引き起こすことになる。

一方で我が国においては、1980 年代以来環境保全型農業が推進されている。ここでは有機物の土壌還元による地力の培養を基本として、環境負荷を最小限とする農業が求められている。すなわち、環境保全型農業の推進と有機物供給、あるいはバイオマス循環が円滑に結びつくことにより、初めて我が国の循環型社会の構築も可能になるという状況になってきている。

2 バイオマス総合戦略

「バイオマス・ニッポン総合戦略は、農林水産資源、有機性廃棄物などの生物由来の有機性資源であるバイオマスを、エネルギーや製品として総合的に利活用する社会「バイオマス・ニッポン」を実現するための戦略である。」

「バイオマス」とは生物資源（量）を表す概念で、「再生可能な、生物由来の有機性資源で化石資源を除いたもの」の総称である。

1) バイオマス総合戦略推進の理由

(1) 地球温暖化の防止

地球温暖化問題は、次世代に豊かな資源と美しい環境に囲まれた地球を残していくため、人類が早急に取り組まなければならない最も重要な環境問題の一つである。我が国も、京都議定書の締結により、温室効果ガスの削減に本格的に取り組まなければならない。二酸化炭素（CO₂）の排出源である化石資源由来のエネルギーや製品を、カーボンニュートラル注という特性を持つバイオマスで代替することにより、CO₂の発生を抑制し、地球温暖化の防止に貢献することが急務となっている。

(2) 循環型社会の形成

大量生産、大量消費、大量廃棄の社会から、廃棄物の発生を抑制し、限りある資源を有効活用することにより循環型社会へと移行していくことが求められている。この循環型社会の形成に向けて、バイオマスは重要な役割を担うものであり、その総合的な利活用を通じ、循環型社会への移行を加速化していくことが必要となっている。

(3) 農山漁村に豊富に存在するバイオマスの利活用

化石資源、鉱物資源等の天然資源の乏しい我が国であるが、アジアモンスーン地帯に属し温暖・多雨な気候条件のおかげで、自然の恵みを受けて成長するバイオマスが豊富であり、その多くは農山漁村に存在している。また、家畜排せつ物、稲わら、林地残材等農林漁業から発生するバイオマスを有効活用することにより、農林漁業の自然循環機能を維持増進し、その持続的な発展を図るとともに、都市部と農山漁村のバイオマスの利活用を有機的に連携させることにより、都市と農山漁村の共生・対流を促進することが期待されている。農林漁業、農山漁村をバイオマス生産、利活用の場として再活性化することが求められている。

(4) 競争力のある新たな戦略的産業の育成

大きな転換点にある我が国の経済社会において、90年代初めと比べて大幅に低下している産業競争力を再生することが経済活性化の鍵となっている。バイオマスを新たにエネルギーや製品に利活用することにより、革新的な技術・製品の開発、ノウハウの蓄積、先駆的なビジネス・モデルの創出等が可能となり、全く新しい環境調和型産業とそれに伴う新たな雇用の創出が期待できる。このバイオマス関連産業を日本発の戦略的産業として育成することにより、我が国の産業競争力を再構築していくことが必要となっている。

2) 我が国のバイオマスの利活用の状況

(1) バイオマス資源

農水省の取りまとめによると我が国のバイオマスの利活用についての正確な統計データは整備されていないが、その現況は次のようであるという。

家畜排せつ物については、年間発生量約 9,100 万トンのうち、約 80%が利用されており、その大半はたい肥としての利用である。

食品廃棄物については、年間排出量約 2,000 万トンのうち、約 90%が焼却・埋立されており、利用は 10%に満たないが、その大半はたい肥、飼料としての利用である。

木質系廃材・未利用材については、製材工場等残材（約 1,500 万 m³）はほぼ再生利用されているが、間伐材・被害木を含む林地残材（約 1,000 万 m³）のほとんど、今後発生量の増加が見込まれる建設発生木材（約 1,250 万 m³）の約 6 割は未利用である。利用については、原材料（製紙原料、家畜敷料等）利用（約 6 割）と直接燃焼利用（約 4 割）である。

下水汚泥については、年間排出量約 7,300 万トンのうち、約 42%が埋立されており、残り約 58%は建設資材やたい肥として利用されている。

農業集落排水汚泥については、年間排出量約 62 万トンのうち、約 78%が焼却・埋立されており、利用の大半はたい肥としての利用である。

(2) 主な利活用の方策

バイオマス利用はマテリアル利用とエネルギー利用の両側面をもっている。

マテリアル利用面からは、肥料（たい肥）、飼料（家畜用、水産用）、木質系素材（リサイクルボード、木質プラスチック複合資材）、工業用原料（生分解性素材、機能性食品用原料）方面での利用がされている。

エネルギー利用では直接燃焼（ペレットストーブ、パガスボイラーによる発電）気体燃料（湿式メタン発酵）、液化燃料（バイオディーゼル）などに利活用されているが、今後の技術開発により、コジェネレーション、家畜排せつ物の炭化処理、乾式メタン発酵、メタノール変換などが進むことが予測され、発酵廃液などの液肥利用なども見込まれている。

下水汚泥、メタン発酵液などを含めて、量的に多いのは飼料・肥料・コンポストなどへの変換を通しての都市と農村との間の有機物循環を介しての利活用である。すなわち農業の自然循環機能を生かして廃棄物は有用物生産資源として利活用され、新たなバイオマスの生産に向けられることになる。

土壌中の炭素の蓄積や肥料成分の有効利用、バイオマスの持続的生産を確保する観点から、たい肥の投入等による土づくりを適切に行う持続型農業を推進するとともに、都市で発生する食品廃棄物等からできたたい肥を利用して栽培する有機農産物を、都市のスーパーで販売することによる都市と農山漁村の共生・対流の促進、都市部から発生するエネルギーの施設園芸、畜舎等へ

の供給、木材乾燥熱源としての利用などが考えられる。

3 環境保全型農業と循環型社会

1) 環境保全型農業と持続可能な農業

環境保全型農業は人類社会の持続可能な発展を目指す持続可能な農業の一形態である。また、バイオマス循環と環境保全型農業とは密接不可分の関係にある。

持続可能な農業 (sustainable agriculture) が確立するためには、(1) 経済的に実行可能であること。(2) 環境保全的であること。(3) 社会的に受け入れられること。が必要であり、その具体的内容は世界の国々の置かれている条件により様々である。いわゆる大規模化、単作化、化学化、機械化等の進行に起因する環境負荷の増大という点で共通性のある先進諸国の農業政策は、米国における低投入・持続型農業、EU における低集約化・持続型農業、日本における環境保全・持続型農業のような特徴がある。

我が国の「環境保全型農業」は「農業の持つ物質循環機能を生かし、生産性との調和などに留意しつつ、土づくり等を通じて化学肥料、農薬の使用等による環境負荷の軽減に配慮した持続的な農業」と表現される。

環境保全型農業に関連する法律としては、食料・農業・農村基本法、持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律、肥料取締法の一部を改正する法律、家畜排泄物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律、農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律の一部を改正する法律（有機農産物の検査認証・表示制度の創設）、食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（食品リサイクル法）等がある。

2) 環境保全型農業の現状

現在環境保全型農業に取り組んでいる農家戸数は全農家の 21.5% に上っているが、その内容は様々である。有機栽培及び特別栽培農産物の栽培に取り組んでいる農家はその中の 8 割程度を占めている。

平成 11 年に成立した「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」は、「持続性の高い農業生産方式の導入を促進するための措置を講ずることにより、環境と調和のとれた農業生産の確保を図り、もって農業の健全な発展に寄与することを目的とする」ものであるが、この法律において「持続性の高い農業生産方式」とは、土壌の性質に由来する農地の生産力の維持増進その他良好な営農環境の確保に資すると認められる合理的な農業の生産方式であって、次に掲げる技術のすべてを用いて行われるものをいっている。

たい肥その他の有機質資材の施用に関する技術であって、土壌の性質を改善する効果が高いもの、肥料の施用に関する技術であって、化学的に合成された肥料の施用を減少させる効果が高

いもの 有害動植物の防除に関する技術であって、化学的に合成された農薬の使用を減少させる効果が高いもの、として農林水産省令で定めるもの。

都道府県は、当該都道府県における持続性の高い農業生産方式の導入に関する指針を都道府県における主要な種類の農作物について、都道府県の区域又は自然的条件を考慮して都道府県の区域を分けて定める区域ごとに、当該農作物及び地域の特性に即して定める必要があるとされている。

ここで、持続性の高い農業生産方式を構成する具体的な技術の内容としてあげられているのは、(1)土づくりに関する技術：たい肥等有機質資材施用技術、緑肥作物利用技術、(2)化学肥料低減技術：局所施肥技術、肥効調節型肥料施用技術、有機質肥料施用技術、(3)化学農薬低減技術：機械除草技術、除草用動物利用技術、生物農薬利用技術、対抗植物利用技術、被覆栽培技術、フェロモン剤利用技術、マルチ栽培技術、等である。

この法律によって認定された農業者にエコファーマーの愛称が与えられるが、平成14年8月末現在で14461名に達し、平成13年6月調査では、その経営規模は平均3.5haで、取り組み作物の面積割合は水稻44%、工芸作物22%、果樹13%、葉茎菜類7%、根菜類35%、果菜類7%となっている。

エコファーマーは環境に優しい農業生産方式を行っている農業者であるので、その生産物は環境に優しい農産物ということが出来る。

3) 農業による環境負荷

当面の農業による環境負荷の重要なものとしては、地下水の硝酸性窒素汚染問題が挙げられ、生物多様性影響も含めて、環境に及ぼす影響対策指標としては化学肥料および農薬の使用量あるいは販売金額が上げられている。

化学肥料

日本の化学肥料の施用量は1974年を最大値として、漸減している。一方で汚泥肥料の生産量は1980年以後急速に増大してきた。水稻および小麦に対する堆厩肥施用量は相変わらず低水準に停滞している。また、稲、麦に対する単位面積あたり施肥量は1985年前後より漸減し、窒素は8kg/10a程度に近づいている。

一方で化学肥料による環境汚染の象徴とも言える地下水の硝酸性窒素汚染は、相変わらず高く、平成12(2000)年度では、地下水の環境基準を超えている硝酸性及び亜硝酸性窒素を含む地下水は調査地点の6.1%にも上っている。

地下水の硝酸性窒素汚染の主な原因は農耕地への窒素施肥量の過剰と畜産廃棄物のす堀貯留や屋外貯蔵のような不適正な処理方法が挙げられている。

この事態に対する対策として、中央環境審議会の答申(平成12年12月14日)においては、

「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素については、従来の有害物質と異なり、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は土壤中に蓄積されず、降雨等によって速やかに下層に移行し土壌から溶脱する性質を有しており、これが地下水汚染の原因となっていること 土壌中の硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は、他の形態の窒素成分に変化し、またその量は土壌条件（物理化学性、微生物性）や気象条件によって異なること さらに、農用地については、農作物によって土壌中から吸収される硝酸性窒素の量が作物種や品種によって大きく異なること 等から、対策を進める目標として一律の土壌環境基準を設定することは技術的に困難である。」とした。硝酸性及び亜硝酸性窒素に係る水質汚濁防止対策としては、「多種多様な発生源を対象とした全国一律的な対策と地域における重点的な対策を効果的に実施するために、対象地域の選定、計画策定、実施体制等に関する一定の対策要綱等を国が提示すること」とされている。

OECD 諸国との比較においては、我が国の窒素の面積あたり投入量は 255kg/ha であり、オランダ、韓国、ベルギーに次ぐ高水準に留まっている。また窒素源中の無機肥料の構成率は 41%と改善はされているが、投入窒素効率は 47%であり、堆厩肥を含み窒素効率の向上に対しては、努力をする余地があることを示している。

実際に土壌に投入された窒素のうち作物に利用されなかったものは畑地においては溶脱により硝酸性窒素として地下水へ、水田においては脱窒により、窒素あるいは亜酸化窒素ガスとして空气中に逃げていると推定される。

従って特に畑作物においては有機質・無機質肥料を含めて、施肥法の改善とともに、その総投入量の削減に配慮する必要がある。

環境保全型農業において推進している側条施肥、肥効調節型肥料の施肥も一定の進展を示しているといえる。

農薬

農薬使用量は減少しているが、販売額は増大している。中毒死も一定数ありその施用に関する使用者の関心の高いことと対応を示している。

環境保全型農業で推進している天敵農薬の使用面積は、1998 年現在、施設栽培の総面積 4151 ヘクタール中の 510 ヘクタールに留まっているが、フェロモンについては、果樹園、野菜を中心に 1999 年現在 12,650 ヘクタールに達しており、急速な伸びが分かる。

環境保全型農業においては、農薬の使用は出来る限りゼロに近いのが望ましいのであるが、自然における多様な病害虫、雑草との相克の中においては、的確な農薬の使用が必要とされる。有機農産物栽培においてもやむを得ない場合に使用可能とする農薬のリストが示されている。

農薬の使用に際しては、使用者に対する安全性と生産物の安全性に対する考慮とともに、環境生物に対する安全性に一層の注意が払われる必要がある。

また近年問題になっているいわゆる「環境ホルモン」作用を持つ恐れがあるのではないかと疑われている化学物質の中の多くのものが農薬として使用されているものであり、さらに一時は多量に優良な農薬として使用されていたものも、研究の進展により有害作用が認められ、使用禁止や製造中止になったものも多いことを考慮すると、化学合成農薬の使用量には絶対的な限界量は存在せず、出来る限り減少させるように努力する必要がある。

農薬の生物多様性に対する影響を生産点において認識するシステムとしては、生産地でのトンボ、ほたる、みみず等の小動物の生息調査による環境安全確認法は一層普及すべきであろう。

フェロモンや天敵利用を重視する IPM すなわち総合的害虫防除法は標的害虫に対する的確な選択性農薬の適時使用などにより土着天敵の数を維持し、総合的に病害虫の防除に大きな効果を上げている。

しかし、我が国の面積当たり農薬使用量は OECD 報告にあるように世界最高水準であることを考えると、化学合成農薬の使用の低減に関してはさらに一層の推進が必要とされている。とくに 2005 年までに全面禁止される臭化メチル問題を含め、連作障害対策などで使用される土壤消毒剤の使用削減が大きな課題となる。蒸気熱殺菌、太陽熱消毒などの研究普及が望まれる。

4) 地域資源循環と地産地消

環境保全型農業は農業の人間環境に及ぼす様々な負の影響を軽減すると共に、人間活動により生じている環境汚染を浄化することにより、環境の保全に貢献するという、人間社会にとって欠くことの出来ない役割を演じている。

長井市のレインボープランに見られるような、地域からも支持される農業は地域行政や地域住民の支持と信頼を得て、地域に対する安全・安心な農産物の供給、地産地消の確立をすることにより、環境保全型農産物の生産供給を安定化することにより、持続可能な農業への展望を開くものである。

市町村などの住民生活、景観保全、ビオトープの保全、地域産業の持続的発展計画などを盛り込んだ、地域環境保全計画の樹立が要求されるが、農業計画はその核心部分を形成する。とくに、市町村段階における、地下水の汚染状況等の調査と結合して、その対策としての地域環境保全型農業を確立する必要がある。

例えば、ゴミ焼却問題との関連における生ゴミ処理、し尿・下水処理、畜産廃棄物の処理、安全で良質な農産物の生産と供給、連作障害の回避と地力の維持、化学肥料・農薬の施用削減、景観の維持、グリーンツーリズムの発展などを踏まえて、地域における自然生態系の維持とともに地下水資源の量と質の確保計画が樹立される必要がある。

近年における農村における生活環境の改善は著しいものがある。とくにし尿と生活排水処理施設の整備が大きく貢献していることは言うまでもない。その結果はまた、美しい景観の下で清潔

な環境を実現し、農村に憩いを求める人々を惹きつけ、グリーンツーリズムや民宿など、都市と農村との交流の場を広げることも出来るようになってきた。

安全・安心な農産物の供給と、地産・地消、都市と農村とのバイオマス循環・人的交流、農業の多面的機能の認識の高まり、食糧自給率の向上、地域環境保全、地球環境問題への対応など、多くの課題が、環境保全型農業の確立、バイオマス循環、循環型社会の形成問題の核心として位置づけられてくる。

循環型社会形成に向けての都市と農村との連携

第6部会員 松田藤四郎

1 巨大都市と循環型社会

現在の環境問題の多くは巨大都市から生じている。ヨーロッパ大陸の諸国には巨大都市はあまり見られず、特にドイツは中小都市と農村とのバランスが比較的よくとれている例である。いまでもハワードの田園都市の思想が生き続けているように思われる。日本でも江戸中期の江戸は、人口100万人に達し、世界1の大都市であったが武家地、社寺、火除け地などが多く、江戸の街の半分は緑地帯であったし、近郊の農村から野菜など農産物の供給、市街からのし尿の農村への還元など、農村と都市との物質循環が比較的スムーズにおこなわれていた。

現在の東京は1人当たり公園面積7㎡、都全体の農地面積は、9,000ヘクタールしかない。住宅地、商業用地、工業用地が占める過密マンモス都市であり、そこから排出される産業廃棄物、一般廃棄物、さらに大気有害物質は膨大な量になる。「循環型社会形成基本法」をはじめ各種リサイクル法は、リデュース、リユース、リサイクル、いわゆる「3R原則」によって、資源循環システムを構築しようとしているが、巨大都市自身で解決できるものではない。因に首都圏では廃棄物の9割が産業廃棄物であるが、その量は平成10年度で約1,380万トンもあり、埋立処分場の残余年数は0.8年分しかない。

巨大都市こそ真の循環型社会の形成に対する最大ネックとなっている。自ら自然の物質循環をコントロールできなくなった巨大都市にもかかわらず、アメーバのようにまだ肥大を続けている。世界人口の約75%が都市人口である（国連人口活動基金報告）。その多くの部分を巨大都市が占めている。そして、その巨大都市は先進国に限らず、むしろアジア、中南米などの発展途上国において、すさまじい勢いで膨張しているのである。巨大都市は産業廃棄物、一般廃棄物、大気汚染などの環境問題を顕在化させているばかりか、犯罪、人間関係の希薄化、教育の荒廃など様々な社会問題を惹起させている。人類は巨大都市によって滅亡するのではないかとさえ危惧される。

東京都は都市のグリーン化に積極的に取り組んでいるが、廃棄物処理については、前述のように危機的状況にある。巨大都市をどう制限し改造していくか。また、産業構造の変化に対応した都市と農村との土地利用のあり方など多方面からの議論が展開され集約される必要がある。

2 農村と循環型社会

工業、商業を中心とする巨大都市とは較べるべくもないが、農村の主要産業である農業・畜産業も20世紀近代農法の進展によってまた環境に負荷を与えている。メタンや亜酸化窒素の生成

による地球温暖化、硝酸性窒素による地下水汚染の増大、農薬による生物多様性への影響などがある。これらの問題を解決するために、国は持続性の高い農業生産方式導入の促進に関する法律（平成11年7月）により物質循環を重視した「環境保全型農業」の促進を図っている。しかし、これもエコロジーとエコノミーの調和を目指す、真の農村循環型社会形成の過渡的措置にすぎない。

いずれにしろ20世紀近代農法がもたらした環境に対する負の遺産を解決し、循環型社会を形成しなければならない。農村もまた環境汚染と無関係ではなく、食への安心、安全に対する不安さえ払拭できない状況を真の循環型社会の形成に向け解消しなければならない。

3 都市と農村との関連（広域循環システムの構築）

循環型社会に向けて解決しなければならない問題は、都市と農村では質的にも量的にも異なる。農村はその気になって諸施設を実施すれば環境型社会は独自にでも形成できよう。しかし、巨大都市は内部のみでは解決が困難である。一般廃棄物のうち、生ごみは水分があり腐敗しやすいので、遠距離輸送ができず、都市内の焼却施設で焼却されているが、コンポスト化・ディスポーザー（家庭用生ごみ粉碎機）の導入などによって堆肥化、メタン発酵によるエネルギーへの転換も考えられる。生ごみや下水汚泥などからの堆肥は農業に還元できる。

生ごみ以外の一般廃棄物（廃家電、空き缶、ガラスビン、包装、古新聞など）や産業廃棄物（金属、ガラス建築材、建設系鉱物、木屑等可燃性建築物、製鉄所、石炭火力発電所、排水処理施設等の副産物など）はマテリアルサイクルやサーマルリサイクルとして再利用できる。

再利用できる廃棄物は再処理のための施設が必要であり、これら静脈産業は巨大都市内での立地が困難になっている。農村を含めた広域圏での対応が不可欠である。そのためには、循環資源を収集、運搬する広域的な鉄道、海上輸送による静脈物流システムの構築が必要であろう。

またホストコミュニティ（廃棄物を受入れる自治体に廃棄物搬入トン当たり支払う費用）制度の導入が図られれば、都市と農村との関連がより容易になり、一体化が促進されるであろう。

巨大都市の改造を図るとともに都市における動脈産業のグリーン化を技術開発をとおして、一層進めることが必要である。他方、静脈産業を種類ごとに分類し、その種類ごとの立地を輸送コスト等経済性を考慮して農村（地域）に立地配置して連携を深めることが、真の循環型社会の形成にとって重要である。静脈産業の技術開発、物流システム、輸送システムの確立が図られれば、新たな地域産業の活性化にもつながろう。地域から歓迎されるような静脈産業の技術開発や都市サイドからのアプローチが鍵となろう。

循環型社会に対する公衆衛生学的視点

第7部会員 田中平三

1 はじめに

医学は、生命現象を種々のレベルで観測している。マクロからミクロのレベルにわたっており、生態系（地球）集団、個体、臓器、組織、細胞、細胞内構造、分子を研究の対象としている。集団を中心に、生態系、個体というマクロレベルを対象としているのが、社会医学（公衆衛生学）、個体を中心に臓器、組織レベルを対象としているのが、臨床医学、分子を中心に、臓器以下のミクロレベルを対象としているのが基礎医学である。

医学研究は、病態志向であるが、そのなかで公衆衛生学は、成因志向で、予防という実践活動を伴うのも特徴である。人間の生命現象は、人間が外部の環境に対して適応し、その恒常性を維持することによって成立している。これを宿主・環境関係という。疾病は宿主と環境のいずれかが優勢あるいは劣勢になった場合に起る。しかし、宿主・環境関係は動的平衡状態にあることを認識しておかなければならない。いずれかが大きな変化を起こしたとしても、他方が予備力を発揮して、これに対処することができるのであれば、疾病の発生をもたらさないし、極く小さい変化であっても、他方がこれに対処することができないのであれば、疾病の発生が起る。例えば、抗がん剤を投与されている白血病の患者は、通常では発症に至らない感染を受けても、免疫力低下のために、致命的な感染症（急性肺炎など）を併発することもある。

疾病の原因を宿主・環境関係の立場から解明するために、疾病の原因はひとつでなく、多要因であるという概念が導入されるに至った。「結核菌が存在するからといって、肺結核が必ず発症するとは限らない」つまり、疾病は必要条件だけでは成立せず、十分条件も必要である。ここに多要因原因説が発展した。

疾病の発生要因は、宿主要因（内因）と環境要因（外因）とに二分される。宿主要因の核となっているのは遺伝子であり、宿主要因は、性、年齢、人種、免疫状態、栄養状態、等々である。環境要因は、生物学的（細菌、ウイルス等）、物理的・化学的（温度、湿度、紫外線、放射線、栄養素、非栄養成分、金属、化学物質等）、社会的（人口密度、移住、職業・職種、宗教、教育、栄養状態、戦争、災害等）環境要因に分けられている。

本稿では、人間集団、特に日本人を対象とし、社会的環境要因としての栄養状態を要素として、循環型社会に接近することとする。

2 日本人の食事摂取量、生活習慣病、平均寿命 [学術の動向 6(10):44-49, 2001]

1) 社会経済状態の変遷

太平洋戦争後から現在に至るまで、わが国の社会経済状態は顕著な変動を示した。そして、国民の生活習慣 (life-style) はその影響を強く受けた。その結果、疾病構造も変化した。

社会経済状態の立場から、わが国の戦後は大きく5期間に分けられる。敗戦からサンフランシスコ講和条約発効前後までを困窮時代 (～1950年頃)、所得倍増計画発表頃までを復興時代 (～1960年頃)、オイルショックまでを高度経済成長時代 (～1975年頃)、バブル経済崩壊前後までを低経済成長時代 (安定期。～1990年頃)、それ以降を不況時代と筆者は呼んでいる。

2) エネルギー、主栄養素摂取量の年次推移

国民栄養調査成績 (図1) によると、困窮時代のエネルギー摂取量は、食料不足を反映して必要量を充足している人々の割合は少なかったが、間もなく増加傾向となった。復興時代には横ばい状態となったが、高度経済成長時代に入ると、再び増加傾向を示した。しかし、低経済成長時代以降には減少傾向に転じ、近年の不況時代では、復興時代の水準を下回っている。量的には飽食時代とは必ずしもいえない。産業構造が1次産業から、2次、3次産業へ移行し、労作強度の軽減、労働時間の短縮がもたらされ、さらに自動車の普及、運動不足によりエネルギー消費量の減少が認められた。したがって、エネルギーを多くとる必要がなくなってきたのである。

栄養素のうちでは脂肪摂取量の推移が最も象徴的である。脂肪摂取量は低経済成長時代の初め頃 (1978年頃) まで、一貫して増加傾向にあった。なかでも高度経済成長時代での増加が著しい。しかし、低経済成長時代以降には、55～60g/日の範囲内で横ばい状態となっていたが、1995年頃から減少傾向である (2000年: 総数 57.4g、男性 61.7g、女性 53.5g)。この値はなおも欧米諸国の2分の1から3分の1ぐらいである。ただし、エネルギー摂取量は減少しているので、脂肪のエネルギー比は増加傾向にある (2000年: 26.5%)。さらに、P/S比 (P = 多価不飽和脂肪酸、S = 飽和脂肪酸) は1.0で、欧米諸国の0.3～0.4よりもはるかに高い。植物性脂肪: 動物性脂肪: 魚からの脂肪 = 5: 4: 1で、バランスのとれた脂肪摂取量であると、世界的に評価されている。

このようにわが国の脂肪摂取量の現状は、量的にも質的にも、欧米諸国との間に大きな差があり、単に欧米型食生活とはいえない。筆者は近代型食生活と呼んでいる。

食品で表現すると、困窮時代から高度経済成長時代の前半までは、ごはん (6～9杯/日)、味噌汁 (3～6杯/日)、漬物が朝、昼、夕食の三度とも摂取されており、夕食にこれらに加えて根・野菜の煮物、豆腐、塩干魚などが一品つけば上等といわれた。肉類、卵類、牛乳、乳製品等は、滋養食、晴食 (祝事、祭等の際にのみ摂取された) といわれていた。

このような高食塩、高炭水化物、低脂肪、低動物性蛋白質で表現される食生活を伝統型食生活

という。その後、副食が多様化していったが、記述のように完全な欧米型食生活ではなく、近代型食生活を形成することになった。これは、ごはんを主食として保持し、その摂取をやめることなく、主菜、副菜の多様化をはかってきたからである。

3) 疾病構造と平均寿命

困窮時代には、急性感染症（いわゆる伝染病）、寄生虫病、低栄養症、栄養素欠乏症も少なくなかった。乳児死亡数は22万人を超えていた。死因の第1位は結核で、しかも20、30歳代死亡総数の50%（約62,000人）が結核によるものであった。

1951年から1980年まで、すなわち低経済成長時代の前3分の1期までは、脳卒中が死因の第1位であった。また、脳卒中年齢調整死亡率の国際比較を行うと、困窮時代から高度経済成長時代までの間、世界第1位であった。1981年から今日に至るまで、悪性新生物（全がん）が死因の第1位である。

乳児死亡、結核、そして脳卒中は顕著に減少した。一方、虚血性心疾患の年齢調整死亡率は減少傾向で、増加していない。がんは、男性では増加傾向にあったが、その後、横ばい状態となり、この5年間は減少傾向となってきたし、女性では減少傾向が認められている。

このようなことから、わが国の平均寿命は大幅に、かつ急速に延び、男女とも世界一の長寿国となった。活動的平均余命（健康寿命）も世界一である。社会経済状態の変化、食生活の伝統型から近代型への移行には、種々の問題点が内包されているが、平均寿命の延伸に大きく寄与したのは確かである。日本人の平均としては、高く評価されるべきものである。伝統型食生活へもどすべきであるという考えは誤りである。循環型社会は、世界の手本というべき日本人の近代型食生活を評価し、これを維持するものであってほしい。

しかし、これは、若年時代に伝統型食生活を経験した人々の話である。日本の繁栄のなかで生まれ育った世代では、将来、特定部位のがん（結腸がん、乳がん、前立腺がん等）、脳梗塞、虚血性心疾患の増加が認められるようになるかもしれない。

3 死亡、出生

1) 人口論

国連の2000年における推計によると、世界人口は、2000年61億、2005年64億、2050年93億で、増加傾向が続く。第2次世界大戦までの人口増加は、先進国を中心に生じたもので、社会経済状態の発展と歩調を合わせたものであった。第2次世界大戦後の人口増加は、発展途上国における増加の寄与が非常に大きい。イタリアと東欧諸国では、1990年代に人口増加率が負に転じ、その後、ドイツ、スペインが、わが国では2006年以降に負となることが予測されている。日欧と発展途上国とは対照的である。発展途上国で出生率が高いのは、子供の労働力、子供によ

る両親の老後保証、さらに宗教的、慣習的、制度的要因等による。

人口と社会経済状態に関する考え方には、楽観的人口論（人口増加を善とする考え方）と悲観的人口論（人口増加を悪とする考え方）とがあるという。山口三十四（人口成長と経済発展・有斐閣、東京、2001）によると、人口の経済へのプラス効果は、次の通りである。

人口増加は労働力を増加させ、生産にプラスに働く。両親の労働量を増加させる。農村社会等では子供の労働力はきわめて重要である。

規模の経済、分業や競争を生じさせ、生産性を高める。

必要は発明の母である。

知識の蓄積が行われ、天然資源の開発等を進める。天才の出る数はより大きい人口数の場合に絶対数で大となり、経済に貢献する。

さらに、消費面、文化面、教育面、その他への貢献を次のようにまとめている。

人口成長（増加）率の高い国は青年人口の割合も大きく、新生産物に対する感応性が大きく、新しい職業に対する順応性、適応性、活気等も大きい。青年層の教育水準は老年層よりも高く、消費以上のものを生産し、貯蓄する。若年層は流動性が高く、資源の最適配分に一役を買う。

人口成長は道路等のインフラストラクチャの建設にプラスの貢献をする。高人口成長は人口密度を高め、輸送、教育や衛生面にプラスの影響を与える。オーバヘッド・コストは人口に関係なくある程度の大きさが必要であり、多くの人口では割安になる。開発途上国では人口成長が灌漑や農業投資にプラスに働く。

現在の楽観的人口論によると、技術進歩は人口増加により誘発されるという。先進国では、高人口増加率は低人口増加率よりも低労働生産性であるが、長期的にみると、高労働生産性をもつ。発展途上国では、人口の短期のマイナス効果は厳しく、長期のプラス効果は遅々としたものであるが、生活水準を向上させるという。現在のわが国では、この楽観的人口論に基づいて、少子高齢化社会と経済不況時代を憂い、人口増加策を講じるべきであるとする人々も少なくない。地球規模では人口抑制策が強調されているので、どう調和を図っていくかが課題である。

一方、人口の経済へのマイナス効果は、次の通りである。

人口増加は1人当たり所得を減少させる。

人口増加は年齢構成を変化させ、就業人口比率を減少させ、1人当たり所得を減少させる。

子供は現在の貨幣の限界効用を増加させ、時間的選好を現在に向け、貯蓄よりも消費を多くさせる。

公共施設等から受ける1人当たりサービス量は減少する。

近年の悲観的人口論によると、人口増加が資本蓄積を阻害するという。地球は有限であり、人

口と資源消費が増加すると、食糧が不足し資源が枯渇する。それ以前に大気汚染や環境破壊により人類が滅亡するという報告が出された。これに対する批判も多く出された。一方、楽観的人口論による、人口増加の技術進歩は、地球規模で観察すると、オゾン層の破壊、地球温暖化、酸性雨等の環境面へのマイナス効果をもたらした。ここに、持続可能な経済発展、それによる環境保全、天然資源保護という考え方が生まれてきた所以がある。このような考えに立つと、人口増加を抑制するという態度を持たざるを得ない。循環型社会は、現在の悲観的人口論の上に成立している。

2) 出生と死亡

人口の増減は、自然増加（＝出生－死亡）と社会増加（＝転入－転出）とで規定されている。地球人口の場合は、自然増加のみで規定されている。

出生の指標

$$\text{出生率} = \frac{\text{1年間の出生数}}{\text{年央人口}} \times 1,000$$

出生数とは、1月から12月までの出産数から死産数を引いたものである。年央人口は、7月1日現在の人口を指すが、わが国では10月1日現在の人口（4月から3月までの年度の中央日で、国勢調査実施日である）を採用している。

子供を生む母親の年齢を再生産年齢といい、15～49歳とすることが多い。15歳の女性が49歳になるまで、何人の子供を生むかを観察するには35年間も待たなければならない。そこで、ある年次の年齢別出生率が今後も続くと仮定したものが再生産率である。例えば、2000年に15～19歳である女子は、2005年に20～24歳、2010年に25～29歳・・・となり、子供を生んでいく。この観察を終えるのは、記述のように35年後である。2000年に15～19歳である女子は、2005年には、2000年に20～24歳である女子の出生率を示し、2010年には、2000年に25～29歳である女子の出生率を示し・・・2030年には、2000年に45～49歳である女子の出生率を示すと仮定したものである。

$$\text{合計特殊出生率(粗再生産率)} = \left\{ \frac{\text{母の年齢別出生数}}{\text{年齢別女子人口}} \right\}_{15\text{歳から}49\text{歳までの合計}}$$

女子の年齢別出生率の合計で、1人の女子が、その年次の年齢別出生率で一生の間に生むとしたときの子供の数を表す。合計特殊出生率が2.1以上であると、将来人口は増加する。わが国では1950年3.65、1970年2.13、1980年1.54、2000年1.36である。2000年の米国は2.13、フラ

ンス 1.36、イタリア 1.23、イギリス 1.65、スウェーデン 1.54 である。

$$\text{総再生産率} = \left\{ \frac{\text{母の年齢別女児出生数}}{\text{年齢別女子人口}} \right\}_{25 \text{ 歳から } 49 \text{ 歳までの合計}}$$

合計特殊出生率の場合は、生まれる子供は男女両方を含んでいるが、これを女児だけについて求めた指標で、1 人の女子が、その年次の年齢別出生率で一生の間に生む平均女児数を表す。

$$\text{純再生産率} = \left\{ \frac{\text{生命表による年齢別女子定常人口}}{\text{生命表による } 0 \text{ 歳の女性生存率数} (=100,000)} \times \frac{\text{母の年齢別女児出生数}}{\text{年齢別女子人口}} \right\}_{15 \text{ 歳から } 49 \text{ 歳までの合計}}$$

純再生産率は、総再生産率に、さらに母親の死亡率を考慮に入れたときの平均女児数を表す。

1 以上であると将来人口は増加し、1 未満であると減少する。わが国では、1950 年 1.50、1960 年 0.92、1970 年 1.00、1980 年 0.83、1990 年 0.74、2000 年 0.65 である。

死亡の指標

$$(\text{粗}) \text{ 死亡率} = \left\{ \frac{\text{1 年間の死亡数}}{\text{年央人口}} \right\}$$

わが国の (粗) 死亡率 (人口 1,000 対) は、1950 年男性 11.4、女性 10.3、1960 年 8.2、6.9、1970 年 7.7、6.2、1980 年 6.2、5.6、1990 年 7.4、6.0、2000 年 8.6、6.8 である。

死亡率を集団間で比較したり、同一集団内で年次推移を検討する場合には、年齢構成を考慮に入れなければならない。年少人口の割合が大きく、老年人口の割合が小さい集団の死亡率より、当然高い。そこで、年齢構成を考慮に入れた死亡率が採用されるようになった。これを年齢調整死亡率という。

$$\text{年齢調整死亡率} = \left\{ \frac{(\text{観察集団の年齢別死亡率}) \times (\text{基準集団のその年齢の人口}) \text{ の総和}}{\text{基準集団の総人口}} \right\}$$

わが国の基準集団 (人口) としては、「昭和 60 年モデル人口」が用いられている。なお、国際的には、別の基準人口が採用されている (世界基準人口、ヨーロッパ基準人口)。わが国の年齢調整死亡率は、1950 年男性 18.6、女性 14.6、1960 年 14.8、10.4、1970 年 12.3、8.2、1980 年 9.2、5.8、1990 年 7.5、4.2、2000 年 6.3、3.2 である。

3) 少子高齢化

わが国における年少人口（0～14歳）の割合（％）は、1950年35.4%、1960年35.4%、1970年24.0%、1980年23.5%、1990年18.2%、2000年14.6%である。米国（2000年）は、21.4%、フランス（1999年）19.0%、ドイツ（1999年）15.7%、イタリア（2001年）14.4%、イギリス（2000年）19.0%である。

わが国における老年人口（65歳以上）の割合（％）は、1950年4.9%、1960年5.7%、1970年7.1%、1980年9.1%、1990年12.0%、2000年17.4%である。米国（2000年）12.4%、フランス（1999年）15.8%、ドイツ（1999年）16.2%、イタリア（2001年）18.2%、イギリス（2000年）15.6%である。

4 食料供給量と食事摂取量

図2は、「食料需給表」の純供給熱量と「国民栄養調査」の摂取熱量（エネルギー摂取量）との年次推移を示す（東京大学農学部編：人口と食糧、朝倉書店、東京、1998）。そして、食糧ロス率 $\{=[(供給熱量)-(摂取熱量)]/(供給熱量)\}$ を計算し、その年次推移も示している。食生活が豊かになるにつれて食糧ロス率が上昇しており、これは「大量の食べ残し」によるとしている。購入量・廃棄量抑制が重要である。

しかし、医学、栄養学、あるいは、食べる人間側は、「供給過剰」も主張したい。人が食べられる量を供給すべきである。1人が1回の食事に摂取できる料理や食物（たべもの）を供給すべきで、これをサービングサイズ（serving size）という。例えば、りんごなら中1個というように半定量的なものがある。牛乳200ml、コーヒー用砂糖6g入りのスティック1本というように定量的なものもある。レストランのランチ、外食弁当等は、エネルギー・栄養素所要量の1/3となるように調理されている。所要量（RDA）以上の摂取であると、必要量を充足していない確率は2～3%となるので、別の見方をすると、多くの人々は、自分の必要量以上の量を供給されていることになる。透明プラスチック容器に入れられた、いわゆる惣菜は、あまり根拠のない量で、複数個購入すれば、当然、容積的に供給過剰となる。家庭で料理されるものについても、適切なサービングサイズを標準化し、栄養教育・指導をしていく。サービングサイズの整備は、食糧ロス率の低減に有益となる。食品の人々への供給は、質的によいものを、そして、適切な量を供給するのが望ましい。

食料の大部分を自給に依存している場合には、生ごみ等の有機性廃棄物による環境負荷は小さい。しかし、農林水産省の食料自給率レポート（1998年）によると、わが国の食料自給率は低下傾向にあり、供給熱量の40%である。多くの農産物や食料を海外からの輸入に依存している。この輸入された食料や飼料から生ずる生ゴミ等が、国内に蓄積されることになるので、環境負荷は非常に大きくなる。これら有機性廃棄物をコンポスト化し、農地へ還元すれば、土壌本来の機

能を最大限に利用し、できるだけ少ない施肥量で農作物を栽培することが可能となり、環境保全につながるという（小川吉雄：地下水の硝酸汚染と農法転換・農文協、東京、2000）。しかし、窒素循環の観点から食品リサイクルを考えた場合、コンポスト化という1つの方法のみに依存することは、必ずしも望ましいとはいえない（植田和弘、他：循環型社会ハンドブック・有斐閣、東京、2001）。別の方法として、バイオマスの利用がある。バイオマスについては、本報告書各論（熊澤喜久雄：循環型社会と環境保全型農業）を参照されたい。

いずれにしても、食料資源の適切供給、有効利用、そして、食品廃棄物の排出抑制が重要である。

5 公衆衛生学の立場からのまとめ

人は、受胎、母胎内発育、出生、成長・発達、成熟を経て、老化、死に至る。「全ての人々が、この生命現象を全うすべきである」という信念のもとに、「この生命現象を阻害するものの発生を予防し、ひとたび発生すればこれを除外する」という使命を保健・医療が担っている。平均寿命世界一のわが国では、高齢期はQOL（quality of life。人生の質）豊かなものでありたいという願望も強い。

人口の規定要因は出生と死亡である。保健・医療従事者は、死の遅延（寿命延伸）をはかっているのに、必然的に人口増加に寄与する。また、寿命の延伸を否定する者はいない。したがって、人口論は、「出生」をコントロールしようとする。すなわち人口増加に対して、「出生を抑制せよ」という。産児制限、家族計画等々で、「国家がその役割を果たせ」という人もある。兵力増強のために政府が「生めよ、増やせよ」と言った時代があった。現在の日本も、人口減少、少子高齢化に対して、出生数の増加を唱導する人もいる。現代日本のような成熟社会では、人間の本質にかかわることに、政府が介入すべきでない。国民自身が主体となって考えるべき問題である。国民側からの要請があれば政府は、社会的支援を行うというスタンスである。この場合、社会医学専門家である公衆衛生従事者がコーディネーターとしての役割を果たすことになる。

人口論は社会経済状態との関係で研究されてきた。本稿の「2 日本人の食事摂取量、生活習慣病、平均寿命」の項で述べたように、人々の健康状態は、「社会経済状態」の影響を強く受けるのは確かであるが、「社会経済」のための人口増加・抑制策であることに、保健・医療従事者は違和感を覚える。人間のための人口論、ひいては、人間のための循環型社会であるべきである。

図1 エネルギー、主栄養素摂取量の年次推移

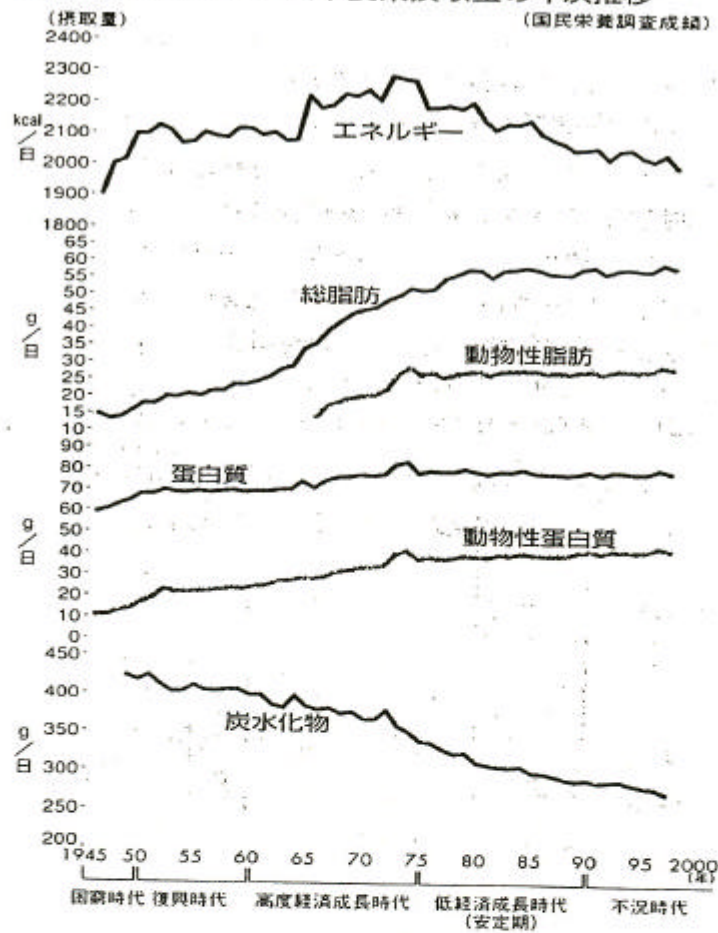
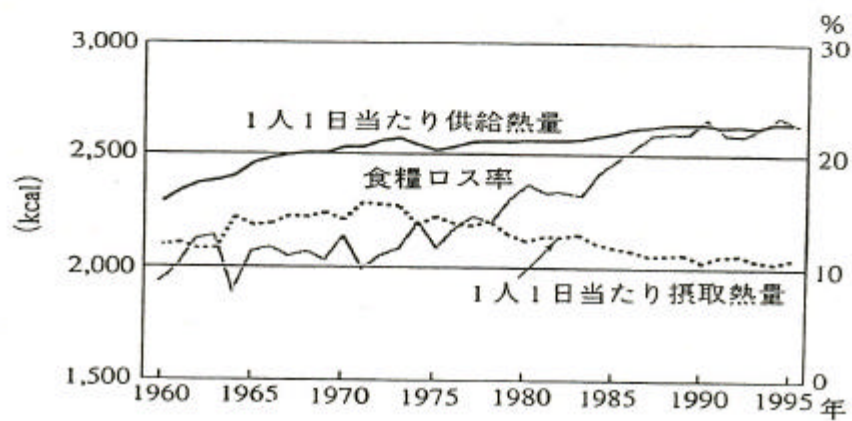


図2 食糧ロス率の推移



ライフスタイルと医療

第 7 部会員 藤村重文

生活の質（QOL ; quality of life）は、個人の衣食住に限らず価値観、倫理観、精神活動、生活態度などを包括して考えられるべきことであるが、同時に個人の精神・身体機能と密接に関係している。

20 世紀後半におけるわが国のライフスタイルの急速な西欧化は、第二次世界大戦以降 50 年余りの経過のなかで経済や科学技術などの急速な発展と相補的關係をもちながら現代社会に少子・高齢化という重大かつ深刻な結果をもたらした。ライフスタイルの変化は嘗て成人病と呼称された生活習慣病の増加を現出するに至り、わが国の疾病構造の変化にも大きな影響を及ぼしている。

1. わが国の人口問題—少子・高齢化

世界人口は第二次大戦後の 1950 年には 25 億人であったが、1987 年に 50 億人となり、1999 年には 60 億人を突破した。近年になるほど人口増加率が鈍化しているとはいえ、2050 年には 90 億人に達すると推定されている。人口増加には世界で地域的な差がみられる。人口増加率は、北米、ヨーロッパ、日本などでは著しく鈍化しているが、日本を除くアジア・アフリカ・ラテンアメリカ諸国などでは高く、今後世界人口の増加の 30 億 40 億人はすべてそれらの途上国によると予測されている。加えて人口増加はそれらの途上国の都市に集中すると推測される。

地球規模の問題は世界人口の増加のほかにも多く指摘されている。2000 年 5 月の世界アカデミー会議において指摘された諸問題のうち、医療に関係した問題点をいくつかあげてみると、それらは地球温暖化、オゾンホール拡大、環境汚染、人口移動による健康や環境への影響、感染症の出現や再出現などである。これらの問題点はいうまでもなくわが国にも当てはまることであり、循環型社会形成の方策を立てる場合に大きく関わってくる。

わが国の人口事情に目を向けると、第二次大戦後の 1947 年 49 年のベビーブーム（団塊の世代）と 1971 年 74 年の第二次ベビーブームの後は年少人口が減少し、高齢人口が増加している。2000 年の 65 歳以上の人口からみた高齢化率は 17.2%であるが、2050 年には 32.3%と世界最高となることが見込まれている。2000 年における平均寿命は、男女でそれぞれ 77.64 歳および 84.62 歳であるが 2050 年には男性 80.9 歳、女性 89.22 歳にまで延びると推定されている。一方年少人口は 2000 年では前年より 30 万人減少した 1858 万人で、総人口に占める割合は 14.7%であるが、

2050年には13.1%に減少すると推定されている。このようなわが国の少子化、高齢化の現象は、近年の結婚年齢の上昇、未婚者の増加などによる出生率低下、さらにわが国社会全般における価値観やライフスタイルの変化などに影響を受けており、わが国で今後一層進行すると予測されているこのような人口問題は、日常生活に直接関わるような社会・経済・倫理などを含む多岐にわたる分野においても多くの厳しい問題を提起している。

2. ライフスタイルの変遷

ライフスタイルには日常生活における衣食住のほか、運動、職業、流行や娯楽への感受性・応答性など、多岐にわたる要素が関わっている。ライフスタイルは加齢現象とともに、健康の維持や疾病の発現に大きく関わるが、ライフスタイルのなかでとくに食生活と喫煙習慣は重要な因子である。

食生活がBMI（body mass index, 体格指標）にどのように反映されているかを戦後の学童や成人の体格の推移からみると、学童では身長増加とともにBMIも増加しており、1970年頃からはBMIが著しく高い肥満児が問題となっている。成人のBMIは、男子が各年代層とも上昇傾向で推移していることが明らかである。一方女子では50歳代以上では成人男子と同様な傾向がみられるが、20歳代40歳の年代で1980年代頃から下降している。20歳代30歳の女性はかつてのずんぐり型からスラリとしたやせ型の体型に変わっている。これらの年齢の女性における近年の食におけるライフスタイルのひとつの大きな変化が示唆される。厚生（労働）省による国民栄養調査によると、国民1人あたりの1日熱摂取量は1950年以降2000～2200kcalで余り変化がみられないが、各栄養素の摂取内容に変化がみられる。食生活における動物性食品の摂取量は1950年に比較して1970年3.1倍、1980年3.8倍、1990年4.1倍、1994年4.2倍である。BMIの上昇は、運動不足が主因のひとつとなっていることが理解される。その一方では動物性食品に含まれる脂肪や動物性蛋白質の摂取量増加が明らかで、糖尿病や虚血性心疾患の原因として危惧される食生活であることを示している。とくに脂肪摂取量の増加が問題とされている。

食品中の添加物としての化学物質摂取の問題がある。今世紀後半において次第に種類が多くなっている食品添加化学物質は、食品衛生法などにより1日摂取許容量ないし耐用量が設定されているが、近年になればなるほど食品類が多様となり、化学物質の多重摂取や新たな有害物質の出現などが懸念されている。化学物質のなかには長期摂取された場合の人体への影響について未だ必ずしも明らかにされていないものも存在している。科学技術の進歩は、食品に限らず衣食住のあらゆる分野で健康に影響を与える発癌物質、アレルゲン、内分泌攪乱物質などを含む化学物質の出現をもたらし、それらの摂取の度合いはライフスタイルの変化と密接に関係してい

る。

20 世紀後半の社会の質的变化は、急激かつ高度な経済成長と相まって、飲酒や喫煙などの嗜好の普及を強力に助長した。わが国の戦後のアルコール消費量は年々増加の一途を辿り、1985 年頃からは飲酒習慣を持つ女性が増加するようになった。1 日 3 合以上飲酒する成人は現在、男性 4.1%、女性 0.26%といわれているが、このような過度の飲酒は、アルコール依存症をもたらすほかに、アルコール精神病、高血圧、糖尿病、肝障害などの原因となる。

喫煙はライフスタイルのなかで食生活とともに健康に最も大きく影響する因子のひとつである。わが国の喫煙者率の推移を男/女別にみると、1960 年 80.5%/13.2%、1970 年 77.5%/15.6%、1980 年 70.2%/14.4%、1990 年 60.5%/14.3%、2000 年 53.6%/13.7%であった。男性の喫煙率が次第に低下してきているが、女性では全体として横這いのように見えるものの、近年では 20 歳代、30 歳代の喫煙者が増加している。さらに、20 世紀末までのたばこ消費量は増加している。このことは一人あたりの喫煙量が増加していることを示すものである。

喫煙は肺、食道、膵臓、口腔・中咽頭・下咽頭、喉頭、腎盂尿管、膀胱などの多くの臓器癌のリスクを高める。とくに肺癌発生リスクは喫煙者では非喫煙者に比べて、男性で 4 5 倍、女性で 2 3 倍高いと報告されており、喫煙本数、喫煙年数（1 日喫煙本数×喫煙年数=喫煙指数）が増加すれば肺癌リスクも増加する。喫煙に起因する肺癌は男性で 70%、女性で 15%と推定されている。一方、受動喫煙も肺癌リスクとなり、夫が喫煙者の場合、非喫煙者の妻の肺癌リスクは 1.3 1.5 倍に増加するといわれている。今日我々の身の回りには喫煙物質のほか、大気、生活用品、医薬品などのなかの発癌物質は枚挙にいとまがない程多種多様に存在している。

喫煙が健康に及ぼす影響は癌以外にも多く、慢性気管支炎、肺気腫などの呼吸器疾患、虚血性心疾患、脳血栓症などの重要な危険因子である。WHO の調査によると、世界で年間約 300 万人が喫煙が原因で死亡している。日本でも喫煙が原因となって年間約 11 万人が死亡している。

3. 疾病構造の変化

戦後わが国の疾病構造は著しく変化した。1950 年以降、それまで死因の第 1 位を占めていた結核は指数関数的に激減した。その一方では、悪性新生物、心疾患、脳血管疾患、肺炎などがわが国死因の主たる部分を占めるようになった。1965 年以降は上記前者 3 疾患で 5 割を越え、近年は約 6 割に達している。1985 年以降は悪性新生物が死因の第 1 位になった。肺炎による死亡は 1965 年頃までは減少したがその後増加に転じている。2000 年のわが国の 0 歳の死因の死亡率の高いものを順にみると、悪性新生物（男/女:30.02%/20.28%）、心疾患（同:14.43%/18.60%）、脳血管疾患（同:13.13%/16.12%）、肺炎（同:11.68%/11.48%）である。

1948 年以来厚生労働省により患者調査が行われており、受療状況が把握されている。疾患群別では消化器疾患が最も多く、次いで循環器疾患、骨格・筋・結合組織などの運動器疾患が多い。主要疾患別にみると、近年では高血圧性疾患、脳血管疾患、悪性新生物、糖尿病、虚血性心疾患の順となっている。これらのうちでは近年悪性新生物の増加が著しく、わが国人口の高齢化を反映している。慢性気管支炎として記載の呼吸器感染症の増加も目立っている。

近年の疾病構造の変化に加えるべきことに老人性痴呆の増加がある。痴呆は、アルツハイマー型痴呆やピック病を含む神経変性疾患による痴呆と脳血管障害によるものが代表的なものであるが、わが国では近年それらの増加が大きな問題のひとつになっている。

4. 循環型社会形成の方策

—ライフスタイル・医療—

循環型社会をライフスタイルと医療の観点からその方策を検討するとき、現在から当面の将来にわたって続ことが確実な高齢化社会の問題を主眼点としなければならない。「国民衛生の動向」によると、65 歳以上になると疾病が罹患率、受療率が高くなることが明らかである。精神・身体機能からみても 65 歳以上を高齢者と定義づけるのは妥当である。

現在の高齢者は戦後から今日まで、ライフスタイルが激変した期間を誰よりも長く経験し、今日のわが国の疾患構造の変化に最も深く関わっている。かれらは戦後の廃墟から高度経済成長を経て今日の社会に至るまで、長年に亘ってそれぞれの分野に貢献してきた。高齢者の蓄積された知的財産の価値は高い。

良好な精神・身体機能を有する高齢者は 65 歳に達してからの数十年をどのように過ごす、あるいは過ごすべきであろうか。高齢者のなかには自らの QOL を満足すべく社会に貢献することに価値観を持つものは多く、そのため種々の分野の生産における労働力として社会に参加することは重要である。高齢者に対する医療は、社会経済の開発にとっても極めて重要な要素である。

ライフスタイルと医療からみた循環型社会形成の大きなゴールは、少子化構造が解消されていく過程と並行して、高齢者が良好な精神・身体機能を保持しつつ、社会において生産あるいは再生産活動が出来るようになることである。

そのための具体的方策として次のことが考えられる。

- 1) 女性が子供を産みやすい社会環境作り。
- 2) 生活習慣病の一次予防に関する教育・啓発を低年齢層から始めること。
- 3) 生活習慣病の二次予防策（健診・検診など）の普及と充実を図ること。
- 4) 生活習慣病の治療施設の充実をはかること。

- 5) 最小限で高齢者が寝たきりにならないような方策を立てること。(例.救急施設やリハビリテーション施設の普及と充実をはかる。)
- 6) 高齢者の雇用・再雇用を推進すること。
- 7) 高齢者の知的財産を応用することが可能な社会作りをすること。
- 8) 高齢者の個性にあった多様な生き方が許容される社会をつくること。
- 9) その他

参考文献

- (1) 日本学術会議運営審議会付置第18期インターアカデミー事業委員会(2001): 21世紀における持続可能性への移行 世界科学アカデミー会議. 日本学術会議, 東京.
- (2) 厚生統計協会編(2001): 国民衛生の動向・厚生指標. 臨時増刊 第49巻 第9号, 厚生統計協会, 東京.
- (3) 食料栄養調査会編(2000): 食料・栄養・健康—20年のあゆみ—. 医歯薬出版, 東京.
- (4) 渡辺 昌(1999): 日本人のがん. 金原出版, 東京.
- (5) 藤村重文編(1999): 呼吸器腫瘍外科学. 南江堂, 東京.
- (6) 厚生統計協会編(2001): 国民の福祉の動向2001年. 厚生統計協会, 東京.

話題提供

循環型社会特別委員会においては、委員以外の多くの方々からヒアリングを行った。その発表内容及び討議の概略を形式は揃わなかったが、資料として記録に留めた。

多忙中にもかかわらず快く話題提供を頂いた講師のご協力に感謝する。

(講師)	(話題)	頁
厨川道雄	資源枯渇・地球温暖化対策技術と LCA	135
上野民夫	生物資源とポスト石油時代の産業科学 ―生物生産を 基盤とする持続・循環型社会の形成をめざして―	140
大塚直	循環型諸立法と今後の課題	144
鴨下重彦	少子社会と循環型社会	153
茅 陽一	循環型社会へ向けて	158
陽 捷行	窒素・炭素・リンの循環と環境	167
大橋照枝	環境マーケティング戦略 ―エコロジーとエコノミーの調和―	172
谷口 旭	海洋における生物生産の特性―循環型生産系の典型―	188
古崎新太郎	循環型社会構築に向けての化学工学からの提案	194
梶原康二・関 寿彰	東京都における環境基本計画と環境行政の展開について 東京都における廃棄物行政の展開について	199
中里 実	環境税の法的検討	203
林 良嗣	交通と持続性について	208

厨川道雄（（独）産業技術総合研究所長）

「資源枯渇・地球温暖化対策技術と LCA」

（講演内容）

物質の循環

これは炭酸ガスの循環の絵で、「ネイチャー」の 1993 年からとってきたものです。産業革命以前それから産業革命後の状況を示している。化石燃料が発生する炭酸ガスが年々増えていく。こうすることで地球温暖化問題というのが起こっていく。窒素も同じようなことが言える。大気、土壌、植物それから動物と、自然では非常にうまく回っていたのが、し尿とか、産業排水とか、生活排水が入ってくるともう処理仕切れなくなって、例えば地下水の汚染ですとか、富栄養化とか、酸性雨、温暖化それから大気汚染、こういうものを起こしている。自然の循環に対して負荷をかけたのだから、そこを何とかしなければいけない。

資源問題

一つの産業あるいは製品を考えてみても、鉄ですとかそういうものを取ってきて、ものを造って、使って、それから処理して捨てると。結局はこういう流れになる。こういう原料を外からとってくる、地球からとってくるというところを減らさないと、いわゆる枯渇性の問題とか、いろいろな問題が起こってくる。

製品を減らす Reduce は第 1 優先。それから Re-use が第 2 優先、それでそのまま使えないものは、今度は形をかえた形で Recycle する。

リサイクルにおきまして質の低下と言いますか、質の変化と言いますか、そういうところが非常に問題になる。例えば、プラスチックですと、これを燃やして燃料としてエネルギーの一部に使うというこういう使い方もある。最終的にはここから出てきたものが地球に負荷を与える。ほかのシステムでいっても、最終的には負荷を与えるというようなことになる。一つここで問題なのは、例えば、資源をとってくる時に地球の中からとってくるわけですが、例えば、5%の銅を採掘すると 95%は捨てられる。そうすると 20 倍も土砂が出てくる。5%をとるために 95%のむだなものを採掘してどこかに捨てる、そういう問題がある。

化石燃料は当然枯渇の問題がある。

もう一つ、物質の流れだけではなくて、その使用するエネルギーも十分考えてやらなければいけない。先ほどの材料の分離というのは、原理的には可能ですけれども、ものすごいエネルギーを使ってやっつけては何のために分離するかわからない。どうしても頭の中にはものの循環しかありませんが、エネルギーを大量に消費するということは、まず枯渇の問題があるし、そのエネルギーを消費するということによって環境に影響を与える。

エネルギーから見ると、そういう枯渇性のものよりは、いわゆる自然エネルギー、再生可能エネルギーの系統をもってくるべきだという考えもある。ものを回す、できるだけ使うということにおいては、経済の問題、法律の問題、ライフスタイルだとか、倫理の問題がある。

何でもかんでも回せばいいのかというと、必ずしもそうではない。例えば、ダイオキシンを想像してみる。あるものを製造して、それを製品としてつくる、それから使う、それから廃棄すると、こういうところからもういろいろな形でそのダイオキシン等が出てくる。それがいろいろな経路で、大気に入り、それから水に入り、それから土壌から、そこからまたぐるぐる回って人に戻ってくる。

これもやはり循環を起こしているわけですから、循環型というのは、何でもかんでも循環すればいいというものではない。こういうものはできるだけ止めなければいけない。

資源消費の増大

資源をとってくる、それから化石燃料をとってくるというとき、資源の枯渇ということは、エネルギー、化石燃料に比べて出てこない。データは古いが、例えば、鉄ですとか、ニッケルですとか、銅を見ても、使用量というのはずいぶん上がっている。これが問題です。

価格と生産量をみますと、価格の高いもの、価格の安いものがあるが、安いものは生産量が多い。資源の枯渇の点から言いますと、例えば、耐用年数という言葉がありまして、現在使っている消費量と埋蔵量の比で、あと何年使えるか、ということをもとめたものですが、例えば、アルミニウムあたりは生産量が増えていても、耐用年数はあまり変わらない。銅も増えていますがそれでも、変わらない。石油も前から30何年と言われたのがほとんど変わっていない。

これはいわゆるローマクラブのデータからですが、いろいろなそういう金属資源それから下のほうに石油、石炭、天然ガスと、こういうものについて、個々の耐用年数というのは、いわゆる今使っている消費量に対して埋蔵量を推定し、埋蔵量に対して、今使っている消費量を続けると何年もつかという値です。

技術的に進歩してきますし、新しい鉱床等も発見されるので、その埋蔵量を5倍と見積もった値がこれです。当然、消費量というのは伸びるということで、こういう伸び率を予定してます。これを見ますと、こちらの場合も見ても大体150年か長くて、あとは100年か、こんな数字が並んでいる。ですから、化石燃料だけではなくて、いろいろな金属もやはり枯渇する。

副産物として生産される金属や金属の存在形態

金属に関しましては、またちょっとややこしいというか、考えなければならないことがある。例えば、ある金属、コバルトですとか、カドミウム、インディウム、こういうものはほかの金属との副産物として回収される。ですから、これだけを何年かもつということではなくて、こちら側を掘らないとこちら側がとれないというようなこともあり、相関性がある。ですから、単にそういう1つの金属を見て、それが何年も持つかではなくて、採掘のところまで考えた耐用年数を

見てやらないといけない。　こういう金属はいわゆるバイプロダクトとして出てきます。

それから、もう一つ採掘の問題でこういうこともある。例えば、今、掘っているところは、例えば、銅ですと 5%とかそういうところを掘るわけです。これからだんだんだんだんなくなる。では、3%のところを、2%のところをと掘っていけばいいんじゃないかという考えがあるわけです。それは技術的な改良それから資源の枯渇について値段が上がってきますので、それだけ掘れるということです。例えば、鉄は非常に埋蔵量が多いので少しづつ掘っていけばいいんですが、例えば、銅、鉛、亜鉛あたりは、ひょっとしたら良いところを掘り尽くしてしまうと、もうほとんど経済的に成り立たないようになる。だから、こういう賦存の形態も考えなければいけないということが問題になる。

地球温暖化問題

地球温暖化というのは環境問題ですが、それだけではない。人口問題であるとか、経済問題であるとか、いろいろなものが絡んできますが、技術的に見て、地球温暖化問題というのは、一回地球温暖化が起これば、どんどん進んでいくのか、あるいは抑制効果が働くのかというのはわからないという点が問題としてあります。こういう環境問題というのは、とにかくストップするんだというよりも、一回起これば、これはちょっと危なくなるんだというようなことを念頭に置いて対策というのは立てておかねばならないということです。

技術的に、そういうところはどうやって地球温暖化の問題を解決していくんだというところで、こういうような技術課題があります。　例えば、発電を流れにとりますと、再生可能エネルギーをたくさん導入するとか、それから化石燃料を使うにしろ、効率を上げるとか、それからものをつくる時は省エネにするとか、それから出てきた炭酸ガスを森林に吸収させるとか、それから分離して地下ですとか・海洋に埋めるとか、こういう技術がある。

いわゆる循環型に話が戻りますと、結局こういうリサイクルをとる、それからあるプロセスをかえる等をやった時に、やはり評価というものをしっかりしないと、ただものを回せばいいということになり易い。例えば、リサイクルをどんどんやればいいといっても、本当にいいのかどうかというのはきちんと評価してやらないとならない。それは非常に大切だと思います。

その場合、ライフサイクル・アセスメント、LCA というのがある。例えば、冷蔵庫を 1 台つくる。このために、どこから原油をとってくるとか、石炭ですとか、鉄鉱石をとってくる、海外から船で運ぶ、それからアルミ原料のボウキサイトから載せて来る。海外から運ぶ。それから、鉄鋼場で製鉄をして、材料をつくり、それから組み立てるとか、プラスチックも同じようにこうやるとか、それから最後、使った後は、どこか廃棄する。あるいはリサイクルするという、いわゆる最初のデビューのところから使い捨てまでという、ゆりかごから墓場までという、トータルのところで計算して、どれだけエネルギーを使ったか、どれだけ材料を使ったか、それからずっとそのサイクルにおいて、どれだけそういう環境に影響を与えたか、CO2 とか NOX、SOX ですとか、

いろいろなものについてですが、すべてにあたって、影響を評価をするというのがこのエネルギー資源の考え方です。

ちょっと見方をかえますと、あるものを造って、使って捨てると、そこにはいろいろそういう原料をとってくる、それから化石燃料あるいは自然エネルギーから電気をつくって供給する、それから輸送に絡んで燃料を当てるとか、こういうものを全部考えていかなければならない。

例えば、冷蔵庫の場合、1990 何年だったか、オゾン層を破壊するというので、フロンをとにかく使えないようにしようとした。フロンから代替フロンにた。代替フロンに変えた時、どういふふうに影響するかというのを解析したデータがあります。

CO₂ の排出量で見ると、フロンを使ったほうが使わないものよりも少ないわけですね。ですから、オゾン層を破壊という点から見るとフロンを使わない冷蔵庫というのがいいんですけども、温暖化という点から見ると、CO₂ という点から見るとフロンを使ったほうがいいという。ですから、産業の評価というのは非常に複雑で、一面だけから見れないところがある。

地球温暖化に関しては、地球温暖化ポテンシャルというのがあります。CO₂ は1、メタンはその24 倍ということで、発生したキログラムにこのポテンシャルをかけてやれば、それぞれポイントが出る。

それから、ものにより、オゾン層破壊のほうに影響がありますので、同じ出た量にこのオゾン層のポテンシャルというのを掛けてやる。こういうふうにして、それぞれの温暖化それからオゾン層の値というのは出てくるが、では、これをどうやってトータル的に評価するかというのが非常に今問題になっている。

例えば、オゾン層破壊が1 に対して、地球温暖化は2 ですよといったって、納得してもらえないと使ってもらえないということで、こういうそれぞれの環境影響評価に対してどう重みをつけていくかというのが、今の大きな問題になっております。

環境影響評価の指数化

その重みの付け方でもうちょっと参考までにご紹介しますと、これはこんなものがありますという例です。カテゴリーとしては、資源の枯渇、温暖化、オゾンの破壊、人に対する特性、環境に対する安全性、こんなものの環境影響の指標をつくってくるわけです。

逆にまた資源のほうをどう評価するかも問題になる。埋蔵量が非常に多いものを使ってもそれほど影響がないだろうというのも一つの指標の考え方で、埋蔵量で割ってやる。また埋蔵量と消費量との比をとるとか、値段の高いものを使うと点が高いとか。

別の指標の考え方としまして、算出ターゲットという考えがあります。それは何かと言いますと、例えば、CO₂ の削減目標値に対して今の現状というのを比べたその比です。NO_x でもいいんですが、東京都でこれだけという NO_x の環境基準があるとして、現状がその3 倍だとしたら係数が3

になるし、非常に環境基準に近ければ、もうほとんどはゼロ値になる。

いわゆるターゲットに対してどれだけ現状がかけ離れているかという、それを目標値まで減らすにはどのくらいいるかという点で、離れが大きいほどそれだけ影響が大きいという考え方です。

別に、例えば、もう石油、亜鉛ですとか、こういうものに対しては、これだけの生産量に抑えようとか、資源量を考えてこれだけしようという目標値を定めて、現況を比較する。

炭酸ガスにしろ、現状はこうだという排出量に全部数値をかけてしまって、エコポイントを出そうというのが一つの考え方です。こういう評価の仕方があります。

もう一つは、物質ごとに評価するもののほうですが、一般の資源から生産をコストに直してやろうとする。資源の価格ですとか、それからこういう健康に関するものに対しては、どれだけそういうお金を払って修復すればいいかというような、本当にみんな換算してやって評価しようというのも一つの考え方です。

それから、これはヨーロッパでやっているほかの方法ですが、オゾン層破壊や、重金属などに、カテゴリーを設けて、例えば、こういうカテゴリーですと、人がこの影響を受けて1年間で死ぬのを防ぐのにどれだけお金を払うかというようなところを示す。

そういうことで影響を評価するというのにはいろいろな考えがあるという段階です。

上野民夫（第6部会員・京都大学農学研究科）

「生物資源とポスト石油化学の産業科学」

—生物生産を基盤とする持続・循環型社会の形成をめざして—

A. レジメ

（第17期第6部の対外報告の背景）

資料1：第6部報告

資料2：化学巻頭言（2001年2月号）

1. 人間活動の増大：人口増加と資源のアンバランス

・ニュートンパラダイムと産業革命

・20世紀における科学の革命：

1) 物理学革命=相対論と量子論□原子力エネルギー

2) 生物学の革命=進化の分子の基盤□遺伝子工学・生命工学

3) 情報科学革命=電子工学・情報工学□情報社会

（第17期日本学術会議特別委員会「20世紀の学術と新しい科学の形態・方法審議のまとめ」：竹内報告より）

2. 資源の枯渇と新エネルギー

・生物資源と太陽エネルギー

・その他の方法

3. 生命科学と環境科学

・地球温暖化の本質は？

・環境倫理と生命倫理（加藤尚武著「環境倫理学のすすめ」）

環境倫理学の三つの基本主張

1. 自然の生存権□生物種、生態系、景観の保存

2. 世代間の平等□資源の保存

3. 地域間の平等□先進国と発展途上国の平等、地球温暖化問題

4. 21世紀の新しいライフスタイルを求めて

脱「物質・エネルギー社会」と価値観の変革

人口増加の抑制は可能か？

平和問題

（第17期日本学術会議環境・教育特別委員会対外報告：和田報告より）

5. 生物資源とポスト石油時代の産業科学

・生物生産を基盤とする持続・循環型社会の形成をめざして→工学の農学へのシフト

(第17期日本学術会議第6部対外報告より)

農産物安定供給の重要性:人類生命の維持

第2緑の革命は可能か?

水は確保できるか?

どこまで海洋資源に依存できるか?

リンの回収

バイオインダストリー

6. 日本の役割と先導性

農学—吉田民人氏の「生物的人工物」の制御

育種学・発酵学—食文化、植物保護、応用微生物学

蚕糸学

フィールドサイエンス—生態学・遺伝学・進化学・動物行動学口生物間相互作用の化学

天然物化学—西田律夫「アゲハの産卵行動の研究」化学物質はシンボルかシグナル?

パターン認識の重要性□脳神経と行動

クローン動物

生物情報の地域特異性

畑作か水田か—生産の持続性

7. これからの課題

・環境科学の体系化:21世紀の教育、学術、産業活動のために

B 論議の要約

(バイオマス利用の展望と評価)

生物資源の高度利用が重要であり、バイオマスの利用についてのシンポジウムが6年位前から続いて行われている。

エネルギー資源の面からみると化石燃料は今世紀の終わりには底をつく。産業革命までは生物資源、水車などを使ってきた。それ以後が化石資源、その後はどうしたらよいかが問題。

この間科学技術は大進歩をしたが、人類が自然との共生を忘れた時代200年になってしまった。人口は増え、一人あたりのエネルギーが増えてくる。

エネルギー的には農業は優等生でエネルギーを蓄積するのであるが、現在の農業は石油に依存している。これをどう考えるか。日本の米を考えると。そのエネルギーの40%程度石油を食っている。

(資源の枯渇と新エネルギー)

資源の面からは金属資源もあやしい。農業生産には肥料がいる。リン鉱石の推定埋蔵量は2034年位にはなくなる。そのためアメリカはそのままでは輸出しなくなった。日本では輸入し蓄積、廃棄しているが、廃棄物よりリン資源を回収する必要がある。

バイオマスが21世紀のエネルギーで重要になる。全世界の毎年使われているエネルギー量の10倍くらいのものがとれる。その30%程度はメタノール、エタノール、メタンガスなどとして利用できる。

バイオマス利用については食料とエネルギー利用の関連性、耕地面積、森林面積の限界などを考える必要がある。

2050年までにどのようなことが起こるか。食料はどの程度生産する必要があるか。3400カロリーが一人あたり必要。現在の耕地は15億ヘクタールであるが、最大耕作可能面積は約26億ヘクタールとして、新開発地域は11億必要になるが、森林の伐採は許されない。

農業は食料生産のために厳しいのでバイオマスの生産に向けるのは難しい。現在の使用量の30%程度ではないか。

(循環型社会の構築)

循環型社会の構築に際しては農業生産基盤を整備維持するかが重要。これを低エネルギーに変えて行く。天敵農法、有機農法に変えて行く。しかし、人手を必要とする。高齢化をしているので、能率を考える必要がある。アメリカは機械化に向けた交配育種をした。しかし病気に対する抵抗性などで不測の事態も起こり得る。それに備える必要もある。

(バイオマス生産と利用)

農業では生物資源がいっぱいあるが、生物資源から製品を作って、利用できるだけ利用。最後に無機物にしてカスケード的利用をするのが重要。

昔は藁半紙もあった。今でも紙の利用は残っている。しかしリグニンの利用が進んでいない。リグニンを天然の形で取り出して、素材として利用することが重要。木材の天然リグニンをフェノールでそのまま取り出して利用する。セルローズについて自然界で多い未利用資源としてのリグニンの利用が最近進んでいる。

現在はグルコースさえあれば何でも出来るが、経費が問題になる。デンプンはいま1キロ90円する。アメリカでは17円くらい。澱粉1キロから純粹のリノレイン酸が300キロできる。

澱粉を作るのには膨大な畑が必要になる。現在アメリカではリノレイン酸が1リットル70円くらいで出来る。アメリカではこれをBiofuelとして使おうとしている。微生物を使った変換システム、メタボリックエンジニアリングとしての研究が出ている。

バイオマスを利用した産業を如何に起こすか、農業などにおいても生物資源を恒久的に確保し利用することを考える必要がある。

C 配布・参考資料

資料1: 日本学術会議第6部報告(平成12年7月17日)「生物資源とポスト石油時代の産業科学—生物生産を基盤とする持続・循環型社会の形成をめざして—」勧告・声明集第15集(5分冊の5)459-481(2001)

資料2: 上野民夫: 石油化学世紀の終焉と生物資源、化学56巻2号、巻頭言(2001)

参考資料: 船岡正光: 天然リグニンからのポリマー合成、高分子加工、46巻3号、26-34(1997)

船岡正光: 機能可変型リグニン系ポリマー、高分子加工、48巻2号、18-25(1999)

大塚 直（早稲田大学法学部教授）

循環型諸立法と今後の課題

A. レジメ

1 廃棄物・リサイクル問題の現状

大量生産・大量消費・大量廃棄型の社会経済活動によるモノの流れに伴う質・量両面にわたる環境負荷の増大し、一方通行を基調とするモノの利用による、資源の採取、加工、輸送等に伴う環境負荷の発生とともに、大量の廃棄物により最終処分場を巡る諸問題を発生している。

（原因と対策の方向）

物質循環の輪からはずれ廃棄物となることにより、環境負荷が増大

廃棄物でなくなることによる環境保全対策の抜け道（抜け道問題）

- ・「有価物」と偽ることによる廃棄物規制の潜脱
- ・リサイクルにおける環境配慮の不十分、逆にリサイクルにだけ厳しい規制が課せられると再生資源の利用を阻害する恐れ

ワンウェイ化の進行、有害物質を含む製品・包装の増加など、上流での対策が不十分であるため廃棄物になってからの対応を困難にしている（上流問題）

→環境基本法第8条の事業者の責務を具体化するなど上流対策の徹底が必要

どうしてもやむを得ず発生する廃棄物の行き先をどうするか？（受け入れ問題）

- ・ゴミ焼却場からのダイオキシン問題（広域処理対応の是非、原因製品使用の是非）
- ・最終処分場の確保の問題

廃棄物問題には過去の汚染への対応の問題

2 これらの問題に対処する方法

マテリアル・フローを踏まえて廃棄物に関連する環境負荷を総合的に低減する施策を講ずることを、物質循環法制的目的に据えること

目標設定と計画的対応の必要

リサイクル全体の理念と枠組の設定の必要。

廃棄物の定義を有価無価、個人の意思に関連させるのではなく、より客観化するということのみでなく、さらに、廃棄物とリサイクルの対象の区分を廃止し、一体化する必要

主体の責務規定を入れ、製造者の責任について法的に明確化することが必要。また、安価な処理費用による委託の結果、処理業者が不法投棄・不適正処理をすることを防止するため、排出事業者の廃棄物のリサイクル・処分義務は、第三者への適正な委託によっても、公法上は消滅しないとする規定をおくべきである。

物質循環システム構築のための施策を規定する必要がある。廃棄物発生抑制・適正利用・適正処分推進のため、経済的手法、直接的手法、廃棄物の回収・リサイクルの企業化による経済的手法、自主的取組、各主体の取組を促すための情報提供等、基本的な施策をメニューとして法制化し、具体的な問題に応じて理念、基本原則に沿って個別法で組合せを明らかにしていくのが適当である。

処分施設については、その信頼性を確保するため、水源地等一定の地域には処分場の設置を認めないことを明確にするとともに、処分場の立地に公共が計画を通じて関与する必要。また、『どうしてもやむを得ず発生する廃棄物』であるかどうかについて、情報提供を進め、国民的な合意の下にガイドラインを策定する必要。

3 ミレニアム環境6 法の制定・改正

2000年の国会では、廃棄物・リサイクルに関する6つの法律の改正、制定

循環型社会形成推進基本法

建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律

食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律

国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律

廃棄物の処理及び清掃に関する法律改正

資源の有効な利用の促進に関する法律(従来の「再生資源の利用の促進に関する法律

既存のもの

容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律

特定家庭用機器再商品化法

家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律

→2001年からの中央省庁再編

(1)背景

廃棄物発生量の高水準での推移

リサイクルの一層の推進の必要

廃棄物処理施設の立地の困難

不法投棄の増大

(2)循環基本法

2つの「循環」

6つの柱

1)形成すべき「循環型社会」： 廃棄物の発生抑制、 循環資源の循環的な利用、 適正な処分が確保されることによって、天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会をいう。

2)法の対象として「廃棄物等」という概念を作るとともに、そのうちの有用のものを「循環資源」と位置づけたこと。

3)処理の優先順位を初めて法制化したこと。

発生抑制、再使用(製品、部品として)、再生利用、熱回収、適正処分という順序で、「技術師及び経済的に可能な範囲で」できる限り上位の処理を行うこととした。

4)国、地方公共団体、事業者及び国民の役割分担を明確化したこと。

B 論議の要点

1 廃棄物・リサイクル問題の現状

(原因と対策の方向)

物質循環の輪からはずれ廃棄物となることにより、環境負荷が増大(はずれ問題)

- ・回収された古紙の値崩れによる投棄、
- ・食品・畜産などからの有機系廃棄物の堆肥利用の停滞、
- ・容器包装廃棄物から再商品化されたペレットの未利用等

→再生品の利用の拡大、事業者における再生資源の利用の拡大、再生資源の需給のミスマッチの解消など循環の輪をつなぐ施策の充実が必要

廃棄物でなくなることによる環境保全対策の抜け道(抜け道問題)

- ・「有価物」と偽ることによる廃棄物規制の潜脱(ex 豊島)
- ・リサイクルにおける環境配慮の不十分、逆にリサイクルにだけ厳しい規制が課せられると再生資源の利用を阻害する恐れ

→資源であれ廃棄物であれ環境保全の観点から同じ取扱いが確保されることが必要

ワンウェイ化の進行、有害物質を含む製品・包装の増加など、上流での対策が不十分であるため廃棄物になってからの対応を困難にしている(上流問題)

- ・ブラウン管の鉛、エアコンのフロン、塩化ビニール製品や包装など下流に行くと対応が困難になるとともに、最終処分場に処分することが環境リスクと管理の継続という負担を将来の世代にもたらすこととなる。

→環境基本法第8条の事業者の責務を具体化するなど上流対策の徹底が必要

どうしてもやむを得ず発生する廃棄物の行き先をどうするか?(受け入れ問題)

- ・ゴミ焼却場からのダイオキシン問題(広域処理対応の是非、原因製品使用の是非)
- ・最終処分場の確保の問題

→現代型の社会経済活動のままだでは21世紀の社会は成り立たないとの認識の下、環境保全の要請に合わせた環境低負荷型の経済社会活動を実現するため、「どうしてもやむを得ず発生する廃棄物」であるかどうかについて、情報提供を進め、国民的な合意の下に、ガイドラインを策定す

るとともに、これについて適正な処分を確保するための施設整備を計画的に進める。

以上は21世紀の環境低負荷型社会に向けた取組であるが、廃棄物問題には過去の汚染への対応の問題も残されている。..

不法投棄、不適正処理に対する回復の問題

ゴミ焼却灰に含まれるダイオキシンの問題

→責任の遡及の問題、また科学的な不確実性の下で対策を行うための保険、基金や責任担保の検討

2 これらの問題に対処する方法

(1) 考え方

の対策の方向を実現する手法には、罰則を伴う強制的なものから各主体の自主的積極的な取組を促す誘導的なものまで多様な手法が考えられる。問題に応じて適切に手法を組み合わせていくことが重要であるが、各主体の取組の透明性・公開性を確保して、共通の認識の下に連携して取組が進められることが必要である

さらに、廃棄物・リサイクル対策の分野ではここ数年様々な取組が進められているが、個別の問題への対応に追われていて、「何がどこまで出来ていて、次に何をしなければならないか」が全体としては分からない。

また、マテリアル・フローを踏まえて、環境負荷を総合的に低減する施策を講ずることが必要。
[目標の設定→実行→達成状況のフォロー→新たな目標の設定]というプロセスを総合的に進めていくことが必要である。

我が国においては、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」(「廃掃法」)と「再生資源の利用の促進に関する法律」(「リサイクル法」)の2本立てのシステムとなっていることが物質循環を二つの世界に分断し、 から の問題を生じやすくさせている。

このため、解決の方向としては、以下の2案が考えられる。

- ・ドイツ、フランスなどにみられるように2つの法律を統合する。
- ・2つの法律はそのまま存続するが、双方を取り込んだ枠組法をつくる。

(2) 対処する方法

資源と廃棄物を分けることが物質循環を二分し、今日の廃棄物問題を生じさせているという観点から、マテリアル・フローを踏まえて廃棄物に関連する環境負荷を総合的に低減する施策を講ずることを、物質循環法制の目的に据えること

目標設定と計画的対応の必要

リサイクル全体の理念と枠組の設定の必要。「目標設定と計画的対応」、発生抑制、リサイクルを優先する「施策の優先順位」を確立する必要。

廃棄物の定義を有価無価、個人の意思に関連させるのではなく、より客観化するということのみ

でなく、さらに、廃棄物とリサイクルの対象の区分を廃止し、一体化する必要

各主体の責務規定を入れ、製造者の責任について法的に明確化することが必要。また、安価な処理費用による委託の結果、処理業者が不法投棄・不適正処理をすることを防止するため、排出事業者の廃棄物のリサイクル・処分義務は、第三者への適正な委託によっても、公法上は消滅しないとする規定をおくべきである。

物質循環システム構築のための施策を規定する必要がある。廃棄物発生抑制・適正利用・適正処分推進のため、経済的手法、直接的手法、廃棄物の回収・リサイクルの企業化による経済的手法、自主的取組、各主体の取組を促すための情報提供等、基本的な施策をメニューとして法制化し、具体的な問題に応じて理念、基本原則に沿って個別法で組合せを明らかにしていくのが適当である。

処分施設については、その信頼性を確保するため、水源地等一定の地域には処分場の設置を認めないことを明確にするとともに、処分場の立地に公共が計画を通じて関与する必要。また「どうしてもやむを得ず発生する廃棄物」であるかどうかについて、情報提供を進め、国民的な合意の下にガイドラインを策定する必要。

3 ミレニアム循環 6 法の制定・改正

2000 年の国会では、廃棄物・リサイクルに関する 6 つの法律の改正、制定

(1) 背景

廃棄物発生量の高水準での推移

リサイクルの一層の推進の必要

廃棄物処理施設の立地の困難

不法投棄の増大

(2) 循環基本法

1) 形成すべき「循環型社会」： 廃棄物の発生抑制、 循環資源の循環的な利用、 適正な処分が確保されることによって、天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会をいう。

2) 法の対象として「廃棄物等」という概念を作るとともに、そのうちの有用のものを「循環資源」と位置づけたこと。

3) 処理の優先順位を初めて法制化したこと。

発生抑制、 再使用(製晶、部品として)、 再生利用、 熱回収、 適正処分という順序で、「技術的及び経済的に可能な範囲で」できる限り上位の処理を行うこととした。

4) 国、地方公共団体、事業者及び国民の役割分担を明確化したこと。

・事業者の排出者責任

・国民の責務

・拡大生産者責任(Extended Producer Responsibility:EPR)

5) 政府が「循環型社会形成推進基本計画」を策定。

原案は、中央環境審議会が意見を述べる指針に即して、環境大臣が策定する

計画の策定に当たっては、中央環境審議会の意見を聴取するノ

計画は、政府一丸となった取組を確保するため、関係大臣と協議し、策定

計画の閣議決定があったときは、環境大臣は、これを国会に報告するとともに、公表。

計画の策定期限、5 年毎の見直しを明記。

国の他の計画は、循環型社会形成推進基本計画を基本とする

6) 循環型社会の形成のための国の施策を明示

廃棄物等の発生抑制のための措置

排出者責任の具体化のための規制等の措置

拡大生産者責任の具体化のために必要な措置

再生品の使用の促進のために必要な措置

環境保全上の支障が生じる場合、原因事業者にその原状回復等の費用を負担させる措置

原材料等が廃棄物等となることの抑制などに関する経済的措置

国による必要な調査の実施

(3) 資源有効利用促進法

1R(リサイクル)から 3R(リデュース、リユース、リサイクル)へ

製品対策

1) リサイクル対策の強化(指定再資源化製品)

・パソコン、ニカド電池等一回収リサイクル義務。EPR の一般的枠組

既に自主的回収が始まっている。省令で、回収率等が書かれる。

・プラスチック、紙製容器包装については、表示義務対象に追加

商品を包むものが対象となっている

2) リデュース対策の導入(廃棄物の発生抑制対策の導入)(指定省資源化製品)

製品の省資源化

長寿命化設計

修理体制の充実化による長寿命化

3) リユース政策の導入(部品等の再使用対策の導入)(指定再利用促進製品)

・部品等の再使用が容易な設計 例) コピー機。2、3 年で廃棄されるが、使えるものがたくさんある。取りはずしやすい設計。

・再使用のための部品の統一化一部品の寿命期間をそろえる

・回収した部品等の製品製造・修理における再使用一部品を取り出して、新製品に組み込む。一当

面は複写機は可能。

副産物対策

1) リデュース政策の導入(副産物の発生抑制対策の導入)(特定省資源業種)

産廃をたくさん出す事業者に対して、生産工程の合理化等による副産物の発生抑制を計画的に推進

例)一定重量の製品を生み出すのに、副産物をたくさん出さないように原料選択

2) リサイクル政策の強化(特定再利用業種)

副産物の原材料としての再利用を計画的に推進し、計画を提出、公表をする

(4)改正廃掃法

(1)国の基本方針

環境大臣は、廃棄物の排出の抑制、再生利用等による廃棄物の減量その他その適正な処理に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な方針を定めなければならないものとする。

(2)都道府県廃棄物処理委員会

都道府県は(1)の基本的な方針に即して、当該都道府県の区域内における廃棄物の減量その他その適正な処理に関する計画を定めなければならないものとする。

(3)廃棄物処理センター制度の見直し

廃棄物処理センターの指定要件の緩和指定の対象を現行の公益法人から、国・地方公共団体の出資等に係る法人(株式会社等を含む)。及び民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律(PFI 法)の選定事業者(PFI 会社)に拡大すること。

都道府県設置数制限の撤廃

都道府県に一カ所とする設置数の制限を撤廃すること。

業務の拡大

市町村の委託を受けて行う一般廃棄物の処理、処理施設の建設等を業務に追加すること。

(4)廃棄物の適正処理のための規制強化

産業廃棄物管理票制度の見直し

ア 排出事業者は、最終処分までの処理が適正に行われるよう必要な措置を講ずるよう努めるとともに、最終処分の確認が可能となるような次の義務を追加する。

○最終処分者は、管理票交付者(排出事業者、中間処理業者)に送付している現行制度の管理票の写しに、最終処分の終了した旨を記載すること。

○中間処理業者は、最終処分の終了した旨を記載した管理票の写しを管理票交付者へ送付すること。

○管理票交付者は、最終処分の終了した旨を記載した管理票の写しの送付がないときに、状況把

握及び適切な措置を講ずること。

イ産業廃棄物処理業者は、産業廃棄物の処理を委託していないにもかかわらず、虚偽の記載をした管理票を交付してはならない。

適正処分に関する支障の除去等の措置命令の強化

○管理票の写しの送付を受けない場合に適切な処置を講ずべき義務等の管理票に係る義務に違反した者及び不適正処分に関与した者を措置命令の対象にすること。

0 不適正処分を行った者等に資力がない場合で、適正な処理料金を負担していないとき、不適正処理が行われることを知り、又は知ることができたとき等の要件の下で、排出事業者を措置命令の対象とすること。

4 循環諸立法の評価と課題—循環基本法を中心として

(1) 全体的評価

- ・ 製造者責任、 処理に関する優先順位の確立、 目標設定と計画的対応のうち、 、 は導入したが、 については循環に関する計画についての規定がおかれたものの、達成率をあげてそれを目指して取り組む仕組みは入れられていない。
- ・ 基本法として枠組みが作られたことは評価できるが、個別法の制定!改正が必須であることである

(2) より具体的な意義・問題点

物質循環法制の目的

目標設定と計画的対応

処理の優先順位

「廃棄物等」の概念の導入の意義、個別立法の必要

拡大生産者責任、排出事業者の責任について

廃棄物の分類の見直し

「事業系廃棄物」/「家庭系廃棄物」/「製品廃棄物」

個々の施策の法定

- ・ 自主的取組について透明性を高めること
 - ・ 各種の経済的手段による環境コストの内部化
- 一再商品化後の利用の確保

処理の優先順位の、「技術的及び経済的に可能な範囲」について、ガイドラインの策定の必要

処理施設についての公共関与

その他の点

- ・ 循環に関する計画(公明党案)では、NGO等を含む第三者機関による計画の策定の規定

が入れられていたが、この基本法では採用されなかった。

・国の調査について、調査の権限を明記すべきでは

C 配布資料

循環型社会実行元年―法制度と3Rの動向、(財)クリーン・ジャパン・センター、2001年

鴨下重彦（第7部会員、社会福祉法人賛育会病院長）

少子社会と循環型社会

A レジメ（使用スライドの表題より）

1 少子化問題への政策的対応

- 1990 1.57ショック
- 1991 育児休業法成立
- 1992 経企庁「国民生活白書」
- 1994 エンゼルプラン
- 1996 育児休業中の所得補償
- 1997 人口問題審議会（少子報告書）
- 1998 少子化への対応を考える有識者会議
- 1999 少子化対策推進関係閣僚会議
- 1999 少子化への対応を推進する国民会議
- 1999 少子化対策議員連盟

2 男女共同参画社会に関する世論調査（5000人、面接、'97総務庁）

「人は結婚してもしなくても どちらでもよい」

20代女性 賛成 85.5%

3 何故日本で少子化が進んだと思うか

都内女子大生のアンケート

	理/文
1. 女性の社会進出・環境の整備が不十分	35/34
2. 教育にお金がかかる	34/30
3. 女性の価値観の多様化	20/17
4. 晩婚化・高齢出産	10/10
5. 女性の自立（結婚・出産は女性の選択）	7/9

4 一番大切なものは家族

5 子どもの価値

6 第1部（教育の立場から）

- 1. 初等中等教育、学校定員を見直す絶好の機会
- 2. 高等教育 「定員割れ」が私学の経営を直撃する、大学のリストラが進む

7 第1部（社会学の立場から）

地球環境と人口、紀元元年 2-3 億、1750 年 6-9 億、1900 年 15-17 億、1999 年 60 億-、2050 年 -90 億

8 第 2 部（法学、政治学の立場から）

男女雇用機会均等法（1985）の徹底、女性優遇措置を許容する（片面的協力）

日本企業の「家父長的性格」の打破、出産育児を理由とする差別の根絶、育児中の特別保護（子どもの看護休暇） 男性育児休暇取得率の引き上げ

9 第 3 部（経済学、商学の立場から）

急激な少子化の進行は過去の経済成長の代価

「経済成長の阻害」対「ゆとりの回復」

1 人当りの所得の維持と国民総所得低下の回避

具体的対策 高等教育の充実 労働力不足への対応 国土の保全

10 第 4 部（生物学の立場から）

人間も生物であるから、ゾーリムシと同じ、異常繁殖したイナゴの大移動やネズミの集団自殺——密度効果（地球温暖化や環境汚染を考えると、地球上での適正人口を維持すべき）

10 第 5 部（工学、エネルギーと住宅）

エネルギーの大量消費を止め、資源リサイクルを進めるとともに、ライフスタイルを変化させる。生産性の維持、高度の技術レベルを継承し発展させる。少数でも世界最高級の技従者を育成する。

11 住宅問題

日本の住宅のミスマッチ。若夫婦が 2 人の子どもと郊外の狭いアパートで格闘、老婦人が都心の広い住宅で一人暮らし。

3 人の子どもの育てるための家賃補助。毎年 1 家族で 50 万円、10 万家庭で 500 億円。

12 第 6 部（農学の立場から）

日本の食糧自給状況（1960 / 1998）

食糧自給率 80% / 40%

農業人口 1200 万人 / 330 万人

耕地面積 607 万 ha / 494 万 ha

13 第 6 部（家政学）

現代日本の家族・家庭像。

子育て参加の少ない父親、子育て不安の母親、食生活の乱れた子ども、貧困な住まい

14 第 7 部（医・歯・薬）

少子化の医学的原因

内分泌攪乱物質による生殖機能の低下？、不登校神経性食思不振症、未婚若年層の人工妊娠中絶（8.5%）、生活習慣病（特に肥満、糖尿病）

15 少子化対策としての不妊治療

排卵誘発剤、生殖補助医療（人工授精、体外受精、顕微授精）

16 いわゆる三歳児神話について

「子どもは三歳までは常時家庭において母親の手で育てないと、その後の成長に悪影響を及ぼす」 合理的な根拠は認められない（平成10年度厚生白書）

17 少子化を乗り切るために

ネットワーク型社会の構築、マルチメディアの活用、パラサイトシングルの解消

18 教育の重要性

生命を尊重する。子どもを大切にする。

19 「児童の世紀」Ellen Key（1900）著

「次に来る世紀は児童の世紀となるだろう。児童が権利を持つに至るとき、道徳は完成する。」

B 論議の要約

1 少子社会と循環型社会

少子化は避け得ない（先進国共通現象）

1990年、1.57ショック。昭和41年、丙午1.58があった。福岡の2000年は1.32になった。96年までのカーブでは1.43将来人口。将来今の半分になる。5000万人

アメリカは2.0前後、フランスも下がっている。イタリア1.22 ドイツは1.24程度

日本でも地域差がある。北海道は1.3以下、関東、近畿など低い、沖縄は2.で最高。東京都は平均で1.1、港区目黒区の0.8や0.9がある。したがってさらに下がる可能性がある。人口の自然減、島根、高知、大分、鹿児島、山口、秋田。死亡数が上回る。

地球規模で考えると1999年に60億、2025年には90億になる。

2 将来人口と生活

世界人口が平均して日本などの水準で生活すると35億が限度。エネルギー消費量は、先進国の1人は途上国80人に相当。

生物学的には異常繁殖をすると環境がリミットになる。地球上での適正人口を考える必要。

Having、loving から being へQOLの三段階。男性が積極的に家事育児を担う。

先進国、エネルギーの大量消費をやめ、少数でも世界最高の技術水準を目指す。

1996年のエネルギー消費は産業半分、残りを民生と運輸が半々。

少子化の進行とエネルギー消費。生活水準を下げずにエネルギー消費を押さえられるか。運輸部門、民生部門とは消費が上がるのではないか。

住宅問題、日本の住宅事情はミスマッチ、若夫婦は子どもと郊外で狭いところ。老人は都心の広

いところに独りである。

食料自給率の低下、いろいろな食品で輸入が増加。牛肉とワインでは日本も飢える時代がくる。少子化の医学的原因として内分泌攪乱物質、精子減少、子宮内膜症、不登校、人工中絶、肥満、糖尿病の増加などが考えられる。対策として不妊治療、体外受精などの発達があり、補助医療などで、10万人程度の増加が期待出来るだろう。

3 少子化への対処

託児時間の長い子は攻撃的になるという報告もあり、働く母親が不安になっている。地域でのネットワーク、ITの活用、外国の友達とのコミュニケーションが必要であり、パラサイトシングルの問題。宗教、生命の尊重、幼い子供を大事にする教育が重要になる。

少子化先進国として世界に範を示すことが必要。

労働力人口や、活力、社会保障費の問題、経済成長率の低下などがあるが、ウエルカム人口減少社会という考えもある。

有識者会議では、出来るだけ出生数をあげるという基本方針、しかしこれは難しい。

ロボット化もあり、年寄りが働けばよい。労働力が減少しても、軟着するように知恵を出す。

少子化は別に悪くない。地球人口90億はとうてい無理。

4 人口問題と地球環境問題。

先進国のエネルギー消費は大きいので、地球環境を考えた時に先進国の少子化は望ましい。

現在のエネルギー消費を考えた時、適正人口を下回る時、医学的な見地から適正人口を、人口のコントロールはどの程度に可能か。

日本が薪を唯一の生活エネルギーとしているときは4000万人が適正。

労働力の確保は別の問題。

将来の平均寿命の延びを考えた場合、恐らく日本全体が人口減少社会になる。

なにをもって適正人口というか。今までは主として食料供給から言っていた。

スエーデンなどでは国の育児補助がある。国家助成がある。

女性の社会進出などには良い方法ではないか。

保育所の充実をあげている。

ペットも虐待されている。子供は神様に近いのだという。子供は子供であるがままに育つ。

大学の中に保育所がある。企業が残業を一切しない。

世界全体が都市環境整備に動いている。5万人から都市とすると日本は都市がほとんど。

税制上の問題もある。

住宅だけとってもアメリカはふつうに結婚していれば50万ドル、100万ドルまでは無税。

1時間で通勤できる距離に住めること。

大都市ほど環境が悪化している。アジアの人口が増えて、都市に集中している。

東京は医療の体制が良かった。地方も体制が良くなった、

一方で、都道府県別の平均寿命はさほど簡単ではない。大阪が一番低い。東京の山の手は平均寿命が長い。

本当に大変になれば人口コントロールはやるのではないか。そこに到着するまでにどのようにするかが問題。

97年に総務庁調査、20代の82.5%が結婚はどうでも良いという考え。

女子大でのヒアリングによると、学生は仕事も子供もほしいというのが80%はいた。

女性の社会進出、教育費、金・財産より家族が大事というのが上昇している。しかし子供は大事にしない。

毎日新聞人口問題調査会の調査では子供がいると家庭が楽しいと答えたのは86%。しかし子育てが楽しいと答えたのは半分以下の44%。老後の頼りにしているのが16%であった。

生殖補助医療については、結婚しても子供ができなく、思い詰める夫婦は多い。そのためにアメリカ、韓国などまで行くが、倫理上あるいは法律上の問題もある。その数は日本医師会の推計では10万人。

5 教育の重要性

宗教、生命の尊重、幼い子供を大事にする。

宇沢弘文：リベラルアーツ教育の重視。旧制高校の教育に比べ、臨教審以来教育が悪化。

文部省では初等教育局、厚生省では児童家庭局を筆頭局にし、家庭裁判所の裁判官を優遇してほしい。

小泉内閣の重点項目にも循環型社会、少子化問題、教育問題が入っている。

結論：循環型社会では、資源、エネルギーや環境などが話題の中心になるのは当然であるが、人間自身のリサイクル（高齢者が子供や次世代のために汗を流すこと）こそ、最も重要な課題の一つである。

C 配付資料

日本学術会議少子社会の多面的検討特別委員会報告「少子社会の現状と将来を考える」(平成12年5月29日)

茅 陽一（第5部会員、(財)地球環境産業技術研究機構副理事長)

循環型社会へ向けて

A レジメ

1. 基盤の考え方

1) sustainability の必要条件

物理的条件:Daly の3原則

心理的条件;前進/拡大への指向の維持(目的意識)

2) 上記条件を満たす方策

「成長の限界」の主張=人口/経済のゼロ成長

この主張は上記の条件を本当に満たし得るか?

2つの方向の共存

文明の質的拡大:循環型社会

物理的拡大:宇宙の利用

2. 都市のクリーン化

1) 2つの都市形態とその困難:田園都市 vs. compact city

2) 交通運輸量の低減可能性

ITの発展と通信/交通代替の可能性

都市の構造変革:物流のパイプライン輸送

3) 都市の長期的クリーン化

電気/水素社会のイメージ

自動車の電気/水素化

FCVへの指向

EVの着実な発展

分散電源と電化によるクリーン化

熱需要への対応=分散電源廃熱と電力による自然エネルギー利用

3. 社会の循環化:3Rの問題点をどう解決するか

1) Reduce

物理的耐用年数の延長への障害

技術進歩への追従性の低下:部品の reuse/製品 updating

企業にとっての disincentive:方策はあるか

高性能/大容量製品指向によるエネルギー/資源多消費化

例:車/TV

a. 価値基準の変化(“small is beautiful”?)

b. 価格メカニズムの利用

2) Reuse

一般消費者の新品指向: レンタル

3)Recycle

解体しやすさと現行生産の相克

a. 強度の保持の困難ー

b. 材料/製品の多様化による問題

解体効率低下ー製品多様化,

リサイクル性の低下ー混合材料

返却における消費者協力の不足: 棄てる→返す

4) 必要な意識の変化」

棄てる→返す 持つ→使う 自分 vs. 他人→共有

4. おわりに: 結局は環境倫理?

B 講演概要

1. 基盤の考え方

1) sustainability の必要条件

循環型社会は、sustainability の議論から始まる。

sustainability のため必要な物理的条件としてHerman Daly の三原則(1992)がある。

すなわち

(1) 再生可能資源の消費量を再生能力の枠内におさめること。(森林資源など)

(2) 非再生可能資源の消費量(化石燃料等)を無くして、新しい再生可能資源の開発を行なうこと。

(3) 汚染の排出(たとえばCO₂)は環境の吸収能力の枠内に抑えること。

以上の3点が現在の地球上では成立していない。従って、これらを成立させようというのがDalyの提唱である。我々はこれらは大事なポイントだと考えている。しかし、これだけでいいのか?と個人的には考えている。

1972年にはローマクラブが「成長の限界」を提唱した。すなわち地球の限界、「人口/経済の成長をゼロにすることによって初めて答えが出てくる」という事を主張する明解な報告書をローマクラブは出した。しかし、これには2つの意味で反論が提出された。

1 つは、人間は進歩するものだから、ゼロ成長をする必要はない。

もう 1 つは、人間にとってなんらかの意味で「前進」の思考が必要である。それがないと人間は潰れてしまう可能性がある。というものである。

私は、後者の意見すなわち「人類には何らかの目的意識（発展意識）の充足が必要である」と考えている。従って、sustainability と、目的意識（発展意識）という 2 つがともに重要であろうと考えている。

2 点を成立させるためには何が必要になってくるか？

よく言われるのは、物理的成長がなくとも文明の質の拡大があればいいのではないか。例えば文化的な側面で進歩すれば良いという意見がある。循環型社会と言うのは実はこの側面に基づくのではないかと考えている。しかし、それだけでは無理だろうと言うのが私の意見である。人間は形のみのみでなく、「もの」もやはり欲しいだろうと思う。しかし、現在の地球の状況ではそれは sustainable ではない。物理的拡大を満たすためには今まで開拓していない空間（宇宙）を開拓しなくてはならない。それによって量の問題を解決できるのではないか。これは私なりの考え方である。宇宙はこれまで探査の対照であったが、今後は開発へシフトし、宇宙を利用しようという動きが必要である、という見解を持っている。宇宙開発事業団も名前通り、宇宙開発に力を注ぐべきである。

たとえば、エネルギー問題において宇宙発電すなわち宇宙空間に太陽電池の帆をあげ、これを電気に変えてそのエネルギーを microwave で地上に送るというコンセプトは長期的に検討すべき課題である。日本ではすでに宇宙開発事業団が検討を始め、経済産業省も今年は 5000 万円の予算で基礎検討を始めた。2 年後はより大きなプロジェクトに発展する予定である。アメリカでも NASA で 1988 年から予算が付き始め、現在は年間 2 億か 5 億円規模である。私は、このように宇宙を開発しようという動きは必要であろうと考えている。なんでも縮こまって全てを地球上ですることを考えるのではなく宇宙利用を考えることによって、健全な sustainability の発展が可能となると考えている。

従って、エネルギー問題も 2 つに分けて考えることが重要である。

(1) 大規模なエネルギーである産業用エネルギーは宇宙空間からの宇宙エネルギーを使う。これまでの様に化石エネルギーを用いることは sustainable でない。

(2) 人間空間すなわち都市のエネルギーに関しては、sustainability の必要条件を満たす系を考えなくてはならない。これまで発展してきた都市が sustainable に変貌すれば、社会全体が sustainable になりうる。すなわち都市問題が循環型社会を考える上で重要なポイントとなる。

2. 都市のクリーン化

循環型社会を考える場合は、都市の sustainability は極めて重要となる。

1) 2つの都市形態とその困難：田園都市対コンパクト都市

都市問題の議論は充分されていない。理想の形として対照的なコンセプト、すなわち田園都市（分散型）とコンパクト都市（小さい空間にコンパクトにまとめる形）が提案されている。しかし、どちらにも欠陥がある。田園都市が提案された時点では人口 20-30 万を考えており、東京の様な大都市は考えていなかった。現実的には大都市には適用できない。一方コンパクト都市はあまりに無機質である。中間がよいのではないか。それには交通運輸量が問題となってくる。

すなわちビルおよび家庭のエネルギーは自然エネルギーを利用することによって対処できるであろう。しかし交通運輸に関するエネルギーへの対応は難しい。

ビルおよび家庭のエネルギー利用は従来いろいろ試みられており、北海道に建設された省エネルギー住宅これは地下のエネルギーを利用しており、周りの自然エネルギーを利用する形である。たとえば夏は風で冷やす、冬はヒートポンプで温める。または、上からくる太陽エネルギーで全部まかなう。この場合冬は太陽が照らないが、夏の余った電力で水を電気分解し、発生した水素を燃料電池の形で貯蔵し冬に用いている。

太陽エネルギーだけで、全てをまかなうというコンセプトは種々の場で試みられている。デンマークのゼロエネルギーハウスとかフランクフルト郊外の Passive house これは充分な換気と断熱のみで維持されている。給湯と調理と体温を熱源として成り立っている。この様に民生側はよくやっているが、問題は交通運輸である。

2) 交通運輸量の低減可能性

人口が増えると、それに伴い交通運輸量も増加する。都市の sustainability を考える場合に、交通運輸に関するエネルギーの抑制が難しいことが問題となっている。しかし、解決方法が出てきていない。

IT の発展により通信や交通代替ができ、交通運輸に関するエネルギーの抑制ができるのではないかという可能性が挙げられているが、実際はかえって増えるという意見もあり、結論は出ていない。物流のパイプライン輸送も現実にはまだできておらず、今後の重要な課題である。

3) 都市の長期的クリーン化

輸送を無くすことは難しいことから、輸送のクリーン化が重要となってくると考えている。クリーンなエネルギーすなわち、電気と水素を使う。水素は使えば水になるだけである。これらは少なくとも使用段階ではゼロエミッションである。従って将来の都市は電気と水素のみをエネルギー源として使用するべきである、と考えられている。昨年アメリカ気象変化学会の基調講演でも同様な意見が出された。

自動車のクリーン化に関しては、ガソリン車に変わるものが考えられてきている。1 つは水素を利用する FC 車（燃料電池車）、もう 1 つは電気自動車、中間のものとしてディーゼル、ハイブリットなどがある。また固体高分子を燃料として利用するものとしては、2 つの系統あり、1 つ

はメタノール燃料でFC 車を動かしてクリーン化を図る動きで、ドイツで行なわれている。もう1つは、ガソリン、硫黄の少ないグリーンガスの開発で、トヨタ、GM 系で 行なわれている。水素を圧縮してタンクにつめたものを乗せて燃料電池を動かす形式のものが多い。現在は燃料電池の価格が高いが触媒の値段が下がれば長期的には水素電池の使用は現実化するだろう。トヨタは2004 年発売を発表したが、実際は 10 年かかるのではないか。

もう1つの可能性として、慶応大学の清水教授が開発しているリチウム電池で動く電気自動車 (KAZ: Keio Advanced Zero Emission Car) がある。最高時速 300 km という高性能に加え、ガソリンに比べ石油からの変換効率が高く、新しい電気自動車の可能性を示している。いずれにしても車のクリーン化というのが重要な課題である。

なお、FC (燃料電池) は分散電源としても使用できるので、今後広がるとインパクトを持つ。燃料電池は最終的に水素になるが、熱も出るため廃熱利用が可能であり、電気と熱 (分散電源廃熱) の両方がクリーンな形で生成され、しかも発電効率が高いことが特徴である。そのため従来の電気を使ったヒートポンプにも劣らない。分散電源と電化によるクリーン化が重要である。以上、都市をどのようにするかが、循環型社会のポイントであると私は考えている。

3. 社会の循環化

3 R すなわち Reduce、Reuse、Recycle には実は種々の問題点が存在する。それらをどう解決するか。

1) Reduce

Reduce というには、廃棄物や CO2 を出さないことだが、2 つの問題があると考えている。1つは「もの」の長寿命化である。物理的耐用年数の延長はその分生産が減るので Reduce になるのだが、技術進歩に追従しない。古い車では燃料消費が多く、新しい車を買う方が「Reduce」になる。家電はもっと顕著で、冷蔵庫のエネルギー効率は 30 年間で 2.5 倍になっていて、古いものは使用しない方がエネルギー的にはよいという事である。つまり、ものの長寿命化が「Reduce」にならないことが第 1 の問題点である。また、デジタル化は使用エネルギーの増加につながっている。第 2 の問題は買い替えが減ればメーカーの売り上げが減り、企業にとって励みにならなくなる点である。これは技術進歩へ意欲の低下につながる。以上の 2 点を解決するには、機器や部品の交換や 再修理 などの updating が簡単にできることが必要である。製品の入れ物を作るエネルギーは大きくかつ技術が進歩しても変わらない。従って、技術的に進歩した中身のみをすげ替えることができれば事態は変わってくる。この中身のための交換、容量アップは産業界 (例えば発電機の巻換え) ではよくあるが、民生用ではあまりない。

この<中身のための交換>の実現のためには、機器がユニットになっていることが要求される。まだユニット化は少なく、これから増やさなければならない。また、古いものを好きだという気持ちがあるとこのシステムは受け入れやすい。古いものでも内容が新しいものが一番良いのだ、と

いう意識の問題が大事となってくる。またホテルのせっけんに代表される様な、ただでもいらないものは使わないという意識も大事である。

以上を実現するためには、技術と社会的意識の変革の両者が必要である。

エネルギーを考えた場合、民生の消費が増えてきていることが問題である。家電のエネルギー消費の増加が原因で、暖房エネルギーは飽和傾向にある。政府はトップランナー方式をとっているが、問題は機器の大型化・高性能化による電力消費量の増大である。プラズマテレビは 300 w、自宅用で 30 インチでも 100w 程度、初めは 1kw だった。今後の商品開発においては、メーカーはどんな商品でもエネルギー効率を重視する必要がある。

2) Reuse

Reuse は部品再利用を指すが、2 つの問題点がある。1 つはコスト。もう 1 つは一般の消費者は新しいものを欲しがるという点である。

コストが高いというのは、とりはずして使うとかえって高くなるという意味である。

部品の耐用年限は個別であり、完全な新品に再利用部品をつけると従来の保証期間を維持できなくなるのもメーカー側にとっては大きな問題となる。これを解決するには Inverse Manufacturing すなわちユニット構成にすることがポイントとなる。しかし我々自身、機能が良ければよいという観点を持つ事が重要。特に中の部品は見えないので、きれいさはいらない、という感覚・意識を持つのが大事である。

3) Recycle

家電リサイクル法が全面施行され、家電・自動車・プラスチックなどで行なわれている。しかし分解行程が非常に非効率である。なぜなら、部品が多様であり、生産行程に比べて顕著に効率が悪い。加えて、分解行程の労働環境は非常に悪い。

たとえば、冷蔵庫の分解工場では分解行程の最初の労働者がすぐ止めることが工場長の悩みであるが、これは冷蔵庫の中身を掃除する行程であり、内部が汚すぎるため（中身をつめて捨てる人もいる）起こる。分解行程が汚いという問題がある。また車の解体工場もひどい労働環境である。労働環境をどうするかで、現在試験的に、ホンダ、トヨタでは分解のための工場を作っている。これは非常に望ましい。

さらに社会的には「もの」を捨てるのではなく、借りたものを返す、という形に意識を変える必要がある。レンタルのコンセプトが重要。捨てるという意識だから汚れたものを出す。借りたものは、汚れた形では返さない。「持つ愉しみ」から「使う愉しみ」への意識変革が必要である。以上の 3 R 達成のためには、全体の連携が必要である。各企業でゼロエミッション運動をやっているが、企業内だけではダメで、外でも廃棄されない事が大事である。一般に社内 4 割、社外 6 割と言われている。すなわち各企業は社外を含めたゼロエミッション運動をやるべきである。また輸送の効率化の問題では、貨物車の燃費向上の重要性からも企業連携が必要である。

以上。

< 質疑応答 >

1. 質問：電気の貯蔵は困難と聞いたが、理論的に無理なのか？

答え：理論的には可能である。超伝導を利用して磁界にエネルギーとして貯蔵する試みは研究されている。電流としてではなく、磁界にエネルギーとして貯蔵されるため変換する際のロスがなければ高い効率でエネルギーを貯蔵できることになる。現在、小型のものを作り、短時間での出し入れすなわち調整電源としての使用を検討している。超伝導が安くなれば可能性があるが、問題点としては大量のエネルギーをためると閉じ込めのために r の 2 乗エネルギーが必要であり、従来のもものでは場所をとる。現在地下に埋めたら良いという考えがある。

また、従来からのあり方として、揚水発電または化学エネルギーに変換するというものがある。揚水発電すなわち重力エネルギーに変換する時にはエネルギーのロスがあり 70 % に下がる。化学的エネルギーへの変換すなわちバッテリー（鉛電池）でも同様にチャージが 70 % に下がる。内部抵抗が少ないと 80 % 程度になる。100% は理論的には無理だが、90 % 程度は将来可能になるだろう。いろいろ考えられており、電気の貯蔵に関して答えがないとは考えていない。

2. 質問：原子力エネルギーはどう考えられるか？

答え：原子力エネルギーの問題点は現段階ではその廃棄物であろう。理論的には物理的に封じ込めるこめることは現実として可能である。地層の安定したアフリカやオーストラリアの中央では良いと可能だと思う。しかし現在の国際状況では各国毎に処理をしようという方向にあり、住民の受け入れという点を考えると、日本には原子力廃棄物の貯蔵場所がない、アメリカですらその点では無理だろう。

原子力発電所すなわち原子炉そのものに関しては、先進国ではその危険性はないだろうと考えている。しかし中国、インド、パキスタン地域の原発管理、特に戦争があったらどうするか、という点では心配している。特に今回のようなテロの可能性を考えると、答えがわからない。

3. 質問：自然エネルギーである風力発電についてはどのように考えられるか？

答え：風力発電については一般に誤解があるが、風力発電はそれほど多く採取できるものではない。太陽エネルギーのうち運動エネルギー（風）に変わるのは 3 % のみで、光エネルギーに比べ薄いエネルギーである。風力発電によりエネルギーを獲得するためには一定の面積が必要であり、平均キロワットあたりに換算して太陽光発電の 7 8 倍のスペースが必要となる。デンマークは立地条件がよく、人口が少ないため、風力発電の占める割合が高い。また風力発電のもう 1 つの問題は、その風力の発生に時間変動があることで、需要変動と供給変動に対応するためには他の発電所による補給が必要となってくる。そうした場合に、他の発電所で補うための系統には非常な負担がかかる。従って、風力発電をどの程度導入するかに関して電力会社は消極的である。

北海道電力も風力発電を取り入れることをしてはいるが、それでも 500 万キロの設備容量のうち、風力は最大 18 万キロ (4 %)と決めている。以上のように自然エネルギーの場合、電気系統連携上の問題が大きい。前述したように、電気を貯蔵することが簡単ではないため、コストを考えると難しい。

最近風力は安くなってきて、キロワット / 時間あたり 10 円以下のものが出てきた。天然ガスと値段が同じくらいになったが、その電力の質は異なり、風力はいつ出てくるかわからないのに対して、天然ガスは貯蔵しておいて好きな時に作れる点が優れている。

4. 質問：バイオマスエネルギーについて

答え：バイオマスエネルギーは今後の可能性が高い。ブラジルのエタノール車は国策で過疎地でサトウキビを大量に作り、燃料換算で 1,000 万キロリットル以上になっている。

しかし現在のエタノールは醗酵プロセスの効率が悪く、作成エネルギーがかかり過ぎてエネルギー的に効率が悪い。従って、醗酵プロセスを経ないアルコール化が望ましく、メタノール化が考えられている。

バイオマスからはメタノールへ変換する方が一旦ガス化するので良い。現在、メタノール変換のための新技術については NEDO が公募中で、各企業とも関心が高い。将来性はあるが問題はコストで、バイオマスを集めるための費用がかかるため、その後の変換コストがゼロでないと石油の倍くらいの価格になってしまう。

しかし、将来的にはバイオマスのメタノール化は進展すると考えている。

5. 質問：宇宙開発による地球環境への影響はどう考えられるか？

答え：宇宙の利用すなわち宇宙発電は自然エネルギーを大規模に利用できる唯一の道であると考えている。量的には、太陽エネルギーは現在我々が使用している全エネルギーの 15,000 倍を有する。仮に全部を太陽エネルギーに依存しても地球環境を本質的に変えることはないと考えている。むしろ廃棄物が多く出される現在のエネルギーよりも、地球環境への影響は少なくなるだろう。

6. 質問：所有の意識、レンタルの発想とは？

答え：所有するのではなく、借りることにするというレンタルの発想もしくは捨てるのに制約をつけるようにすることは重要だと考えている。「持つ」を「借りる」に変えてよいのではないか。今まで所有していたが、借りることで済むことは意外に多いと感じている。ヨーロッパでは洗濯機を所有している家は少ない。しかし日本人は家族の洗濯物を他人と一緒にすることを嫌がるので共同利用は難しい。どこまで、このレンタルの発想を適用していけるかは不明である。

前述したように、長寿命の家電製品などは電気使用量が多い。従って、テレビ、洗濯機などは借りる形式にして、中身を update すれば良いのではないか。「ものを買う」のではなく「機能を買う」という考え方を持つことが重要である。個人的には見てくれは構わないし、かなりの部分

は借りても間に合う。現在はレンタル車の方が高いのでできないが、車も借りたもので良いと思っている。

陽 捷行 (独) 農業環境技術研究所理事長

窒素・炭素・リンの循環と環境

報告概要

(独) 農業環境技術研究所は「風にきく、土にふれる。そしてはるかな時をおもい、環境をまもる」をキャッチフレーズにしている。

物質の循環の中ではとくにN、C、P、Sの循環が重要ですが、本日は窒素だけにしぼる。新物質圏の分化、20世紀はなにをみてきたか、地球環境圏、共生と循環、万物流転の考え、俯瞰的な目で千年目、百年目のいまはなにか、地球生命圏、土壌圏、対流圏、窒素循環の変調、循環型社会の中で果たして環境は、レンタルの思想などについて話す。

新物質圏の分化 松井孝典先生の整理に従うと、地球は次のように分化し、新たな調和が求められている。46億年前=地球と宇宙、時間・空間・物質、物質圏の分化=大気圏・水圏・土壌圏・生物圏、土壌圏・生物圏=農業・牧畜・工業、新物質圏の分化=人間圏(Anthroposphere)の誕生、現在=温暖化・オゾン層破壊・土壌浸食・森林破壊などというような過程を通り、人間圏による既往の圏の変動がもたらされているが、新たな人間圏が大気圏・水圏・土壌圏などと調和できるかが問題になる。

問題に対する俯瞰的視点として次のようなものが指摘される。

1)20世紀は、宇宙から地球を眺め、地球環境問題を認識した時代。文明史上、最高の高度からの俯瞰的視点を獲得した。2)その結果、大きな時空スケールでの来し方行く末を見、人類のあり方を考えることができた。3)このことは、21世紀に生きるわれわれは、環境の視点から経済をはじめ、倫理や文明を考えるべきであることを示唆している。4)しかし、農業においても依然として経済的視点からの発想に縛られていていことはなんとも残念なことである。

ガイア仮説 ガイアは地球の生命、大気、海洋、大地を複雑なシステムをなす一つの有機体と考え、生命にとって最適な環境を保つそうしたフィードバック・システム、あるいはサイバネティック・システムの総体をガイアと呼んでいる。(思想書・啓蒙書とみる)地球の対流圏の酸素は21%であるが、地球の初期には酸素はなかった。次第に増えたが、この濃度にとどまっている。これはガイアが自分で制御し、維持しているからだ。他の成分についても同じ。21%の酸素が16%になれば人間は生きていけない。

宮沢賢治と宇宙意識 宮沢賢治は宇宙意識を持っていた。

農民芸術論綱要：序論---正しく強く生きるとは銀河系を自らの中に意識してこれに応じて行くことである--- 農民芸術論綱要：結論---われらに要るものは銀河を包む透明な意志、巨き力と熱である--- 断片書簡---ただどうしても棄てられない問題はたとえば宇宙意識といふような

ものがあるあらゆる生物をほんとうの幸福に齎したいと考えているものか、それとも世界が偶然盲目的なものかといふ所詮信仰と科学のいずれによって行くべきかといふ場合はどうしても前者だといふのです---

このような言葉で表現されているように、地球意識は宇宙飛行士以前にもたれていた。

共生と循環を考える。人類は宗教と哲学を持ち科学を持っている。

白井永二氏らの、「日本人のこころと神道」では、「神道の一つの生命観の中でムスビという理念は非常に大きい。むしろ今のエコロジーという言葉でよく言いますけれども、地球環境の保全からすると非常に大事な理念で---

地球環境というのは別の言い方をすれば、さまざまな生命の連鎖の微妙なバランスを守るか守らないかという問題でして---」のようなことが言われる。ここで言っているのは古神道の考え方です。

梅原猛先生の、「共生と循環の哲学」には「仏教の中にも共生と循環の原理が働いていることがわかります。これはおそらく土着の神道思想の影響ではないかと思います。この神道の二つの原理が、どのように日本の芸術や文学に影響を与えているかは、興味深い問題です。またこの共生と循環の原理は、地球環境破壊が21世紀の人類にとってもっとも重要な問題になると思いますが、そのときに世界の文明の原理として十分意味をもつと思うのです。」

といっている。

このように循環と共生が人間にとって最も重要だということは、宗教学者も哲学者も主張してきた。

松井孝典先生は「一万年目の人間圏」で次のように述べている。「私はこれまで幾度も、資源・エネルギー問題や環境問題は、人間圏が地球システムのストックを濫費してきた結果」と主張してきた。この治療に有効なのは、---、フロー依存型文明への転換である。---この場合、既に人間圏にストックとして蓄えられている物質・エネルギーを利用するしかないだろう。21世紀の世界も物質・エネルギーという意味では、江戸時代と同じようにならざるをえない。---、人間圏のほうも当時とは比較にならないほど膨張しているのだから、相対関係において変わらない。」しかし、江戸時代と同じようにということでは、21世紀まで努力してきた人類の英知をどうみるかという点が問題になる。

万物流転 ギリシャのヘラクレイトスはすでに万物流転の考えを持っていたが、

ギリシャそのものは略奪農業で衰えていってしまった。

窒素・炭素・リンなど「ものみなめぐる」ということの大切さと、「万物流転」の法則をこれほどよく教えてくれる元素はないであろう。

人間は、これまで「めぐる」ことのできないものをたくさん作った。それらは、「めぐる」ことのできないまま、たまりつづけ、われわれの生命圏を窮地に追い込んでいる。

「めぐらない」から抜け出して、窒素や炭素やリンのもつ「めぐる」に帰依しないと、地上はいずれ取り返しのつかない世界になる。

意識指数 百年前を考えてみる。二酸化炭素濃度は240ppmが380ppmになっている。リスク指数が高まっている。

百年目の環境を指数でみると、人口はいま63億になり、エネルギーもあがる、ダニの指数もあがる。化学肥料は16から123百万トンに上がっている。遺伝子組み換え植物も6年前くらいから上がっている。一人当たり耕地面積は22から10a/人におちている。

百年目の環境はまさに人間圏がつくった。

しかしわれわれは、すでに窒素や炭素やリンのもつ「めぐる」にも重大な変調をもたらした。大気中の N_2O 、 CO_2 、 CH_4 の濃度上昇が、その例である。温暖化やオゾン層破壊につながる。地下水の硝酸汚染や濃度上昇も、その例である。地下水の硝酸汚染や湖沼の富栄養化につながる。

窒素の循環と地球生命圏

人類は、地球生命圏の18cmの土壌、15kmの大気、3mmのオゾンとそこに生息する生物で生かされている

窒素は土壌・大気・オゾンと、炭素は土壌・大気と、リンは土壌・生物と密接に関係する。窒素がなければ63億の人口は養えない。

窒素・リン肥料や炭素を含む化石燃料の使用は温暖化・オゾン層破壊・富栄養化・地下水汚染をおこす。

しかし、窒素/炭素/リンは生命に不可欠である。窒素/炭素/リンは両刃の刃である。

18cmの土壌も危機に陥っている。アフリカでは5-10t/ha/y、アメリカでは10-20ton/ha/y、アジアでは30ton/ha/yが土壌浸食で失われている。一方土壌の生成量は、1ton/ha/y程度であり、1cmの土壌をつくるのには100-500年が必要となる。

温室効果ガスも増えている。地球全体の気温の変動が起きている。二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、CFC等の温室ガス濃度も急激に上昇している。温室効果ガスを削減しなければ、地球は過去1万年経験しなかったスピードで温暖化するだろう。日本でも温度は上がっている気象庁の資料がある。オゾン層の破壊が進みオゾンホール面積も増加している。

人口・食料・農業 一方で世界の人口は増加している。1964/66年に3,337百万人が1995/97には5,745百万人になり、2030年には8,112百万人になると予測されている。

世界の穀物生産量は1970年に11億トンが1990年には17億8千万トンに増加したが、1997年18億8千万トン、1998年18億4千万トンというように生産量の伸びは停滞してきている。

この間、1人当たりの穀物作付面積は減少を続けている。

成層圏から地下水まで農業に関係する変化がおきている。オゾン層の破壊、酸性雨、熱帯雨林

の減少、廃棄物投与、塩類化、地下水汚染、温暖化、大気汚染、生物多様性の減少、土壌流亡、砂漠化、その他

温暖化+紫外線+炭素+窒素という複合的環境悪化を考える必要がある

- 1) 温暖化で低層の大気が暖まる。2) とくに南極上空で成層圏の温度が下がる。
- 3) 冷えた成層圏は、オゾン層を悪化させる。4) フロンのオゾン破壊力が強まる。オゾンの減少。
- 5) この現象に、炭素+窒素がかかわる。6) この現象で、農業生産に影響が及ぶ。

窒素循環に及ぼす窒素化合物は様々ある。

人類は大気中 78% をしめる窒素を固定して肥料をつくっている。硝酸やアンモニアになる。

人間圏の活動からの窒素の発生を N_2O でみると、畑、排ガス、火山、下水道など至る所からでてくる。このうちの多くのものは人間圏から出る。

地下水の汚染、富栄養化には NO_3^- 、気候変動に N_2O 、成層圏のオゾンの減少に N_2O 。対流圏化学に NO 、光化学スモッグに NO 、 NO_x 、酸性雨に NO_x 、 NO_3^- などが関係する。

全地球の亜酸化窒素の発生量、自然界から出ているものは多様である。自然からのものは巡るものであるが、食料生産から出て巡らなくしたものは 78%、その他は 8%、石炭石油から 15%、この循環をどのように図るかが問題になる。

作物生産のために投入される世界の年間窒素量は非常に増大し、それに対し亜酸化窒素の発生量も増えた。人口が増え窒素を投入すると N_2O がどんどん増える。

その対策としては、単に江戸期に帰れというのではなく、江戸期が持つ哲学を活用してどうするかである。

施肥土壌からの亜酸化窒素制御技術としては、硝化抑制剤、肥効調節型肥料、硝化抑制剤入り肥効調節型肥料、植物の利用、耕作方法、地形連鎖の利用などがある。

今後、持続的農業と環境保全型農業を両立する技術を開発することが重要であるが、堆肥の施用 (CH_4)、肥効調節型肥料 (N_2O) の使用は、地力を増進し、窒素を有効に利用することでメタン発生を削減したり、硝酸汚染を軽減したり、亜酸化窒素の発生を制御できる。

リサイクルとレンタル

循環型社会だけではたして環境は守れるだろうか。

「循環(リサイクル)と賃貸(レンタル)は基本的に異なる。環境資源は「有限」であることにその違いがある。すなわち、両者の違いは総量規制にある。人口が増加し人間圏が拡大する限り、循環により人間圏内部の物質やエネルギーの流れを効率化しても、人間圏に入り込む物質やエネルギーは増え続ける。」(松井孝典) となると、環境倫理のもとに「有限の地球から資源を借りて生きる」という考え方も加味しなくては。

おわりに

最後に法華教の三車火宅の譬喩をひきたい。

地球温暖化は、法華教の譬喩品第三にとかれる「三車火宅の譬喩」に匹敵する。家が燃えて火に包まれているのに、子どもたちは家のなかで遊び戯れている。子どもたちの救済を願う年老いた長者は、どうして子どもたちを火の外に救い出すかを考えている。

現在の地球上に住んでいる人間の関係を説明するのに最もよい譬喩である。

質疑応答

(問) 土壌流出と窒素肥料との関係はあるのか。

(答) 窒素肥料を使うことと土壌流出は直接の関係はない。しかし土壌には窒素が含まれているので、土壌が流れると窒素も失われる。例えば熱帯林を伐る場合、熱帯林の土壌は薄く雨が降ると土が全部流れてしまう。窒素も河川や海洋に流れる。

農業の耕作により土を流すこともある。黄河近辺では畝を等高線にはしておかない。畝を等高線にすると、雨が降った時にそれが壊れてトウモロコシが倒れる。それよりは土を流してもよいと考えているようだ。

(問) 亜酸化窒素の発生抑制の話があったが、これが出るのはよくないのか。

(答) N_2O は地球温暖化の原因となる。 N_2O のライフタイムは 120 年もあるので、地球上から 45 km の対流圏から成層圏まで行く。ここでオゾンを破壊してゆく。このオゾンは太陽からの紫外線を防いでいたが、これがなくなると紫外線がはいってくる。

(問) 今後、環境系と共進化して、変わってゆくより他はない。窒素との関係では、地球の上での貿易なども含んでの移動も重要ではないか

(答) 以前に三輪氏が窒素の物質循環の計算をし、外国から多量の窒素が入ってきて、日本の環境容量を超えていると言っていた。

個人的には物質の鎖国をしなければならないと思っている。いまは自給率が 40% であるが、もし物質循環的鎖国をして 1700 カロリーを維持するために、いまあるゴルフ場、休耕田などを全部使ってゆくと、どうにかなると計算した。

(問) 農業の多面的機能では農業と大気という話でそのようなことを言っている。

(答) 一方では WTO がある。エネルギー、環境と情報、それぞれグローバル化が問題。環境だけだと鎖国になる。タイが外国に食料を輸出するのは土壌を輸出しているのと同じだ。経済は 1 年限り、環境は 100 年を考える。

配付資料

陽 捷行：有限とレンタル、再生と利用、25、5 (2002)

陽 捷行：LCA への期待：拡大しつつある人間圏にどう対応できるのか、LCA ニュース、No. 23、1 (2001)

大橋照枝 （麗澤大学国際経済学部教授）

環境マーケティング戦略

—エコロジーとエコノミー—の調和—

A レジメ

はじめに>_21 世紀、人類の生存をかけた「環境革命」の時代

1 地球の代替物は存在しない

・地球はひとつの大きな生命体として 40 億年の歳月を生き続けている(「ガイア理論」の提唱者、イギリスの生物物理学者ジェームス・ラブロック博士 GAIA=ギリシャ神話の大地の女神)

・「バイオスフィア 2」の実験(1991 年-93 年、アメリカのアリゾナ州で)

8 人の科学者の生命を維持するに足る酸素さえつくり出せなかった。

バイオスフィア 1(地球)は毎日 60 億人の人間のためにこの仕事をタダで行っている。

・自然資本を評価することは困難

自然資本ストックからの生物のサービスは少なくとも年間 36 兆ドル(世界の総生産 39 兆ドルに匹敵)。

世界の自然資本のストックの価値は 400 兆ドル-500 兆ドル ∞ (無限大)

2 人類の文明史上の革命

「人類革命」(類人猿から人類へ)500 万年前

「農業革命」1 万年前-前 5000 年の間

「都市革命」前 3500 年頃より

「精神革命」(仏教、キリスト教、イスラム教)4 世紀 7 世紀

「科学革命」(近代科学の創出)17 世紀の西欧

「産業革命」18 世紀後半

「情報革命」20 世紀後半

3 「産業革命」は 200 年かかったが「環境革命」が成功を収めるとすると数十年で実現させる必要がある ... レスター・ブラウン

・温暖化—北極圏の氷は毎年日本国土の一割にあたる面積が消失

・世界の森林も毎年同 3 割が消失

・中国の砂漠化

・飲料水は 2025 年に世界の需要が供給を上回る。48 カ国で水不足→食料生産困難

・日本のパンカゴとしてのアメリカ中西部の農地—日本向けの穀物の大量輸出で物質循環が乱れて疲弊—食糧自給率 30%の日本の危機

- ・肉食が穀物を大量に消費(肉牛 1kg 肥えさせるのに 8kg のトウモロコシ必要)
- ・世界人口の 15%(8 億人)が飢餓
- ・中国、インドが先進国化をめざすー「石油依存型」「モータリゼーション」「使い捨て」

↓

2050 年を待たずして 20 世紀に先進国が築いた「経済システム」が破滅に

4 先進国の「持続可能な発展」(Sustainable Development)は不可避

—「持続可能な発展」の語の誕生と展開—

1980 年 IUCN(国際自然保護連合)、UNEP(国連環境計画)、WWF(世界自然保護基金)が提唱した「世界保全戦略(World Conservation Strategy)」の中でうたう。

1987 年 WCED(環境と開発に関する世界委員会)が『地球の未来を守るために(Our Common Future)』で意味づけ

→「将来世代が自らの欲求を充足する能力を損なうことなしに、現在世代の欲求を満たすような発展」

→言いかえると「われわれは天然資源を祖先から引き継いでいるとの思い込みは間違いで、子供の世代から借りている」

→常に 7 代先を考えて行動せよ……アメリカ先住民の環境哲学

1992 年地球サミット(国連環境開発会議)でアジェンダ 21 にくまなくうたわれた。

1993 年 ISO/TC207/14000 シリーズづくりの根幹に、

エコロジーギリシャ語の「オイコス」(家)+「ロギア」(学・考える)

女性と環境、自然は密接な関係がある→エコフェミニズム

「リオ宣言第 20 原則」ー女性環境管理と開発において重要な役割を有する。そのため彼女らの十分な参加は持続可能な発展の達成のために必須である。

5 社会の 3 つのセクター「企業」「生活者/市民」「行政/自治体」のうち最も地球環境負荷を与えているのは「企業」(ビジネスセクター)?

最終エネルギー消費量の約 86%。一般廃棄物の約 8.1 倍の産業廃棄物を排出

企業活動の環境負荷低減は不可避

しかし、生活者/市民セクターも行政/自治体セクターも企業活動で生産供給されるモノやサービスの恩恵をうけ、生活や社会活動をしているのであるから企業セクターの環境負荷の責任の一端を担っている→「環境コミュニケーション」の必要性(お互いー蓮花生)

6 企業が「持続可能な発展」を実践するために有力な手法が「環境マーケティング」によるエコロジーとエコノミーの調和

“フォアキャスティング”発想(現在の延長線上で将来を描く)では持続可能な発展は実現できない。

“バックカスティング”アプローチが必要(ビジョン=目標像を描き、戦略的にソフトランディングさせる)

→CO2削減、ゼロエミッションの達成など(場合によっては炭素税の導入も)

7 エコロジーとエコノミーは両立できるとの考え方を確立した3例

) WBCSD(持続可能な発展のための世界経済人会議)

技術力の向上や経済性の向上を通じて環境負荷の逓減をはかることで「環境保全」と「経済成長」の両立を実践できるとの考え方『エコ・エフィシエンシーへの挑戦』

) 「ファクター4」「ファクター10」

『ファクター4』=豊かさを2倍に、資源消費を半分に

「ロッキーマウンテン研究所(RMI)」(コロラド州西部のロッキー山脈の海拔2200m地帯にパッシブ・ソーラー方式*のバナナ農園)をはじめとする50の事例を紹介。

*ソーラーシステムのうち機器を使わずに天井や壁、窓などの断熱を工夫するもの

) 『ナチュラル・キャピタリズム』(自然資本主義)

日本語訳『自然資本の経済』(2001年)

「生態系」を守ることが「収穫逓増の法則」を実現させる。この真実に気づくか否かで賢い企業とそうでない企業とを分ける。

(100を超える企業の現場での環境改善の実例)

共著者の一人エイモリー・ロビンスは1977年『ソフト・エネルギー・パス』(日本語訳1979年)の中で再生可能エネルギーの重要性をすでに指摘していた。

2000年4月にドイツが再生可能エネルギー法を施行し、グリーン・ゴールドラッシュ(風力、ソーラーのブーム)を呼んだ。

8 経済成長と環境負荷の低減の両立を証明した「環境クズネッツ曲線」(逆U字型仮説)

[] 環境マーケティングの定義と実践方法

1 環境マーケティングの誕生

・アメリカにおける60年代のコンシューマリズム、地球環境問題への関心の高まりから、従来のマッカーシーの『ベーシック・マーケティング』におけるマーケティングの定義(4P=Product, Price, Place, Promotion)のように狭義なものでは十分でないと、マーケティングの定義の拡張論が起った。(コトラー&レヴィ「マーケティングの概念の拡張」ジャーナル・オブ・マーケティング1969年1月号)

・コトラー&ザルツマン「ソーシャル・マーケティング」の提唱(1971年)→NPOにもマーケティングの導入を

・レーザー「ソーシャル・マーケティング」の提唱(1972)→コンシューマリズムや地球環境問題にも対応する経営手法を

・コトラー「ソシエタル・マーケティング」の提唱、

→マーケティングに社会的次元を付加(企業利益、消費者満足、公共利益)

↓

1980 年ドイツ(旧西独)緑の党の誕生と 83 年 27 人の議員を議会に送る

グリーン(=環境)の重要性の高まりと 80 年代の地球環境問題への危機感の高まり(酸性雨の被害の発生、オゾンホールが発見 1985 年、チェルノブイリ原発事故 1986 年、アメリカのエクソン社のタンカー VALDEZ 号のアラスカ南岸での座礁 1989 年など)

↓

レーザーの提唱したソーシャル・マーケティング→「グリーン(環境)・マーケティング」がビジネスの専門用語に(1980 年代半ば)

2 環境マーケティングの定義

企業や組織が地球環境と生活の質および生活者満足との共生と調和をはかりながら LCA(ライフサイクル・アセスメント)を用いて、商品・サービスの“ゆりかご”から“墓場”までの全プロセスで環境負荷を最小にするような商品企画・開発、生産、物流、販売のシステムを構築すること。そのために廃棄物のリデュース、リユース、リサイクル(以上を 3R ともいう)、ゼロエミッション(廃棄物ゼロ)化を組み込んだ循環型システムを折り込むこと。その実現のために、従業員ステークホルダー、投・融資家、生活者/市民、地域社会および政府/行政への環境情報開示と、コミュニケーション(情報のやりとり)によってエコロジー(生態系との調和)とエコノミー(経済性)との両立をはかり、持続可能な発展を実現する活動。

3 環境マーケティングの実践

・環境管理システム(広義の EMS)の確立

環境担当トップマネジメント直轄の環境部門の組織の確立

環境目標の設定と環境行動計画(環境アクションプラン)の確立

・狭義の EMS としての ISO14001 の認証取得と P(計画)、D(実行)、C(見直し)、A(改善)

のスパイラル的向上

日本の ISO14001 の認証取得数世界一(2001 年 7 月末 6,786 件)

(業種)製造業、サービス業、地方自治体、卸・小売業、商社、通信業、学校、銀行、農業、保険業、エネルギー、林業、出版・印刷など多岐にわたる。

EU では ISO14001(規格)より厳しい EMAS(環境管理監査要綱)という法律が 1995 年より施行されており、ドイツの企業は、まず EMAS の認証をとって、同時に ISO14001 にも対応するという傾向が強い(“統制のあるところに儲けあり”の諺の実践)

・循環諸法と循環型経営の確立

グリーン調達・購入

省エネルギーによるCO2削減

省資源・廃棄物管理

ゼロエミッション

3R(リデュース、リユース、リサイクル)

科学物質管理(PRTR法)

循環型社会形成推進基本法とEPR(拡大生産者責任)

- ・ドイツ、EUのリサイクル法との違い。
- ・循環型社会のモデル「エコタウン事業」とくに規模の大きい北九州エコタウン
- ・LCA(ライフサイクル・アセスメント)の活用

DFE(デザイン・フォー・エンvironメント)がISO/TR14062に

DFD(解体容易な設計)

4 環境マーケティングを促進するIT*

一究極の環境マーケティングはパーソナル・マーケティング

- ・JIT(トヨタ生産方式)
- ・SCM(QR, ECR, 3PL)
- ・CRM
- ・セル生産方式(一人屋台)(仕掛品の無駄の排除)
- ・ネオ・カスタムメイド

(インターネット上でユーザーと商品開発して受注生産)

(例)持ち運びできるあかり(無印良品)

インターネットでユーザー側が商品やサービスを提案できるサイド空想生活」「たのみこむ」

一米国の未来学者トフラーの「プロシューマー」(生産=消費者)の実現

省マーケティング、デ・マーケティング(大量生産、大量販売時代の終焉)

*ITによる環境負荷削減については日本ではNTT, NECのデータあり。

5 モノを売るのでなく、リース、レンタルでサービスのみを売る

6 従業員への環境教育

eラーニング

[] 環境マーケティングの根幹としての環境コミュニケーション

1 「企業」「生活者/市民」「行政/自治体」の三セクターのパートナーシップと密な3ウェイコミュニケーションによる完全情報の開示と共有

一さもないと"宇宙船地球号"はド口船に一

2 日本とドイツの生活者/市民の環境意識と知識の比較

環境問題への危機感とグリーン・コンシューマーでありたいという意欲は日本もドイツにヒケを

とらない。しかし家庭、社会、企業での環境教育や企業や行政の環境情報の発信の遅れのため日本の生活者の環境知識はドイツと比べると大幅に遅れている。

3 日本企業の環境情報の発信度は低い

環境問題へのアカウンタビリティ意識、企業の投資家向け広報活動としてのIR(インベスターリレーションズ)の確立の遅れ。

4 環境コミュニケーションのツールとしての「環境ラベル」「環境報告書」「環境会計」「PRTR」など

)環境ラベル

ISO14020 シリーズ

タイプ (第三者認証による環境ラベル) ISO14024

タイプ (自己宣言による環境主張) ISO14021

あいまいな主張の規制 “環境にやさしい”、“地球にやさしい”、“環境に安全”、“無公害”、“グリーン”、“自然にやさしい”、“オゾンにやさしい”などのあいまい又は特定されない環境主張はしてはならない。

タイプⅢ(定量的な環境情報表示) ISO/TR14025

LCA の手法を用いて原料採取から製造、使用、廃棄・リサイクルまでの製品の全生涯にわたっての温暖化・酸性化・オゾン層破壊、水質汚濁、固体廃棄物などの「環境負荷」、エネルギー資源や鉱物資源などの「資源消費負荷」の環境情報を定量的に表示。

JEMAI(社団法人産業環境管理協会)は、1999年に、スウェーデン、カナダ、ノルウェー、韓国、デンマーク、ドイツ、スイスの7カ国に呼びかけ、計8カ国でGlobal Environmental Declaration Networkを結成し、JEMAI環境ラベルを提言し、先進的にとり組んでいる。

)環境報告書

GRIのガイドライン=社会、経済の側面を折り込んだ「持続可能報告書」

日本の環境省、経済産業省のガイドライン

ISO14063のガイドライン(環境コミュニケーションのツールのうち環境ラベルをのぞく環境報告書、環境会計・PRTRなどをカバーする)

)環境会計

日本の環境省のガイドライン

5 専門性高く、具体的、実証性の高いドイツの環境広告

6 日本のコミュニケーションと対極的なアメリカの環境広告

7 日本の環境広告のあいまいさの除去のための公正取引委員会の出した留意事項

8 日本の生活者の求める「環境ラベル10原則」

9 トヨタ自動車の初めての試み「第1回トヨタステークホルダー・ダイアログ」(01年11月1

日-2 日)

(NPO/NGO、大学/研究機関、行政、企業財団、監査法人、企業、消費者が約 40 名参加)

10 三セクターのパートナーシップにもとづくコラボレーション(協働)

- ・イギリスの環境政策では三セクターのパートナーシップ企画でないと予算がつかない
- ・アメリカの USAID と WWF とのコラボレーション
- ・東京電力と生活クラブ生協及び REPP(自然エネルギー推進市民フォーラム)とのコラボレーション

11 環境保全のカギは「人と人との間の環境を良くすること」

(アメリカの NGO アイザック・ウォルトン・リーグオブアメリカの所長)

〔 〕環境マーケティングのツールとしてのエコビジネス、エコプロダクツ

1 OECD のエコビジネスの定義と日本の環境省によるエコビジネス市場規模

1997 年 24 兆 7426 億円 雇用規模 69 万 5145 人

2010 年 39 兆 8443 億円 " 86 万 1260 人

2 温暖化対策とホットな環境技術としての燃料電池

3 エネルギーの変遷(固型→液体→気体)と水素の時代

4 エコビジネス、エコプロダクツ

エコフアンド

エコツアー

グリーン・ツーリズム

認証ビジネス、格付けビジネス、環境コンサルティング、セミナー

エコバンク

展示会、イベント

5 グリーン電力(日本自然エネルギー株式会社)

6 環境未来都市づくり

ベルリン

フライブルク

7 デンマーク、ヘアニング市の環境イベントや「グリーン・シティ・プティック・マーク」制度

8 グリーンプロダクツを集めたインターネットのサイト

(例) 株式会社イースクエアの「エコシティ 21」

〔 〕環境革命を実現する静止型・静脈系社会の設計

デ・マーケティングによるスローライフの実現

B 講演概要

[はじめに] 21世紀は人類の生存をかけた「環境革命」の時代と云われている。

1) 地球の代替物は存在しない

ガイア理論の提唱者イギリスの生物物理学者ジェームス・ラブロック博士は、「地球は一つの大きな生命体として 40 億年の歳月を生き続けている」ことを提唱した。

アメリカアリゾナ州で、1991～93 年にかけて 8 人の科学者がバイオスフィア 2 の実験を行ったが、生命を維持するに足る酸素さえ作りだせなかった。バイオスフェア 1 (地球) は実際に毎日 60 億人の人間のためにこの仕事すなわち酸素供給を無料で行っている。これを評価することは困難ではあるが、この酸素供給サービスは少なくとも年間 36 兆ドルすなわち世界の総生産 39 兆ドルに匹敵するものである。さらに世界の自然資本のストックの価値は 400 兆ドル 500 兆ドル以上と見積もられる。このように地球はかけがえのないものである。

2) 人類の分明史上の革命

幣大学伊東博士らの分類によれば、これまでの人類の分明史上の革命は 5 つに分けられる。すなわち 「人類革命」(類人猿から人類への革命で、500 万年前に)、「農業革命」(1 万年前 5000 年の間)、「都市革命」(前 3500 年頃より)、「精神革命」(仏教、キリスト教、イスラム教: 4 世紀～7 世紀)、「科学革命」(近代科学の創出)(17 世紀の西欧で)である。

この「科学革命」の中に、「産業革命」(18 世紀後半)と「情報革命」(20 世紀後半)が含まれる。

3)「産業革命」は 200 年かかったが、レスター・ブラウンは、「環境革命」を数十年のうちに実現させる必要があると述べている。すなわち

- * 温暖化 (北極圏の氷は毎年日本国土の 1 割にあたる面積が消失)
- * 森林消失 (世界の森林も日本国土の 3 割が消失)
- * 中国の砂漠化
- * 飲料水は 2025 年に世界の需要が供給を上回る。48 カ国で水不足から食料生産困難になる。
- * 日本のパンかごとしてのアメリカ中西部の農地では日本向けの穀物の大量輸出で物質循環が乱れて疲弊している。
- * 食料自給率 30% の日本の危機。: 肉食が穀物の大量消費の原因である (肉牛を 1Kg 肥えさせるのに 8Kg のトウモロコシ必要)
- * 世界人口の 15% (8 億人) が飢餓
- * 中国、インドが先進国化をめざしており、石油依存型、モータリゼーション、使い捨てがはじまっている。

以上のような事柄を考えると、2050 年を待たずして 20 世紀に先進国が築いた「経済システム」が破滅するとレスター・ブラウンは警告している。

4) 先進国の「持続可能な発展」(Sustainable Development) が、「環境革命」においては不可避となる。

「持続可能な発展」という語は、1980 年 IUCN (国際自然保護連合) が UNEP (国際環境計画) WWF (世界自然保護基金) の「世界保全戦略(World Conservation Strategy)」の中で提唱した。その後 1987 年、WCED(環境と開発に関する世界委員会) が『地球の未来を守るために (Our Common Future)』の中で

「将来世代が自らの欲求を充足する能力を損なうことなしに、現代世代の欲求を満たすような発展」と意味づけた。これは言い換えると、「我々は天然資源を祖先から引き継いでいるとの思い込みは間違いで、子供の世代から借りている」という捕らえ方である。「常に 7 代先を考えて行動せよ」とした アメリカ先住民の環境哲学の考え方と一致する。利子のみを使い元本に手を出さなければ持続可能な使用方法といえるが、元本も取り崩せば持続可能と言えなくなる。

「持続可能な発展」は 1992 年 地球サミット (国連環境開発会議) でアジェンダ 21 にくまなく唱われた。

「持続可能な発展」のためにはどうすれば良いかを 1993 年 ISO の環境管理の規格を作る分科会 TC207 が 14000 シリーズの根幹を作成し発展させた。

もともとエコロジーと云う語はギリシャ語の「オイコス」(家) + 「ロギア」(学・考える) から成り立ち、本来家の管理に携わってきた女性と環境は密接な関係がある。リオ宣言では第 20 原則 < 女性は環境管理と開発において重要な役割を有する。そのため彼女らの十分な参加は持続可能な発展の達成のために必須である > と唱われた。また、エコフェミニズムという考え方も生まれている。

5) 社会を形成している主な 3 つのセクターは「企業」、「生活者 / 市民」、「行政 / 自治体」である。これらはお互い一連托生の関係にある。地球が生き残るために必要な「環境コミュニケーション」とは、これら 3 つのセクターが互いにパートナーシップを発揮してコミュニケーションを取りつつ、協力し合い環境負荷の低減をめざそうと云うものである。確かに 3 つのセクターのうち最も地球環境負荷を与えているのは「企業」(ビジネス・セクター) である。すなわち最終エネルギー消費量の 86%、一般廃棄物の約 8.1 倍の産業廃棄物を「企業」セクターは排出している。従って、企業活動の環境負荷低減は不可避事項である。しかし、それだけでは解決しない。

「生活者 / 市民セクター」も「行政 / 自治体セクター」も企業活動で生産し供給されるモノやサービスの恩恵を受け、生活や社会活動をしているのであるから、企業セクターの環境負荷の責任の一端を担っている。ここから「環境コミュニケーション」の必要性が導き出される。

6) 企業が「持続可能な発展」を実践するために有力な手法が「環境マーケティング」によるエコロジーとエコノミーの調和である。

京都議定書の実現のための持続可能な発展は、「フォアキャスティング」発想 (現在の延長戦上

で将来を描く)では実現できない、と考えられる。従って「バックカasting」的なアプローチが必要ではないか、すなわちケネディ大統領がアポロ計画を立ち上げた時のように、まずビジョン＝目標像を描き、戦略的にソフトランディングさせるやり方が求められる。

京都議定書ではCO₂削減6%であるが、1999、2000年と増加しているため実質的には15%くらい減らさなければならない。森林吸収分として3.7%まけてもらっているが、残りの11%以上を減らさなければならない。環境税を導入するなりして、達成しなくてはならない。

7) エコロジーとエコノミーは両立できるとの考え方を3例紹介する。

i) WBCSD (持続可能な発展のための世界経済人会議)

技術力の向上や経済性の向上を通じて環境負荷の低減をはかることで「環境保全」と「経済成長」の両立を実践できるとの考え方『エコ・エフィシエンシーへの挑戦』という本の中で述べている。

ii) 「ファクター4」「ファクター10」

「ファクター4」は豊かさを2倍に、資源消費を半分にするという考え方である。「ファクター4」の本では、「ロッキーマウンテン研究所(RMI)(コロラド州西部のロッキー山脈の海拔2200m地帯にパッシブ・ソーラー方式のバナナ園)をはじめとする50の事例を紹介している。ソーラーシステムに機器を使わずに天井や壁、窓などの断熱を工夫している。

iii) 『ナチュラル・キャピタリズム』(自然資本主義) 日本語訳『自然資本の経済』(2001年)

この本では、資本を増やすためにお金を使うのではなく、「生態系」を守ることにお金を使うことが「収穫逓増の法則」を実現させると述べている。この真実に気付くか否かで賢い企業とそうでない企業に分けられる。(100を超える企業の現場での環境改善の実例)

共著者の一人エイモリー・ロビンスは1977年『ソフト・エネルギー・パス』(日本語訳1979年)の中で再生可能エネルギーの重要性をすでに指摘していた。2000年4月にはドイツが再生可能エネルギー法を施行し、グリーン・ゴールドラッシュ(風力、ソーラーのブーム)を呼び、ロビンスの先見性が示された。

8) 経済成長と環境負荷の低減の両立を証明した「環境クズネッツ曲線」は(逆U字型仮説)

とも云われる。すなわち貧しかった時代は公害はなく、cleanであったが、富みrichになると同時に公害が増えdirtyになる。しかし、さらにrichに豊かになることで再びcleanに、公害を減らすことが可能となる。

この「環境クズネッツ曲線」はSOXについては既に成り立っている。

[1] 環境マーケティングの定義と実践方法

「マーケティング」は産業革命以降大量生産が可能になり、モノをいかに売るかということが必要になって生まれた。しかし産業革命が起ったイギリスでは数多くの植民地に売れ残りを持って

いけば商品がさばけたため「マーケティング」の概念は必要無かった。＜如何に売るか＞が必要だったアメリカで19世紀末から20世紀初頭にかけて「マーケティング」は生まれた。

1) 本来マーケティングは4つの要素、すなわち従来のマッカーシーの『ベーシック・マーケティング』の定義である4P(Product, Price, Place, Promotion) から形成されるが、このような狭義のものでは十分でないと、マーケティングの定義の拡張論が起った。政治、経済、環境をも含めた環境マーケティングの概念はアメリカにおける60年代のコンシューマリズム、地球環境問題への関心の高まりから誕生した。

コトラー&レヴィは「マーケティング概念の拡張」ジャーナル・オブ・マーケティング 1969 年1月号を發表している。

コトラー&ザルツマンは「ソーシャル・マーケティング」(1971)の中でNP0にもマーケティングの導入をと云っている。NP0は今アメリカでは147万存在し、日本の株式会社が78万社と云われているのに対して、非常に大きなセクターである。

またレーザーはコンシューマリズムや地球環境問題がソーシャル・マーケティングに含まれると云う意見を出した。これはコトラーが提唱したソーシャル・マーケティングとは異なる概念を含むため、その差別化のため、コトラーは「ソシエタル・マーケティング」という概念を導入し、企業利益、消費者満足、公共利益といった社会的次元をマーケティングに付加したものをあらわした。

1980年ドイツには緑の党が誕生し、83年には27人の議員を議会に送った。また80年代の地球環境問題への危機感の高まり(酸性雨の被害の発生、オゾンホールの発見1985年、チェルノブイリ原発事故1986年、アメリカのエクソン社のタンカー VALDEZ 号のアラスカ南岸での座礁1989年等)から、グリーン(=環境)の重要性がさらに強く考えられるようになった。

レーザーの提唱したソーシャル・マーケティングから1980年代半には「グリーン(環境)・マーケティング」がビジネスの専門用語の一つになるに到った。

2) 環境マーケティングの定義とは

企業や組織が地球環境と生活の質および生活者満足との共生と調和をはかりながらLCA(ライフサイクル・アセスメント)を用いて、商品・サービスの”揺りかご”から”墓場”までの全プロセスで環境負荷を最小にするような商品企画・開発、生産、物流、販売のシステムを構築すること。そのために廃棄物のREDUCE, REUSE, RECYCLE(以上を3Rともいう)、ゼロエミッション(廃棄物ゼロ)化を組み込んだ循環型システムを折り込むこと。その実現のために、従業員、ステークホルダー、投資(融資)家、生活者/市民、地域社会および政府/行政への環境情報開示とコミュニケーション(情報のやりとり)によってエコロジー(生態系との調和)とエコノミー(経済性)との両立をはかり、持続可能な発展を実現する活動。を示す。

すなわち、マーケティングでは<環境に良い>ことをするだけでなく、生活者の満足が重要なファクターとなる。3R を実行し、地球環境と調和し、かつ満足を得られることがマーケティングである。

3) 環境マーケティングの実践には、

まず環境管理システム(広義の EMS)を確立する。すなわち環境担当トップマネジメント直轄の環境部門の組織(専門部署)を作る。

つぎに環境目標の設定をし、環境行動計画(環境アクションプラン)を作成する。それらの計画を実践するのに有効なのは、狭義のEMSとしての ISO14001 を認証取得することである。そうすると、毎年、P(計画)、D(実行)、C(見直し)、A(改善)の見直しによって環境改善を行っていくことができ、スパイラル的向上を目指すことができる。

日本の ISO 14001 の認証取得数は世界一(2001年7月6,786件)である。

大企業のみならず、卸・小売り業も多く、業種も製造業、サービス業、地方自治体、商社、通信業、学校、銀行、農業、保険業、エネルギー、林業、出版・印刷など多岐にわたっている。

ところがEUではISO14001(規格)より厳しいEMAS(環境管理監査要綱)という法律が1996年より施行されており、ドイツの企業はまず、EMASの認証を優先し、同時にISO14001にも対応するといった傾向が強い。なぜならEMASは法律であり規格もより厳しく「環境報告書」の公表を義務付けている。ドイツには「統制のあるところに儲けあり」という諺があるがその実践であり、厳しい規格をクリアすれば、そこにビジネスチャンスが生ずると云う考え方である。

実際、入札の場合にもEMASを取得していることが有利に働く。

<循環諸法と循環型経営の確立>

循環6法が2000年にでき、また既に施行されている家電リサイクル法などの循環諸法が確立した。これらは環境マーケティングの有効なツールである。循環型社会形成推進基本法はEPRすなわち拡大生産者責任が折り込まれている。しかしドイツ、EUのリサイクル法と日本の違いがある。ドイツ、EUではリサイクルのための費用を売る時に含めているが、日本では廃棄時にその費用を取るになっている。売る時の方が回収はまちがいない。現在はレンタルと云う考え方も出てきている。やはり売る時に回収することが良いと考えている。

循環型社会のモデル「エコタウン事業」とくに規模の大きい北九州エコタウンを見てきた。リサイクル工場に隣接して今後のリサイクルの研究を行っている大学・研究所があり、コラボレーションすることによって効率が高められている。

LCA(ライフサイクル・アセスメント)の活用が必要である。LCAとは、製品のライフサイクルにおける投入資源、環境負荷、およびそれらによる地球や生態系への環境影響を定量的に評価する方法である。これに基づいて

DFE(デザイン・フォー・エンvironメント:環境適合設計)がISO/TR14062すなわちISOのテク

ニカルレポートの形で発行されている。DFD（解体容易な設計）これも重要である。

4）環境マーケティングを促進するIT

究極のマーケティングはパーソナルマーケティングである。

JIT：just in time（トヨタ生産方式）を工場、卸、小売りなどに適用しようと云う考え方があ
る。すなわち、工場、卸、小売りなどがこれまでの閉鎖系ではなく、生産者から消費者までも全
て解放系でITを用いることにより、情報が行き交い、消費者の要求に沿った商品が作られ流れ
るというものである。

SCM（QR，ECR，3PL）とも表現される。不良在庫の無駄がなく環境に良い。

生活者が何を欲しがっているかの定量的、定性的情報をITを用いて特定し、生産者に送る。す
なわちモノは生産者から流れるが、情報は生活者（消費者）から流れる。これはCRM：customer
relationship management といって、やはりITが基本である。

またセル生産方式（一人屋台）によって仕掛け品の無駄の排除ができる。すなわちベルトコンベ
ヤーのような分業方式では、中国等に太刀打ちできないため、一人屋台と云われるセル生産方式
が最近は取り上げられている。

ネオ・カスタムメイドといって、インターネット上でユーザーと商品開発して受注生産する方式
もある。例：持ち運びできる明かり（無印良品）である。

インターネットでユーザー側が商品やサービスを提案できるサイト「空想生活」で出来上がった。
まさに米国の未来学者トフラーの「プロシューマー」（生産と消費者が直接つながる）の実現で
ある。大量生産、大量販売時代の終焉とも言える。

ITによってエネルギー消費が減る、すなわち環境負荷が削減することは推定されており、NTT
は日本の全消費エネルギーの3.6%が削減できると試算している（2001；NTTの環境報告書）。

5）モノを売るのではなく、リース、レンタルでサービスを売るという考え方は重要であり、
日本でも 東芝等のアフターサービス会社東芝テクノネットワークにおいて、電化製品、家具の
リース、レンタルサービスが始められている。

6）従業員への環境教育

従業員の環境意識の向上は重要であり、日本でも従業員に対して環境教育が盛んに行われるよう
になった。IBM ではe-ラーニングも行われている。

[11] 環境マーケティングの根幹としての環境コミュニケーション

環境マーケティングにおいては、環境コミュニケーションが最も重要である。

1)「企業」「生活者/市民」「行政/自治体」の3つのセクターがパートナーシップを持ち、密
に3ウェイコミュニケーションを持って、完全な情報開示を行い、また情報を共有することが必
要である。さもないと宇宙船地球号はドロ船になってしまう。

2) 日本とドイツの生活者 / 市民の環境意識と知識の比較

環境問題への危機感とグリーン・コンシューマーでありたいという意欲は日本もドイツにひけをとらない。しかし家庭、社会、企業での環境教育や企業や行政の環境情報の発信の遅れのため、日本の生活者の環境知識はドイツと比べると大幅に遅れている。すなわち日本では環境教育の遅れが圧倒的にある。

ドイツ、デンマークでは3歳ころから、ピオトープなどで遊び生態系を学び、小学校に入ったら環境知識たとえば「循環型社会とは」「リサイクルとは」などを教える。また役割演技法を用い、たとえば川が汚染された場合、あなたが漁業者、農業者、川でレジャーを楽しむ人など立場によってどのような態度を取るかを学ばせて、環境教育を行っている。日本ではこのような教育がない。

3) 日本企業の環境情報の発信度は低い

日本企業は環境問題へのアカウンタビリティ意識が低い。特に非上場企業や北米・EU に工場や事業所を持たない企業では、環境問題への自分達の取り組みに関して消費者への情報提供や公開をしていない比率が高い。大企業では環境情報の開示は高い比率でされている。また企業の投資家向け広報活動としてのIR(インベスター・リレーションズ)の確立も日本では遅れている。

4) 環境コミュニケーションのツールとしての「環境ラベル」「環境報告書」「環境会計」「PRTR」など

i) 環境ラベルは ISO14020 シリーズで、規格が決められている。

タイプ I は第三者認証による環境ラベルであり、日本ではエコマークと呼ばれている。その原則は (ISO14024) に定められている。

タイプ II は自己宣言による環境主張であり、(ISO14021) に定められている。ここで重要なことは「あいまいな主張」が規制されていることである。すなわち「環境にやさしい」、「地球にやさしい」、「環境に安全」、「無公害」、「グリーン」、「自然にやさしい」、「オゾンにやさしい」、などのあいまい又は特定されない環境主張はしてはならない。というのが ISO の考え方である。

タイプ III は定量的な環境情報表示であり、ISO/ TR14025 に定められている。

LCA の手法を用いて原料採取から製造、使用、廃棄・リサイクルまでの製品の全生涯にわたっての温暖化、酸性化、オゾン層破壊、水質汚濁、固体廃棄物などの「環境負荷」や、エネルギー資源や鉱物資源等の「資源消費負荷」の環境情報を定量的に表示することを示す。日本は最も進んでおり、JEMAI (社団法人産業環境管理協会) は、1999 年にスウェーデン、カナダ、ノルウェー、韓国、デンマーク、ドイツ、スイスの 7 カ国に呼び掛け、計 8 カ国で Global Environmental Declaration Network (G E D N E T) を結成し、JEMAI 環境ラベルを提言し、先進的にとり組んでいる。

ii) 環境報告書

GRI のガイドライン（2000 年 6 月：最も新しい）の特徴は社会、経済の側面を折り込んだ「持続可能報告書」であり、日本の環境省、経済産業省のガイドラインでもある。

ISO14063 のガイドライン(環境コミュニケーションのツールのうち環境ラベルを除く環境報告書、環境会計、PRTRなどをカバーする)

iii) 環境会計

日本の環境省のガイドラインが出ている。

5) ドイツの環境広告は専門性が高く、具体的、実証性の高い。

企業が消費者に自社の『環境報告書』を差し上げるという広告を出している。

日本の消費者にとっては『環境報告書』自体の認知度が低い。

6) 日本のコミュニケーションとアメリカの環境広告とは対極的である。

アメリカ人は「強い表現に反応しやすく」「最上級の表現を好み」「中間的回答が少ない」

7) 公正取引委員会が日本の環境広告のあいまいさの除去のため留意事項を発表している。

8) 日本の生活者の求める「環境ラベル 10 原則」

9) トヨタ自動車が初めての試み「第 1 回トヨタステークホルダー・ダイアログ」(01 年 11 月 1 日 2 日)をしている。

* 三セクター「企業」、「生活者/市民」、「行政/自治体」のパートナーシップにもとづくコラボレーション(協働)が重要であるため、イギリスの環境政策では三セクターのパートナーシップ企画でないと予算がつかない。

アメリカでは USAID と WWF とのコラボレーションが行われている。

東京電力と生活クラブ生協および REPP(自然エネルギー推進市民フォーラム)とのコラボレーションが日本でも行われている。

* 環境保全のカギは「人と人との間の環境を良くすること」であるとアメリカの NGO アイザック・ウオルトン(リーグオブアメリカの所長)は提言した。

[III] 環境マーケティングのツールとしてのエコビジネス、エコプロダクツ

1) OECD のエコビジネスの定義と日本の環境省によるエコビジネス市場規模

1997 年 24 兆 7436 億円、雇用規模 69 万 5145 人であったのに、

2010 年 39 兆 8443 億円、雇用規模 86 万 1260 人に増大している。

温暖化対策とホットな環境技術としての燃料電池

1) エネルギーの変遷(固形から液体そして気体)と水素の時代

2) エコビジネス、エコプロダクツ

エコファンド、エコツアー、グリーン・ツーリズム、認証ビジネス、格付けビジネス、環境コンサルティング、セミナー、エコバンク、展示会、イベント

- 3) グリーン電力（日本自然エネルギー株式会社）
- 4) 環境未来都市づくり、ベルリン、フライブルク
- 5) デンマーク、ヘアニング市の環境イベントや「グリーン・シティ・ブティック・マーク」
制度
- 6) グリーンプロダクツを集めたインターネットのサイト

[IV] 環境革命を実現する静止型・静脈社会の設計

デ・マーケティングによるスローライフの実現が必要である。

静脈革命後の社会のイメージとして「豊かな『静止型社会』」を想定している。

すなわち*人口も増えないが減らさない *GDP も増えないが減らさない

* 地球環境負荷を減らしていく * 政府の負債を減らし将来世代への負担を減らす といった持続可能な発展社会である。

静止型社会維持のためには、95年現在76.5%の労働参加率（雇用者数/生産年齢人口）を2025年に89.0%にする。そのためには、女性、高齢者の労働参加が不可欠である。

C 配付・参考資料

配布資料1：エコタウン事業の承認地域マップ他図表多数

配付資料2：Edward O. Wilson, The Bottleneck, Scientific American, February 2002, 72-79

参考資料1：大橋照枝、環境（グリーン）マーケティング戦略—エコロジーとエコノミーの調和、東洋経済新報社（1994）

参考資料2：大橋照枝、静脈系社会の設計—21世紀の新パラダイム、有斐閣（2000）

その他：大橋照枝「環境マーケティング大全—エコ・エコノミーの実践のために」麗澤大学出版会（2002）

谷口 旭（第6部会員・東北大学大学院農学研究科教授）

海洋における生物生産の特性—循環型生産系の典型—

A 講演概要

1 海の生態系

生態系とは生物群集と無機的環境の総合された物質系と定義され、生産者（緑色植物）・消費者（動物や菌類）・分解者および還元者（微生物）が、無機物→有機物→無機物の物質代謝を営んでいるとされる（岩波生物学辞典）。ようするに、植物が光合成によって有機物を生産し、それが食物連鎖を通じて動物や菌類に消費され、さらにそれらの枯葉や死骸や排泄物は微生物によって分解され、もとの無機物へと還元される系である。こうした基本的な生態系の構造には、私たちが見なれている陸上の生態系と、直接目にするのできない海中の生態系とで、なんら差異はない。

海は深い

海は広くて深い。マリアナ海溝の10kmをこえる最深部から8kmをこえるエベレスト山頂まで、さまざまな深さの海底とさまざまな高さの陸地がある。地球表面の71%を占める海の深さに注目してみると、6kmをこえる超深海域は高山域と同様に狭いが、200mよりも浅い海域の面積も取るに足りぬほど狭いということは、予想外の事実であろう。海の大部分は3kmから6kmの深さであり、全海洋の平均深度は3.8kmにもなる。

海の大部分は深海であり、暗い。暗い場所では光合成は起こらないから、表面の生物の光合成産物で海の生物全体が生きている。

海は深いものである。この広くて深い空間を満たしているのが、空気ではなくて水である。陸上生態系にはみられない海洋生態系の特色とは、この事実が原因している。空気と水はともに透明な流体だけれども、物理化学的な性質には、非常に大きな差がある。空気に比べて水の密度、粘度、吸光度が約1000倍大きいということが、大きな意味をもっている。水は重く、かき混りにくく、光を通しにくい。だから海中では、固形物は浮力を受ける上に海水との摩擦抵抗により沈みにくなる。混合しにくい水の中では、溶けている物質の分布はかたよる。

深い海の大部分は暗く、明るいのは表層だけ。海水が冷されたり暖められたりする熱の出入りは、ほとんど全て海表面で起こる。表面水が冷されて密度が増せば沈みはじめ、下層の海水と入れかわる。この対流混合は表面水が暖められると止まり、暖かくて軽い水が上に、また冷たくて重い水が下へと分れて成層する。溶存物質の鉛直分布も変化する。

海の植物も光合成によって生きていくために光エネルギー、水、二酸化炭素のほかに無機肥料成分を必要とする。上層では使用されて減少し、下層では上層から沈んでくる有機物が分解されて栄養塩になる。したがって上層は貧栄養、下層は富栄養になる。特に常夏の熱帯亜熱帯海域で

はこの鉛直不均一分布は強化され、表層水は恒常的に貧栄養である。亜寒帯海域では寒い冬と暑い夏といった季節の変化が明らかに起こる。

深くなるにつれて海中は急激に暗くなるから、光合成が可能なのは海の表層のみで、およそ100mぐらいが光合成層であるにすぎない。

海の生物の特徴

水の世界である海というのは、植物にとっては厳しい環境である。光合成のためには明るい表層にとどまらなければならないのに、その表層は貧栄養なのである。栄養塩を求めて下層へ沈下すれば、そこでは光合成はできず、生きていくことはできない。

海中の植物は、明るい表層にとどまることと、稀薄な栄養塩を効率よく摂取することとの2点を同時に実現しなければならない。

海中で沈降する細胞の表面には海水との摩擦抵抗が生ずるから、表面積の大きな細胞は沈みにくい。一方、重量は体積に比例するから、体積の大きな細胞は沈みやすい。要するに、大きな細胞は沈みやすく、小さな細胞は沈みにくいのである。運動力をもたない生物は、小さくなることによって表層にとどまることができるわけだ。

周囲の海水から栄養塩を吸収するときの摂取面積は細胞の表面積と比例する。小型細胞というのは、消費量のわりには効率のよい栄養塩摂取能力を備えた細胞でもある。小型細胞は、表層にとどまることと、稀薄な栄養塩を利用することとの2点を同時に実現することができる。深い海の表層中で植物として生きていくためには小型化するほかに方法がない。

植物プランクトン

海の小型の植物は植物プランクトンである。海の一次生産者が小型な植物プランクトンであるために海水はほとんど透明で、植物が繁茂しているようすは見えない。それが海洋生態系の大きな特徴である。

ワカメやコンブのような大型海藻類だって、まるで森や林のように繁ってはいるけれども、体の構造も殖えかたも、陸上植物とはまるで異なっている。土中から水や栄養を吸上げるための根がなく、それを運ぶための管構造もない。それらは藻類植物といわれる。植物プランクトンも藻類である。ただし、単細胞であり、決して大型にはならない。

大きさは1ミクロンから平均10数十ミクロンである。こういう植物プランクトンは岸に近い沿岸海域では海水1リットルあたり数万細胞、湾や港の中では数百万、時には数億細胞もみられる。反対に岸から遠く離れた外洋域には数百から数千細胞しかいず、百万細胞になることはめったにない。

陸上植物はその大きな体を1年とか2年、あるいは数10年もかけて作りあげる。小さな植物プランクトンは1日とか1週間で2倍にふえることができる。小型であるからこそ、すばやい生産が可能だ。

動物プランクトン

海洋生態系では、植物プランクトンを食べるのが動物プランクトンだ。海では、餌が沈むまえに丸のみしなければならない。食われるものは食うものより小さいのが、海の世界連鎖のルールである。

一方、あまりに小さな餌を海水から取って食べるのは意外と難しい。普通の魚類にとって植物プランクトンはあまりにも小さく、水とともに口から流れ出てしまうので、食べることができない。微細な植物プランクトンを食べるものは、それ自体が小型な動物プランクトンである。小型な動物は繊細な濾過器官を備えており、それによって植物プランクトンを海水から濾しわけることができる。

その結果、微細な植物プランクトンの大きさであった有機物は、動物プランクトンの大きさの有機物へと変換される。そうなれば、こんどは小型魚類も濾過摂食ができるようになる。そのあと小型魚は中型魚へ、中型魚は大型魚へと順次有機物を伝送することになる。

海は深いので、丸のみしないと餌が沈んでいってしまう。丸のみせずに小型のものが大型のものの一部を食いちぎるのはシャチぐらいのものだ。

動物は生きている限り、食べなければならない。早くたくさん食べる幼生は早く成長し、たくさん食べる成体は子孫をたくさん残す。だから、摂食量と生産量が比例する。摂食した食物を100%消化吸収することはできない。植物プランクトンを動物プランクトンが摂食したときの消化効率は約70%、動物プランクトンを魚類が摂食したときには約80%である。残りの30%とか20%の有機物は未消化のまま糞として排出され深層へ沈んでいく。

2 海洋生態系の特色と更新力

海洋環境は基本的には貧栄養環境である。増えはじめた植物プランクトンは間もなく少ない栄養塩を使いつくしてしまい、生産が停止する。このときに、ほんのすこしでも栄養塩が再補給されると植物プランクトンは、一瞬の遅れもなくそれを摂取して生産を再開することができる。

動物プランクトンは早く食べて早く生産するが、呼吸をすると体内の有機物は酸化分解され、水と炭酸ガスとともに、アンモニアのような分解産物が排泄される。それがそのまま、植物の栄養塩になる。

貧栄養環境の海洋では、限られた量の栄養塩を、生産と摂食と分解というリサイクル過程によって1年間に何度も何度も繰り返し利用することが生産の総量を高める唯一の方法である。

植物にしる動物にしる、海洋では生物の量が本当に少ない。個体数は多いけれども小型だから、生物量が少ない。しかし、海洋生態系の生産力は、生体量の少なさからは予想もできないほど大きい。これが海洋における循環型生産系の特色である。

全くの自然海洋生態系内で生活を営む魚類の生産力を日本近海における漁獲量を例にあげて

みる。植物プランクトンと動物プランクトンの両方を混食するマイワシは、1980 年代後半には年間 500 万トンも漁獲された。マサバも 100 万トン以上獲れ、カタクチイワシやサンマは数 10 万トン漁獲される。スルメイカは年間数 10 万トンも漁獲される。ウシ、ブタ、ニワトリなどの食肉生産量が年間およそ 400 万トンであることに比較すると、自然海洋生態系の生産力がかなり大きいことがわかる。

海洋生態系の大きな生産力は、限られた栄養塩を 1 年間に何度繰り返し再生利用できるかという、回転速度によって決定される。回転速度を促進するのが小型動物による早い摂食と分解排泄である。反対に鯨類のように大型で長寿命の動物は、体内に有機物を長年月保存独占するので、回転速度を大幅に遅らせることになる。このような動物は、特に表層海水中の栄養塩が少ない海域の生態系にとっては、歓迎すべからざる危険な存在だといってよい。海の中でも極海域とか南米やアフリカ西岸沖の湧昇域は、深層から新しく栄養塩が補給される海洋学的なメカニズムがあるので、富栄養の環境である。そういうところでは、大型長寿命の動物が体内に有機物を摂取貯蔵しても差しつかえはない。

3 表層生態系内への新しい栄養塩添加

世界人口の増加はなかなか止りそうになく、食料問題はますます深刻にならざるをえない。食料を増産しようとするときに、自然生態系と調和する漁業は有望になる。また、地球温暖化の原因になる大気中の二酸化炭素を吸収除去する力が大きいとして、海洋生態系が注目されはじめた。

海洋の生産力を高めるためには沈降によって失われる栄養塩を補償してやらなければならない。世界の海洋全体の藻類生産量は、必ずしも正確な値が得られている訳ではないが、一般的には、陸上植物全体の生産量とほぼ等しいとされ、炭素重量で年間 200 億トン(20 ギガトン)程度の数字が挙げられる。これは、世界の年間二酸化炭素排出量約 60 億トン(同じく炭素重量)の三倍強に相当する(OECD、1997)。そのうち大型藻類による割合が 10%前後といわれるが、大型藻類が繁茂している沿岸水域の面積は、海洋全体のわずか 1%に過ぎないから、いわゆる海藻群落の生産力の大きさが窺い知れる。

我が国のような中緯度帯諸国の沿岸域に繁茂する大型海藻群落は、「海中林」と呼ばれている。その年間純生産力は温帯多雨林および熱帯多雨林の生産力を上回ることが知られている。したがって、大型海藻群落を拡大すれば、陸上に植林するよりも高い効率で二酸化炭素を有機化することができる。なによりも海中林は、海健康を守る上で欠かすことのできない存在であるから、その面積を増大させることは、環境や生態系の保護の思想と矛盾しない。

一方で、海洋植物プランクトン群集の純生産力は、大型海藻群落よりもおよそ一桁低い。これは、主に栄養塩の不足によって制限されているからであって、一旦栄養塩の制限が外れると、植物プランクトンは急速に分裂増殖し、赤潮を引き起こすこともまれではない。そのときの生産力

は、海藻群落のそれに匹敵する。

海洋植物プランクトンに高い生産力を発揮させるには、光と二酸化炭素のほかに、栄養塩が必要である。栄養塩としては、硝酸、亜硝酸、アンモニア、尿酸・尿素、りん酸および珪酸が挙げられる。微量元素としては様々な金属イオンがあるが、最近最も注目されているのが鉄イオンである。

絶対的な濃度が高いとはいえないが、表層水中との比較でいえば、深層水中の栄養塩濃度は高い。その上、何よりも深層水の容積は莫大であるから、深層水中の栄養塩量は無尽蔵といえることができる。世界の海には何箇所か深層水が表層に持ち上っている、いわゆる湧昇域があり、植物プランクの生産を高めている。しかし湧昇域の中には、表層にもたらされた栄養塩が有効に消費されず、栄養塩が余ってしまうところもある。そのように栄養塩濃度が高いのに植物プランクトンが少ない海域は、南極海、東部熱帯太平洋および亜寒帯北太平洋などである。

4 廃棄物によるエンリッチメントの考え方

窒素過多の過栄養化に陥っている沿岸海域に、その他の栄養塩成分を適当な比率で加えてバランスを回復すれば、汚れた海水は、一転して理想的な培養水へと変わるはずである。そのための利用可能な資材として、リン酸、珪酸、微量元素を多量に含む製鉄スラグや、珪酸に富む稲藁がある。

我が国では、都市排水や農業排水が最終的に放流される沿岸域に、化石燃料排気、製鉄スラグなどの発生源が集中している。本邦の沿岸域は海中林に適した場であることなどを考慮すれば、ここではスラグ含有コンクリートによる海藻礁、魚礁、テトラポッドを投入する方が良いであろう。さらに規模を拡大する方法として、防波堤や棧橋岸壁などの港湾建造物の素材としてスラグを用いることも考えられる。

製鉄スラグを溶かして鉄を利用し、都市排水、生活排水、農業廃水などは窒素、その他の栄養分があるので、それを混ぜると、植物蛋白の基礎的栄養分が備わるので外洋域にも適用可能である。

プロジェクトをつくり、実際の試験をハワイ沖に於いて行った。その結果は、鉄のみならず他の全てのものが不足しているので、製鉄スラグと都市排水の混合で、植物プランクトンの生産を1桁上げることは容易にできることが分かった。

しかし、こうした肥沃化をあまり強度に行くと生態系が変形するので、なるべく広いところで粗放的にする必要がある。そうした環境修復を社会が必要とするなら直ちに実用化できる水準まで基礎的データを蓄積しておきたい。

広大な海域を利用する環境修復研究を企業からの応援だけで行うのははまづらい。このようなものは国、できれば数か国の金であるのが良いと考える。このスキームで重要なことはスラグや都

市排水が綺麗でなければならないことである。今まで外国でこの話をしたときに出された議論はアメリカでも、ヨーロッパでも、廃棄物を使っても安全かどうかということである。スラグは天然物由来なので問題はすくないが、都市排水では水俣病などもあったことに示されるように、必ずしも安全とは限らない。しかし、その結果日本の廃水処理事情はとくに厳しくなった。同様の法律は外国にもある。罰則もあるが、適用はゆるやか。廃棄物の捨て場もアメリカなどでは場所が充分ある。日本は排水基準を厳しく適用し、そのために予算もかかっている。

いずれ「地球生態系との共生」の事業は、単一国家のプロジェクトを超えた多国間の国際プロジェクトとして語られるときがくると、予測している。そうだとしたら、我が国のみならず諸外国にも適合する多機能な価値を持たせなければならない。

このプロジェクトが安全な効果を発揮するためには、どうしてもクリアしなければならない課題がある。それは、あらゆる国で都市廃水や製鉄スラグを公害防止の観点から見て問題がないように処理しておく、ということである。

B 配付資料

谷口 旭：海の生態系とはなにか、谷内 透・平野禮次郎編、海の生産力と魚、別冊（1995.4）

谷口 旭：海洋環境と漁業資源の更新性—人類の将来に貢献する資源生態学の可能性—、研究ジャーナル19（2）22-27（1996）

谷口 旭：都市排水と化石燃料排気を結合した海洋生産プラントの構築、TOBIN、No.18-21

植松光夫：海洋生物生産の加速と海洋大気、月刊海洋、34（3）151-155（2002）

谷口 旭・原口浩一：製鋼スラグによるエンリッチメントの可能性、月刊海洋、34（3）172-177（2002）

古崎新太郎

循環型社会構築に向けての化学工学からの提案

A レジメ (スライド表題より作成)

時代の要請と化学工学体系の進化

循環型社会の必要性

資源→生産→消費→廃棄物

これまでは大量生産・大量消費・大量廃棄の社会

地球：エネルギー開放系、物質閉鎖系。資源(化石資源)は有限

これからは最適生産・最適消費・最少廃棄の社会が必要

ゼロエミッション(国連大学提唱)

廃棄物の抑制、異業種間の未利用物(廃棄物)の相互利用

3R

Reduce: 使用する資源・エネルギーの最少化

Reuse: 製品、部品の再使用

Recycle: マテリアルリサイクル、サーマルリサイクル

インバース・マニファクチャリング(東京大学提唱)

使用後を考えた製品開発、プロセス開発

(Reuse, Recycle の容易化)

廃棄物処理技術の高度化

ゼロエミッション、3R を推進しても最終的に廃棄物をゼロにするのは困難

廃棄物の適正処理 (減量化、環境負荷の最小化)

ライフスタイル・教育・経済面

循環型社会の必要性の認識

環境教育、対応技術・手法の教育

ライフスタイルの変革

生産・消費の抑制→産業(雇用)の不安→新産業の創出

評価法

環境負荷項目の総合的評価

評価項目とその重み付け

LCA(ライフ・サイクル・アセスメント)

手法の確立

インベントリー分析のためのデータベースの整備

循環型社会構築のための評価基準について

循環型社会構築のための評価法については次の二点が問題となる。

(1) 評価法の背景となる考え方に関わる課題

(2) 評価の定量化法に関わる課題

これらは、相互に関わりつつ、次のような深い問題をはらんでいる。

- 評価は、その境界条件、シナリオ等によって変わるものであり、客観的ないし公正なものとは何かの議論が必要である。現行の評価の多くには、関連業界が行うものも多く、バイアスがかかったものとなっている可能性がある。
- 評価にはリスクコミュニケーションの側面があり、合意形成の手段であることをわきまえなければならない。

循環型社会設計のための「評価」の考え方

1. 循環型社会基本法を始めとした法体系の整備にもかかわらず、なお「考え方」については問題が多い。すなわち、マテリアルリサイクルを基本とする現行体系では、エネルギーについては、その本質的考察がなされておらず、熱回収という形で付加的に扱われているにすぎない。この点が嵩じるとき、「リサイクルのためのリサイクル」が声高に叫ばれ、コスト、エネルギー消費等がなおざりになり、いっそうのムダを生み出すことになる。

2. したがって、これらについての概念の検討を、収支-物質変換・エクセルギー論等を基軸とする化学工学的な立地から、充分に行い、それに基づいた定量的評価により、考え方自体の変革を進めて、コンセンサスを形成し、より本物の循環型社会の実現に国民の努力を集約していく必要がある。

循環型社会設計のための定量評価

狭い社会に限定された最適性を評価しても、全地球的視点から見れば最適化されていないことが多い。

循環型社会を評価する場合、必然的に広範囲の総合的評価が望まれる。

環境、安全、健康と経済性（環境、社会、人間）に関する多目的評価（グリーン度評価）を総合的に行うライフサイクルアセスメント（LCA）的な定量評価が必要である。

化学工学的視点からは、物質循環のバランス、エネルギー循環のバランスの両者を総合的に評価するために必要となる多様な評価基準（例えばエネルギー使用量、原料使用量、事故や誤用のリスク、毒性リスク、排出物等による環境負荷、そして経済的負担等）について検討し、適切な評

価基準を設定すると共に、循環型社会設計の指針となる工学的評価結果を明示できるような手法に展開していくことが重要である。

LCA 的定量評価に関する今後の問題

1) インベントリー分析について

- ・ バランスの取れた信頼できる完全なデータを入手するのが難しい。
- ・ 複数のプロセスの結合生産やりサイクルがある場合、負荷の配分問題が難しい。
- ・ 分析対象の境界設定の適切性を判断し難い。

2) インパクト分析と総合評価について

- ・ 多様なリスク評価手法の独特な発展過程にも左右されて、多目的評価基準の選択が難しい。
- ・ 単位の異なる多目的評価結果を基にした重み付け総合評価の妥当性を判断し難い。
- ・ 評価対象の境界の取り方により、評価基準の数や種類が変化する。

3) ダイナミックス性の欠如について

- ・ 過去の蓄積、長時間の蓄積、突然の事故など、瞬間的变化へ対応した評価が難しい。

異業種間循環モデル

事例 1. 里山を基盤とする循環型。複合体社会

事例 2. 地域資源循環型社会システム(屋久島エコピレッジ)

事例 3. 地域産業(例:焼酎産業)を基盤とする新たな循環型社会の構築

逆プロセスを含めた高効率プロセス

- 資源循環型の新しい生産システムの構築
- 設計、生産、使用、保全、回収、再利用といった人工物全設を考えたライフサイクルの構築つまり、逆プロセスを重視したライフサイクルプロセスの構築が必須

- (1) 環境に対する負荷を最小にする。
- (2) 物質・エネルギー循環型社会
- (3) 循環型社会を築くためのキーテクノロジー、逆プロセス

循環型社会のための高効率プロセス

すなわち従来の化学プロセスの概念を変え、コンパクトで、安全で、資源・エネルギー効率が良いプロセスを実現するための技術が求められている。革新的装置・プロセスのハイブリッド化、代替エネルギー源の活用等の組み合わせによって、設計段階から“プロセス強化”を図ることが重要視される。

プロセス情報管理の人間指向によるプロセス強化

- ・ アセンブルとディスアセンブルが調和した持続可能な化学プロセスの手本を、時を経て最適化されてきた「知的な人間のプロセス」に求めることは意味があり、「知的人間プロセスに学ぶ化学プロセス技術の検討」が重要であると考える。
- ・ 人間は非平衡、非線形な開放型複雑システムであり、各種のエネルギーや物質を取り込みつつ、物理的・化学的変換を施した上で、再びエネルギー、物質を自然、社会に戻している。また同時に各種情報を取り込み、知識や知恵の形で学習し、また社会へ還元している。すなわち人間は「食料、各種物質、エネルギー」と「社会の各種情報」を取り入れて「知的生命体としてのプロセス」を成している。そこでは、物質、エネルギー、情報、全てのアセンブルとディスアセンブルが調和し、内部循環と入出力とのバランスが絶妙に保たれてきている。この調和とバランスは人間の先天的かつ後天的な情報管理機能によって実現されていると考えられる。
- ・ 「人間に学ぶプロセス情報管理」によるプロセス強化が期待される。

高度処理技術の進むべき方向(1)

廃棄物の選択分別、減容化

リサイクル技術については、昨今良く議論されるようにリサイクル物質の有用性を考慮して、サーマルリサイクルかマテリアルリサイクルかを判断すべき物質の完全分解に至る前の段階で、巧妙な反応システムにより少ないエネルギーで有用物質への転換を可能とする技術の展開

廃棄物の分別が完全に行われ難く、混合物として処理しないといけない場合は熔融、高温ガス化などの処理により有害物質の発生を抑制しつつ一酸化炭素、水蒸気を主成分とするガス状物質への転換を図るのが通常の方法である。今後も工業的に稼動している高温炉(溶鉱炉、ガス化炉など)と複合させた廃棄物処理技術が検討の対象となるであろう。

「循環型社会」の形成→物質のリサイクル率の上昇が重要

リサイクルに要するエネルギーを勘案して環境に与える負荷を最小限にする

廃棄物の減容化プロセス、サーマルリサイクルプロセスの基本技術

↓

単位操作、移動現象、反応工学、システム工学など

化学工学はシステム解析を得意な分野としており、トータルシステムとしての解析の寄与ができ、同様に多様な廃棄物処理プロセスの基本技術として寄与できる

使用エネルギーを最少にした有用なマテリアルリサイクル

→高度の反応プロセスの開発が必要(マイクロエンジニアリング)

インバースマニファクチュアリングも、さらに検討されるべき

物質循環系の多様なプロセスの選択をどのように行うべきか、システムの評価をどのようにして行い、政策・社会的行動計画・企業の生産活動・廃棄物処理計画などをどのようにして決定してゆくのかという問題についても、生産活動と廃棄物処理活動の両面に対する科学的システム評価を化学工学的立場から行い、その結果を社会に提言して行くべきである。そのためにも反応プロセスを含む広値圏のシステム解析を可能とする広義の化学システム工学の確立を目指すべきである

高度処理技術の進むべき方向 (3)

地球上の有限である資源の利用、地球環境の保持、人間社会の安定した経済発展と人々の文化的生活の保障など、相反する要求を満たす社会環境の創成を「循環型社会」という概念で表現しているが、その実現には人々の意識を改革して、ある面での犠牲を強いることも必要である。一般市民の意識改革(冷房の温度を 1 高く設定する、ショッピングの際の包装を断る、ゴミの細部にわたる分別収集に協力する等)は必要であり、各種の法規制と合わせてもっと PR されるべきである。

どこまで生活の快適性を犠牲にすべきか、もっと公共の場で議論されるべきである。

付記：

日本学術会議 化学工学研究連絡委員会・物質創製工学研究連絡委員会・化学プロセス工学専門委員会：エコトピア社会の構築をめざして（平成 14 年 12 月 3 日）参照）

梶原康二 （東京都環境局企画担当部長）

関 寿彰 （東京都環境局廃棄物技術担当部長）

東京都における環境行政の展開について

（１）「東京都における環境基本計画と環境行政の展開について」

（２）「東京都における廃棄物行政の展開について」

A 東京都環境基本計画目次（部、章、節まで）

第１部 新たな東京都環境基本計画の策定にあたって

第１節 策定の背景

第２節 新たな東京都環境基本計画の基本理念

第３節 環境基本計画の役割

第２部 分野別目標と施策の方向

第１章 健康で安全な環境の確保

第１節 自動車公害対策の徹底

第２節 有害化学物質対策の推進

第３節 騒音・振動等の防止

第２章 都市と地球の持続可能性の確保

第１節 地球温暖化の防止

第２節 ヒートアイランド対策の展開

第３節 廃棄物の発生抑制・リサイクルと適正な処理の推進

第３章 自然環境の保全と再生

第１節 緑の保全と再生

第２節 水質の保全と水循環・水辺環境の再生

第３節 生物多様性の確保と自然とのふれあい

第３部 環境の危機克服に向けた行動を推進する仕組み

第１節 環境配慮を優先した都市づくりの推進

第２節 経済的手法の活用

第３節 環境産業の育成

第４節 首都圏連携と広域自治体としての役割

第５節 情報受発信機能の強化とパートナーシップの推進

第６節 調査・研究の充実とモニタリング機能の有効活用

第７節 率先行動の拡大

第4部 環境の確保に関する配慮の指針

第1章 配慮の指針の性格

第2章 構成

第1節 都市づくりにかかわる配慮の指針

第2節 全般的な環境確保にかかわる配慮の指針

第5部 計画の推進

第1節 戦略プログラム

第2節 計画の推進と見直し

B 討議の概要

(1)「東京都における環境基本計画と環境行政の展開について」

梶原康二 東京都環境局企画担当部長

東京都は1997年3月環境基本計画を策定したが、5年の間に環境汚染やヒートアイランド現象、廃棄物などの増加進行速度は早まり、状況に即した新しい環境基本計画の策定を行うことにした。パンフレット「東京都環境基本計画」(2002年1月版 全161頁)に沿ってその環境施策の体系全般にわたり解説があった。その理念は「健康で安全な環境の確保と持続可能な社会への変革を、東京から実現する」というもので、基本目標を以下の3部に体系化し、現状の報告、目標、施策の方向について説明があった。

(1) 健康で安全な環境の確保(ディーゼル車などの排出ガス規制の徹底や次世代技術による自動車開発などの自動車公害対策の徹底、ダイオキシン・PCB・土壌や水質汚染などの有害化学物質対策の推進、道路交通や航空機・鉄道などの騒音・振動等の防止)

(2) 都市と地球の持続可能性の確保(地球温暖化の防止、ヒートアイランド対策の展開、廃棄物の発生抑制・リサイクルと適正な処理の推進)

(3) 自然環境の保全と再生(多摩の森林・里山・市街地・農地などの緑の保全と再生、生活排水による汚濁からの水質の保全と雨水・地下水・再生水などの水循環・水辺環境の再生、生物多様性の確保と自然とのふれあい)

以上の目標を達成(達成年次はおおむね2015年)する上で、環境行政の枠内ではなく、都市づくり・環境産業の育成や税制などとの政策統合により、総合的に環境の危機克服に向けた行動を推進する仕組みを作成しようとしている。そのため、環境の確保に関する配慮の指針をまとめている。実際の具体策として、5つの戦略プログラム(1. 東京に青空を取り戻す-水素燃料供給ステーションの設置など。2. 東京から地球の危機に挑む。3. 東京の街を冷やす。- 保水性舗装など4. 東京の緑をよみがえらせる。多摩、小笠原地区など5. 東京から環境配慮の新しい仕組みをつくる。)が計画されている。

(2)「東京都における廃棄物行政の展開について」

関 寿彰 東京都環境局廃棄物技術担当部長

我が国の物質収支をみると、再生率が非常に低い。循環型社会へ変革するには廃棄物処理に関して (1) 動脈産業のグリーン化 (2) 静脈産業の健全な発展 が必要である。

東京都の廃棄物は危機的な状況にある。すなわち

- * 一般廃棄物の最終処分場の限界
- * 建築廃棄物をはじめとする産業廃棄物の大量発生 (特に建設廃棄物が多い)
- * 不足する産業廃棄物の中間処理施設・最終処分場
- * 後を絶たない不適正処理 (不法投棄の増加)
- * 有害廃棄物に係るリスクの拡大

これらを打開するための5項目の計画目標と、それに対する施策が説明された。

- iv) 発生抑制、リサイクルを推進し、最終処分量を削減する。(家庭ゴミや生活雑排水などの一般廃棄物に関する施策および建築リサイクル法を含む産業廃棄物に関する施策)
- v) 環境への負荷が少なく、信頼性の高い中間処理および最終処分を推進する。(廃棄物処分を1都三県で各々分担、東京都ではPCB無毒化や医療廃棄物を担当する施設を東京湾臨海副都心に計画)
- vi) 不法投棄などの不適正処理を撲滅する。(産廃Gメンによる検問・摘発、産廃スクラム22、拡大生産者責任EPR)
- vii) 有害廃棄物の適正管理および適正処理の体制を整備する。
- viii) 都民、事業者および行政の役割分担を明確化し、それぞれの取組と相互の連携を強化する。(健全な業者の育成)

廃棄物、リサイクル関連の法律に関しては、不備なものもあり国へ要求していく必要があると考えている。

以上。

(質疑応答)

(質問) 東京都のスタンスは国の見本となるケースも多く、非常に重要である。その都が根本的、長期的な廃棄物対策や環境対策を考える組織や継続的な研究はあるのか?

(答) 長期計画は知事本部が担当しているが、この問題については所管である当環境局が中心になって進めることになる。関連する研究所としては、東京都環境科学研究所や衛生研究所(現、東京都健康安全研究センター)の一部でその都度関連する研究を行っている。

(質問) エネルギー問題で、風力等の自然エネルギーを全体の何%かに持っていくような目標はあるか?

（答）エネルギー自給率は6 7 %だが、自然エネルギーに関する具体的な目標はない。

（質問）都が環境問題でもっとも経費をかけているのは何か？

（答）廃棄物の埋め立てです。

（質問）東京都の中だけで問題を解決する根本的な政策はあるのか？人口を抑制することは考えていないのか？

（答）産廃処理を都内で全部するのは無理であり、地価が高い都では廃プラスチック、医療用廃棄物施設等の狭い土地でも建てられる技術力が高い施設を作って周囲の県市と協力しあっていきたい。人口対策に関しては、環境局では考えていない。

C 配付資料

東京都環境基本計画 ―私たちはリンゴの木を植える 地球と人類の存続をかけて― 東京都
2002（平成14）年1月

中里 実 (東京大学法学部教授)

環境税の法的検討

A レジメ

1 はじめに

経済学的理想を法的手法により実現

サブスタンスとロジスティクス

両者の統合が重要

実態としての基本理念の対立

2 環境税一般

環境の分野の考え方

市場の不完全性と外部不経済の内部化

様々な方法の中の環境税

PPP

課税の原則と環境の考え方の間のコンフリクト

汚染者を納税義務者にしなくてはならないのか

環境目的税の税収は、環境改善のために使わなくてはならないのか

地方税特有の問題

汚染者を抱えている団体が課税して税収を得ることに対する疑問

産業廃棄物の場合、排出地でなく、処理地の環境が害される

域外の汚染者に対して、どこまで課税権を及ぼせるかという疑問

PPP にどこまでこだわる必要があるのか

3 京都議定書の評価

日本に不利な合意内容

排出権取引と財政問題(ロシアにどれだけ支払わなければならないのか)

4 炭素税の具体的構造

理念はともかく執行が問題

法学と経済学の協調(理念・思考方法の差異をどう乗り越えるか)

具体的制度設計は法学の課題

既存の租税の位置付けの変更

道路特定財源との関係

輸出免税の問題

技術的困難

消費税の特別税率

B 講演概要

1. はじめに

今回、環境税をめぐるのは、法学と各学問分野の間で対立が生じていることに焦点をあてて話したい。法律家の仕事は経済学的または環境学的に考え出された理想を法的手段により実現するための通訳の様なものである。私は環境問題に深い関心があるからこそ、具体的な法設計に関しては環境の専門家の方々と対立することがある。

経済学や環境学の立場から考えて、環境にいかにも望ましい結論が出されたとしても、具体的な法制度を法の制約から作成できないことが多い。具体的に施行可能なものにすることは極めて困難である。法律の世界では、“An old tax is a good tax.”と言われており、歴史的に良いものが生き延びてきている。新しく作られる環境税のような税法が良いtaxになることは、新しいがゆえに、むずかしい。

現在、地方で環境に関する新しい税法（三重県や北九州市の産業廃棄物処理税や静岡・山梨・岐阜県の山登りに附随する税金）を作ろうとする動きがあり検討会に出席している。しかし議会で条例として通っても、合法でありかつ総務大臣の同意を取らないと施行できない。

サブスタンスとロジスティクスという区分けを用いれば（実際には両者が必要だが）、法律家はロジスティクスであり理想をどう現実化するかの手法の専門家である。法律学は真理を探究するのではなく規範があるのみである。従って、真実を追求する経済学などと規範を追求する法律学では、実体として基本理念が対立することになる。

iv) 環境税一般について

環境の専門家は二つのことを主張する。すなわち、（１）市場の不完全性とそれを除去するため外部不経済の内部化（２）PPP、汚染者負担の原則である。しかし、この２つは課税の原則とは相入れないものである。

税金の定義は財政収入をあげるために課されるもので、環境税は税金の定義からはずれる。またPPPにこだわる必要はない。税金というのは憲法によって＜公平に取る＞ことが定められている。これは課税の原則であり、汚染者負担という環境分野の考え方との間には矛盾が生じる。

環境分野の考え方である「汚染者を納税義務者にする」また「環境目的税の税収は、環境改善のために使わなくてはならない」という考え方は暴論である。税金というのは悪い者を罰するものではなく、ある経済行為に対してかけるものである。したがって汚染者に対してのみ課する場合は、刑罰として懲罰金となる。目的税とは用途が限定されているものであるが、環境税を目的税としても必ずしも環境のためだけに使わなくてはいいけないということはない。

また、地方税の場合は PPP を持ち出すと大きな問題が生じる。例えば、東京都が産廃税を PPP の原則に従って作るとすると、東京都の様な排出県にとっては都合がよいが、実際の処理地にとっては不利になる。なぜなら、東京都が徴集した税金を産廃処理する県にまわすことは困難だからである。産業廃棄物によって排出地ではなく、処理地の環境が害されるのにもかかわらずである。よって汚染者を抱えている団体が課税して税収を得ることには疑問である。汚染される処理地で処理者が課税されるべきである。すなわち、PPP とは相容れないコンセプトである。

三重県では排出行為者に申告させて税金を取る方式をとっているが、排出者が例外的に限定されているため可能になっており、通常は排出者が国外など管轄権外の場合も考えられ、域外の汚染者に対してどこまで課税権を及ぼせるか疑問である。

v) 京都議定書の評価

京都議定書の評価は環境庁と経済産業省で評価が真っ二つに分かれている。

実際に日本にとって一方的に不利な合意内容であり、老練なヨーロッパ外交の交渉力に負けてしまった感がある。ロシアから排出権を買わなくてはいけないが、どれだけ支払わなくてはいいの？その財政負担によって日本経済が破たんする可能性もある。環境をこれまで汚染してきた東欧の国々に対して支払わなくてはいい。しかし、日本はこれまでも多方面等距離的な外交で貿易を主軸にやってきたので、排出権も取り引きに利用して財政危機を乗り切れるかも知れない、と希望している。その場合早めに炭素税を導入し、税収をあげ、それで排出権を買うしか方法はないと考えている。国力が若干落ちるとしても他に方法はない。二酸化炭素排出の少ない産業を国内に残し、海外に後は移転するしかない。

vi) 炭素税の具体的構造

税の立法は簡単だが、執行できなければ意味はない。経済学の立場からの理想から程遠くても、執行できるものが良く、理想はともかく執行が問題である。そのためには、法律学と経済学の協調が必要であり、両者の理念と思考方法の差異を乗り越えなくてはならない。法律学の課題は具体的制度設計であり、具体化できない現実的でないものは悪といえる。

既存の租税の位置付けの変更によって環境税を設定しようとする意見がある。

例えば、道路特定財源との関係で一部を環境税として使うことができるのではないかな？

より一般的な炭素税を設定しようとした時には、輸出免税の問題が生ずる。炭素税分の負担が輸出価格に折り込まれた場合、日本にそれが還付されると輸出補助金となり、WTO に違反して無効となる。間接税なら輸出補助金とならず OK だが、直接税か間接税かはガット、WTO において決定される。炭素税の問題点は、輸出免税となると日本の国際力を著しくそぐのので具体的には非常に難しいところだが不可能ではないので現在検討している。

消費税の特別税率として、本来は CO₂ を大量に排出して作られたものに対して課税するような形で消費税の中にいれればよいのだが、絞り込みが難しく技術的困難がある。

以上、いろいろ述べたが法律家の苦悩すなわち実際の議論の場でなかなか理解してもらえない点をわかっていただきたい。

質疑応答

（質問）税金と罰金を区別するべきだと言う意見に賛成である。その１つの例を紹介する。SOXの場合は、除去装置をつけると税がかからないという罰則に近い形であったが、寄与率で課される方式で早く除去装置をつけないと負担率が増加するため除去装置の早期普及が成功した。この場合は装置があったから解決したが、CO₂の場合は難しい。

また環境税に関しては目的税論者は多く、彼等に目的税でないことを納得してもらうために分かりやすい説明を法律家にしてもらいたい。

（質問）PPPについて、排出地ではなく処理地で課税するのが良い、と先程話されたがその技術的な点について伺いたい。

（答）三重県の場合はたまたま 1000t 以上の排出者が愛知の業者に限られていたため（例外的に）問題が起きなかった。岡山、広島、鳥取県では県内の処理業者に対して課税するという望ましい形になっている。私はこちらを推進している。

（質問）それは国全体で行なわれた方がいいのではないか？

（答）現在は県単位で案が作られているが、全国で統一されるべきだと考えている。総務省としては最も望ましい方式（処理地で課税）で揃えようとしている。

（質問）京都議定書について、日本が正当に評価されなかったと感じているがどのような基準でつくられてしまったのか？

（答）実際は環境破壊を最も行なっているロシアを含めたヨーロッパに軽くなっている。京都で行なわれたのが間違いだった。アメリカは拒否しているが、アメリカの場合は車がないと生きて行けない車社会であり、CO₂規制は人権問題となる。

（意見）ドイツなどは、旧東ドイツのすでに生産に寄与していない工場を潰すことによって簡単にクリアできる。またドイツやフィンランドは東側から電気を買っている。日本では90年の時点ですでにCO₂排出が低レベルの工場ばかりの状態、いわば乾いた雑巾を絞らなくてはならない状況である。実際にはヨーロッパと言えども京都議定書の設定は厳しすぎて達成できる内容ではない。鉄工などは日本のCO₂排出量を考えれば日本以外の国で作れば良いが、そうすると地球規模ではCO₂排出量の絶対値は増加してしまうという矛盾がある。

（質問）：税と課徴金（賦課金）との違いは？

（答）税金は法律上、憲法の縛りがあり、様々な制約がある。経済行為以外に課税してはいけないなど様々な租税法の決まりがある。税金は国税庁に入る。課徴金は国会で通らなくてはいいが、税法のしびりを受けない、罰金的一种とも考えられる。使い方は課徴金は一般財源に入っ

てしまうため、目的税のような形では使えない。

（意見）お願いなのですが、現在、罰則と税と助成（免税を含む）の３点が整理されていないと感じている。この３点のバランスをとって考えてほしい。外部経済の内部化やPPP も一部では可能ではないかと考えている。弾力的に論旨を構築してほしい。炭素税に関してはまず取ってみようとする雰囲気を感じている。

（質問）炭素税を設定することにより二酸化炭素排出量を減らすことができると考えられている。また排出量算出に関するモデルが提出されているが、その現実性は？

（意見）モデルの定数の設定に関して疑問がある。

（答）炭素税は環境学者、経済学者がはじめて手にしたおもちゃかもしれない。政治家にとっても巨大な財源である。

（質問）自分の専門分野である森林に関して問題なのは、森林に関して課税しても効果は期待できない。すなわち日本の森林管理によっては現状維持が限度であり、これから先森林によってCO₂を減らすことはできないと考えている。が、この点に関して議論されていない。事実が歪むことに問題を感じている。

（答）水源税で環境が良くなるということではなく、その税収で森林を維持しようという観点であろう。しかし、県知事の間で争いになっている。

（質問）法に対する期待はある。法の立場から環境へどういうことができるだろうか？

（答）法というものは問題が起きてから対処できるもので、問題が起きる前には難しい。また、国家が介入するのは望ましくないのではないかな。

（質問）EU ではエネルギーの構成を再生可能な種類に変えていこうとする動きがあるが、このように国家が目標を持って行なわないとできないのではないかな？

（答）国家の政策でうまくいくものだろうか？技術発展の力によって解決できるのではないかと考えている。

（意見）しかし、社会全体としても、国が環境税または炭素税などの環境に関する政策を打つことによって環境が改善されるであろうという期待を持っている。

林 良嗣（名古屋大学大学院環境学研究科教授）

交通と環境持続性

A レジメ（スライド表題より作成）

1. 交通の推移

乗用車の保有率と走行台キロ

中心都市人口密度と乗用車走行台キロ

中心都市の雇用・人口密度比と乗用車走行台キロ

2. 温暖化ガス（CO₂）排出の推移

CO₂ 排出量の推移

各国の交通部門の CO₂ 排出の増加率

輸送機関別 CO₂ 排出量の推計

3. 目標設定

自動車から鉄道へのモーダルシフトによる CO₂ 排出量の削減

CO₂ 排出削減量達成のために必要な各単独施策オプションの全国目標値

4. 問題の構図

都市発展と環境負荷の発生

交通システムと環境影響との因果関係

5. 改善方策

5.1 EST 政策の要件

5.2 EST の例

カールスルーエモデル、ストラスブールのトラム、シュトゥットガルトの市電、TOD(Transit

Oriented Development)の例、コンパクト化の例（名古屋）、都心部への集中化（2020）

EU における鉄道戦略ネットワーク、高速鉄道（タリス）、高速鉄道（ユーロスター）

5.4 自動車関連税のグリーン化効果

自公社関連税率と保有台数の関係—日本—

自動車関連税—行動—CO₂ 排出の関係

車齢コーホート

存廃選択サブモデル

存廃選択サブモデルの現況再現性

‘89 年税制改正の影響 —CO₂ 排出量—

保有税の累進賦課

モデルより得られた結果

- ・政策 1：1989 年以前の税率が継続→現行税制比 -8%（2010 年）
- ・政策 2：段階間で年当たり 1 万円/台相当賦課→燃料税の効果大（-3.6%）
- ・政策 3：保有税の高車格累進化→2,000cc 超を 2 倍（-6%） 1,500cc 超を 2 倍（-20%）
- ・政策 4：混合政策：燃料税増徴+取得/保有税の高車格累進化→-30%

6. EST の異議

7. 途上国の現状と問題

- ・燃料の質 — 無脱硫、灯油混合
- ・エンジンの質 — 車検制度、中古車・エンジン輸入
- ・道路インフラ不足 — 整備制度、実行能力
- ・道路の低機能 — 低所得者の乗物
- ・速い郊外化進展 — 過剰都市化、自動車入手容易
- ・対策 — 先進国のアナロジーがきかない

8. アジア途上国の CO₂ 排出予測

経済発展のシナリオ

交通部門の CO₂ 排出予測（アジア）

アジアと北アメリカの CO₂ 排出量予測比較

アジアと西欧の CO₂ 排出量予測比較

地域別 CO₂ 排出量予測（2030 年）

9. 途上国問題への対策

B 講演概要

1. 交通の推移

交通による CO₂ 排出量においては、都市の拡大化が一番の問題となる。

(1) 乗用車の保有率と走行台キロ

車による CO₂ 排出量を考えた場合、その生産や廃棄に関わって生ずる CO₂ 排出量を 1 とすると、車を走行させることで生ずる CO₂ 排出量はその 9 倍である。従って、車の保有台数より、圧倒的に走行台キロが重要となる。

1960 年から 1995 年までの 10 年ごとの人口 1000 人当たりの乗用車の保有台数と走行台キロの推移を見ると、各都市ともに増加している。保有率が増加していない LA（ロスアンジェルス）においてさえも走行距離が伸びていることが問題となる。増加率は所得の増加と比例している訳ではなく、鉄道などの充実度にもよる。東京は所得は高いが、走行距離は短い。ロンドンではサークル内は地下鉄が充実していて便利だが、サークル外は不便なため、所得は東京の半分にも関

わらず乗用車の走行距離が長い。サッチャー以降インフラへの投資がないため、列車事故が多く鉄道の利用に問題があることも走行距離が増加していることの一因である。

(2) 中心都市密度と乗用車走行台キロ

中心都市密度が低いと乗用車走行台キロは増加する。ソウルは中心都市密度が高く、コンパクトである。これから問題になるのが、バンコク・ジャカルタ・マニラなどの都市で、現在は都心部はスラム化しており所得が低い層が住んでいるが、今後所得が上がると郊外へ人口が移動し、それに伴って走行距離が伸びることが予想される。

(3) 中心都市の雇用・人口密度比と乗用車走行台キロ

走行距離が伸びることによって生ずるCO₂排出量の増加を考えると、都市が拡大していくことが問題である。NY や LA、また東京では 中心都市部の雇用人口は変わらないが、住居が郊外へ移っており、雇用場所と住居が離れることによって通勤のための走行キロは増加している。

2. 温暖化ガス(CO₂) 排出の推移

(1) CO₂ 排出量の推移

1990 年から 2000 年までの日本とドイツのCO₂排出量の推移を見ると、水力発電などのエネルギー、工業、交通、その他を合わせたトータルのCO₂排出量では、日本が 18 % 増加、これに対してドイツは 15 % の減少となっている。しかし、交通だけをみると日本では 24%増加、ドイツも 15 % 増加している。他の分野ではCO₂排出量減少に成功したドイツでも交通由来のCO₂排出量を減少させることがいかに困難であるかがわかる。

(2) 各国の温暖化物質削減目標と実際の排出量

京都議定書 I 国全体とアメリカ合衆国の 1990 年から 1999 年までの CO₂排出量増加率は、各々全体で +12.9 %、+14.2 %だが、その中で、交通部門の増加率は+26.6%、+17.9 %と高い。アメリカは交通以外の部門も増えている。日本では交通が他部門に比べて増加している。

(3) 輸送機関別 CO₂排出量の推計

林研究室で、旅客輸送 / 貨物輸送比の今後の推移の予測を行ない、2010 年では 40 % 増加するという結果を得ている。自家用乗用車の増加率が 1.8 倍位と高く一番問題となる。

8. 目標設定

京都議定書にあるように日本で全体で 6 % 減らすにはどうしたら良いか？まずは、0 % すなわち 1990 年から増やさないようにするには目標設定がどうなるかを考えた。

(1) 自動車から鉄道へのモーダルシフトによるCO₂排出量の削減

自動車から鉄道へのモーダルシフトすなわち旅客や貨物を自動車輸送から鉄道輸送へ転換することでCO₂排出量の削減することができる。

(2) CO₂排出削減量のために必要な各単独施策オプションの全国目標値

しかし、単一の政策だけで数値をクリアすると仮定すると、自動車から鉄道へのモーダルシフト

旅客を 43% すなわち 100 人のうち 43 人を鉄道へ、貨物郵送の 30% を鉄道へ転換しなくてはならず、非現実的である。また、自動車トリップ長の削減で考えると、旅客：-38%，貨物：-28%も削減しなくてはならない。 もう一つの方法として、自動車の平均乗車人数を増やし、輸送効率の向上を図ることが考える。 その場合、旅客を 1.62 倍つまり相乗りである。 貨物：1.38 倍にしなくてはならない。したがって単一政策では達成困難な目標であり、複合的な施策実施が必要である

9. 問題の構図

(1) 都市発展に伴う交通由来の CO₂ 排出量の増加の原因は二点から構成される。一つは経済成長で、そのため所得水準が上昇し、自動車保有水準が上昇し、自動車分担率が上昇し、従って自動車走行距離が増加して環境負荷発生量が増加する。 もう一つは人口増加であり、郊外部への無秩序な立地が行なわれ、都市の広域化が起こり、公共交通機関整備の遅れからモータリゼーションが促進され、平均トリップ長の増加によって環境負荷発生量が増加する。

(2) 交通システムと環境影響との因果関係

背景には、生活スタイルと生産スタイルの変化がある。生活スタイルすなわち、所得水準や環境意識の水準、経済の成長成熟変化である。生産スタイルとは、勤務形態やジャスト・イン・タイムと言われる生産・販売方式、物流慣習の変化を背景として CO₂ 排出増加が起き、地球温暖化による被害などの社会問題が発生してきている。

10. 改善方策

(1) EST 政策の要件

EST (EST:Environmentally Sustainable Transport) という言葉は、OECD で EST プロジェクトが作られ、用いられるようになった。

政策の要件としては、以下の項目が考えられる。

- (a) インターモーダル(intermodal)：すなわち 電車、車にこだわらず使う
- (b) シームレス(seamless)：継ぎ目のない交通、すなわち乗り継ぎを如何に継ぎ目なしにするか。
- (c) コンパクト化：市街地をコンパクト化していく。
- (d) 土地利用との整合：首都高や新幹線などを建設することと、居住者の人権とを折り合いをつけていく。
- (e) パートナースhip：政府だけでなく、企業と市民三者が力を合わせていく。

(2) EST の例

(a) シームレス化の例としては、カールスルーエ市で、モデル郊外鉄道と都心の路面電車が直通し、トランジットモールと、郊外から乗り入れた S バーンが同じ線路を走ることによって継ぎ目のない交通となっている。他の都市にも広がりつつある

(b) TOD (Transit Oriented Development)の例としてはフライブルク・リーゼルフェルト地区

の中央部の上下に延びる線がLRTになっている。郊外を開発する前に鉄道を敷く。以前は日本でも行なわれたが、大都市のみであった。フランクフルトやシャルル・ドゴール空港では地下に幹線鉄道を乗り入れる計画。

(c) コンパクト化の例：名古屋市について試算した。パリは1 / 3の面積で同じ人口を収納。都心部に人口を集中させるのが効率的である。都心部7.3万人、鉄道結節点付近30.2万人。仮に都心部へ中心部7.3万人から21.5万人への集中化をさせる。

(d) BAU (Business As Usual) 都心に集中(2020年)させることで、総交通量：1.72億トリップ(BAU比40%減)総トリップ長：2.11億台キロ(同41%減)交通量をおよそ4割減らすことができる。

(e) 都心部居住：都心部に3倍居住者を集中させると道路2本に1本を減らすことができ、緑道にできる。

11. EUにおける鉄道戦略ネットワーク

高速鉄道(タリス)(ユーロスター)などを充実させてきている。

12. 自動車関連税のグリーン化効果

(1) 自動車関連税率と保有台数の関係(日本)

1989年税制改正すなわち消費税導入に伴って自動車の所得税と保有税の税率が大きく変化した。普通乗用車と小型乗用車で取得税率(%)が等しくなり、保有税率(万円/年)も差がほとんど無くなった。その結果、新車登録台数(万台)に関しては全乗用車における普通乗用車(3ナンバー)の割合が急増、同じ台数でもCO₂排出量が増えている。

(2) 自動車関連税 - 行動 - CO₂排出の関係

自動車関連税について、税収が同じでも内容によってCO₂排出量が違ってくることを試算。

* 取得税が増加すると新車購入行動は抑制され、その結果、製造CO₂は抑制される。また廃車行動も抑制され、その結果、廃棄CO₂も抑制される。

* 保有税が増加すると燃費のいいものを買換が促進され製造CO₂および廃棄CO₂は促進される。

* 利用税(ガソリン税など)が増加すると利用行動が抑制され、走行CO₂が抑制される。走行CO₂がもっとも重大なので、ここを抑制することがポイントである。

(3) 1989年税制改正の影響- CO₂排出量

前述のように、1989年税制改正は環境にとっては悪い結果を与えた。現在の税制が続くとCO₂排出量は増加していく。

(4) 保有税の累進賦課 1,500cc超のみ2倍増税

従って、1,500cc超の車のみ2倍の増税をすることによって、減らせるCO₂排出量を算出した。この累進賦課の結果は車格別保有シェアに変化をもたらし、CO₂排出量合計20%減らすことができる。

以上、モデルより得られた結果をまとめると、

政策1: 1989年以前の税率が継続 → 現行税制比 8% (2010年)

政策2: 段階間で年当たり1万円/台相当賦課 → 燃料税の効果6%

政策3: 保有税の高車格累進化 → 2,000cc超を2倍 (6%)、1,500cc超を2倍 (20%)

政策4: 混合政策: 燃料税増徴 + 取得/保有税の高車格累進化 → 30%

よ う や 30%にすることができる。

13. 途上国の現状と問題

バンコクと日本を比較した場合、日本では交通由来のCO₂は産業由来のCO₂の半分だが、バンコクでは逆に二倍になっており、交通由来のCO₂の占める割合が高い。バンコクでは車による通勤が多く、1日の通勤時間8時間以上が10%いる。ところが、モータリゼーションと道路整備水準との関係をみると、自動車1台あたり道路延長率は低く、道路の整備がされていない。

途上国問題をまとめると、以下ようになる。

- (a) 燃料の質が無脱硫、灯油混合
- (b) エンジンの質車検制度、中古車・エンジン輸入
- (c) 道路インフラ不足 整備制度、実行能力
- (d) 鉄道の低機能 低所得者の乗物
- (e) 速い郊外化進展 過剰都市化、自動車入手容易
- (f) 対策 先進国のアナロジーがきかない

14. 途上国問題への対策

資金援助の必要性があり、ODA, PFI (民間資金活用), CDM (京都メカニズム), GEF (世銀)などがあるが、現在各国の交通政策の人々の集まりが組織されており、CDMとGEFを組み合わせようとしている。

15. アジア途上国のCO₂排出予測

交通部門のCO₂排出予測比較をアジアと北アメリカで、あるいはアジアと西欧でおこなうと、いずれもアジアが高い予測値を示している。すなわち、アジアでどのような対策を今後たてるかが、世界のCO₂排出問題のカギとなる。日本は掛け橋として重要な立場にある。

以上。

質疑応答

(質問) 今回は、交通によって生ずるCO₂排出量を如何に抑制していくかに主眼をおいて講演していただいたが、循環型社会のためにはどのようなことが必要であるか?

(答) 日本は、一極集中ではなく、分散集中すなわち北九州、大阪、札幌、等集中が分散しており、今後これを再集成していく必要がある。中心市街地に人口を集中させ、コンパクト化を図る

と同時にストック化を図ることが必要である。現在の都市は循環型になっておらず、接続可能もなく、各々が勝手に住居やビルを建てている。何回も建て替えなくてもすむように、周囲との調和を図って地区単位の建設を行なわなくてはいけない。住居の建て替えが日本では26年、イギリスでは75年、使い捨て文化のアメリカでさえ、日本の二倍の寿命を有しており、日本にとってストック化は重要な課題である。

配布資料

林 良嗣：都市空間の社会ストック化の理念と手法- 2100年までの人口半減を逆手にとらえて -
田中啓一日本大学教授編著「都市と環境の公共政策」第六章 p.75-83 所載、中央経済社（2002）

循環型社会特別委員会審議日程

年 月 日

1月26日 循環型社会の位置づけ（太田猛彦）

2月16日 富浦梓：21世紀のエネルギーと産業技術

2月16日 厨川道雄：資源枯渇・地球温暖化（対策技術）とLCA

3月21日 上野民夫：生物資源とポスト石油時代の産業科学－生物生産を基盤とする持続・循環型社会の形成をめざして－

4月27日 村橋俊一：グリーンケミストリー

5月24日 大塚直：循環型諸立法と今後の課題

6月26日 鴨下重彦：少子社会と循環型社会

7月24日 外園豊基：歴史にみた循環型社会

9月12日 太田猛雄：森林の多面的機能と循環型社会

10月18日 貫 隆夫：循環型社会の構築と企業経営

11月14日 中村 崇：工学から見た循環型社会のグランドデザインの一考察

12月14日 茅 陽一：循環型社会へ向けて

1月17日 陽 捷行：窒素・炭素・リンの循環と環境

2月15日 大橋照枝：環境マーケティング戦略－エコロジーとエコノミーの調和

3月12日 谷口 旭：海王における生物生産の特性－循環型生産系の典型

4月19日 古崎新太郎：循環型社会における化学工学－化学工学研連における検討－

5月27日 梶原康二：東京都における環境基本計画と環境行政の展開について
関 寿彰：東京都における廃棄物行政の展開について

6月24日 太田猛彦：循環型特委の取りまとめに向けての考え方について

7月22日 中里 実：環境税の法的検討

9月9日 林 良嗣：交通と持続性について

10月10日 太田猛彦：真の循環型社会形成について（ドラフト）

11月19日 報告書の取りまとめについて

12月16日 報告書の作成についての検討

1月23日 宮坂富之助：循環型社会形成への課題－消費生活におけるライフスタイルの視点から－

(付) 循環型社会特別委員会審議日程

	年 月 日	主要な審議内容
第1回	平成12年11月2日	委員長・幹事の選出、今後の審議方向の検討
第2回	平成13年1月26日	循環型社会の位置づけ(太田猛彦)
第3回	2月16日	富浦梓: 21世紀のエネルギーと産業技術
	2月16日	厨川道雄: 資源枯渇・地球温暖化対策技術とLCA
		上野民夫: 生物資源とポスト石油時代の産業科学ー生物生産を基盤とする
第4回	3月21日	持続・循環型社会の形成をめざしてー
第5回	4月27日	村橋俊一: 循環型社会とグリーンケミストリー
第6回	5月24日	大塚直: 循環型諸立法と今後の課題
第7回	6月26日	鴨下重彦: 少子社会と循環型社会
第8回	7月24日	外園豊基: 歴史にみる循環型社会
第9回	9月12日	太田猛彦: 森林の多面的機能と循環型社会
第10回	10月18日	貫 隆夫: 循環型社会の構築と企業経営
第11回	11月14日	中村 崇: 工学から見た循環型社会のグランドデザインの一考察
第12回	12月14日	茅 陽一: 循環型社会へ向けて
第13回	平成14年1月17日	陽 捷行: 窒素・炭素・リンの循環と環境
第14回	2月15日	大橋照枝: 環境マーケティング戦略ーエコロジーとエコノミーの調和
第15回	3月12日	谷口 旭: 海王における生物生産の特性ー循環型生産系の典型
第16回	4月19日	古崎新太郎: 循環型社会における化学工学ー化学工学研連における検討ー
		梶原康二: 東京都における環境基本計画と環境行政の展開について
第17回	5月27日	関 寿彰: 東京都における廃棄物行政の展開について
第18回	6月24日	太田猛彦: 循環型特委の取りまとめに向けての考え方について
第19回	7月22日	中里 実: 環境税の法的検討
第20回	9月9日	林 良嗣: 交通と持続性について
第21回	10月10日	太田猛彦: 真の循環型社会形成について(ドラフト)
第22回	11月19日	報告書の取りまとめについて
第23回	12月16日	報告書の作成についての検討
		宮坂富之助: 循環型社会形成への課題ー消費生活におけるライフスタイル
第24回	平成15年1月23日	の視点からー
第25回	2月13日	報告書の作成についての検討
第26回	3月12日	田中啓一: 循環型社会と都市
第27回	4月22日	報告書の作成についての検討
第28回	5月20日	報告書の作成についての検討
第29回	6月5日	報告書の検討と最終確認