



産業構造を変える 「ゼロエミッション」の 理念と実践

神奈川県川崎市・エコタウンの中核となる「ゼロ・エミッション工業団地」。運河に囲まれた7万7464㎡を占め、中小企業を中心に20社弱が進出。2002（平成14）年より全面稼働している。

さまざまな産業を結びつけ、従来の「廃棄物」を新たな「原材料」として循環させることで廃棄物をなくす——。
自然の生態系に倣った循環を実現することで、持続可能な産業社会の形成を目指す「ゼロエミッション」の概念と、その現状、そして将来の課題を探ってみた。

誤解されがちな「ゼロエミッション」という言葉

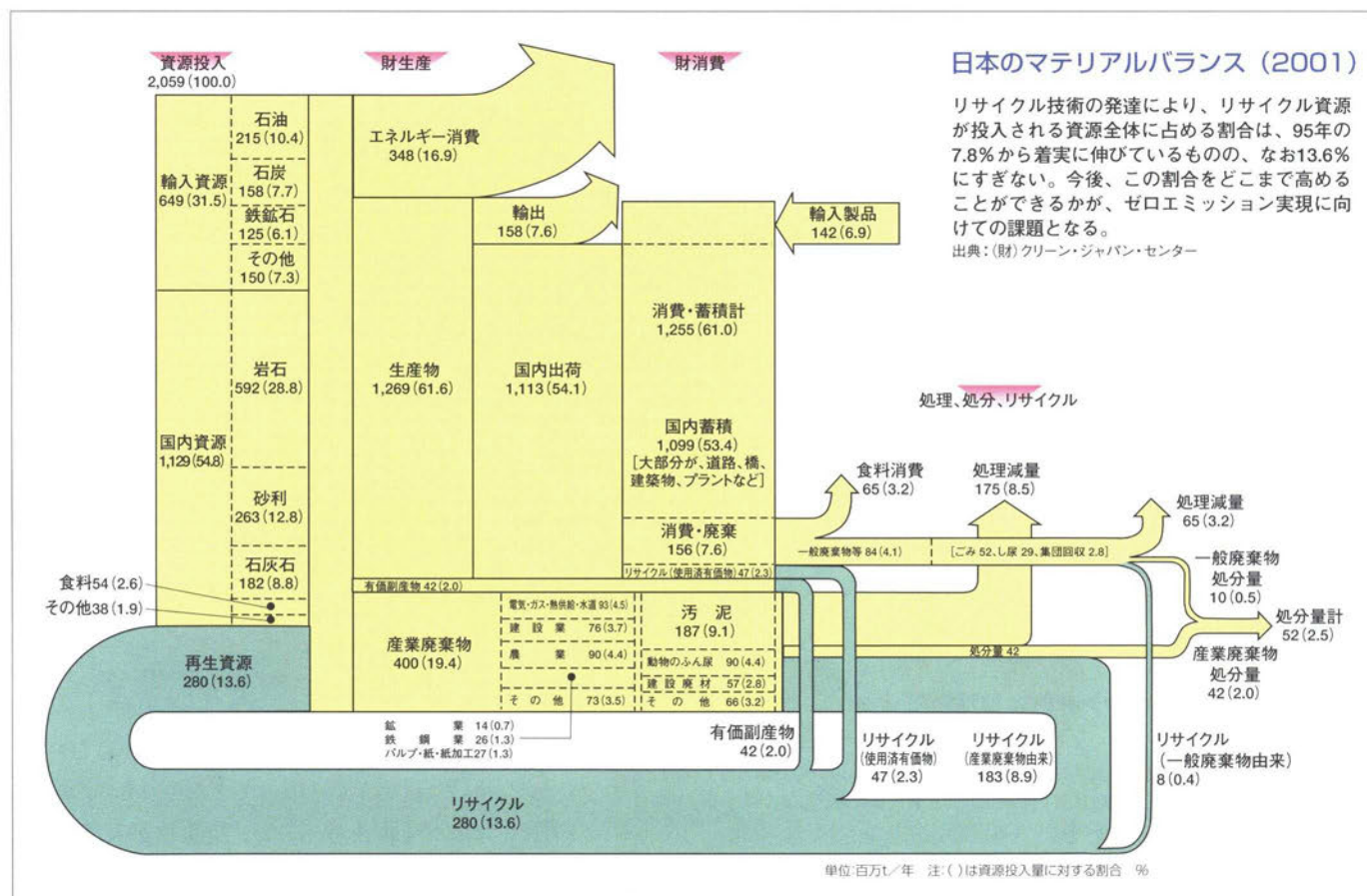
「ゼロエミッション」とは、1994年に国連大学においてそのコンセプトが確立され、翌95年4月に開催された「ゼロエミッション世界会議」（国連大学主催）において広く世界に向けて発信されたキーワードである。

この言葉を直訳すれば「廃棄物ゼロ」ということになる。

そのため往々にして、単に「産業廃棄物を極力減らし、最終的にゼロにしていく」運動と捉えられがちである。実際に、企業によっては、単に産廃として埋め立てるゴミをなくした工場を「ゼロエミッション工場」と称している場合もある。

しかし、本来のゼロエミッションとは、単に「一企業（一産業）において廃棄物の量を減らす・なくす」といった矮小な概念にとどまらず、あらゆる産業の連関構造を改めていくことで、結果として廃棄物ゼロが実現していく大きな枠組み全体を指す。

自然界の生態系では、ある種の排出物や死骸は、別の種の食料になり、全体として大きな連関を形作っている。同様に、我々の社会においても、生産や加工の過程で出る副生成物や、最終消費者が使用した後の生産物が、生産・加工法そのものを改善したり、さまざまな産業をうまく組み合わせたりすれば、「廃棄物＝ゴミ」として処分することなく新たな原料として利用できる。こうした、自然界に倣った循環型の経済（インダストリアル・エコロジー＝産業生態系）を目指すこ



と、その結果として、廃棄物(=不要なものとして処分すべき対象)という概念自体をなくしていくことが、本来の「ゼロエミッション」であるといえる。

これは、産業革命以来の「大量生産→大量消費→大量廃棄」という一方通行型経済システムを根本から考え直し、循環型の経済システムを作り上げるという思想である。「有限である地球」のなかで、「持続可能(サステナブル)な経済システム」の構築を目指すものと言い換えることもできる。

ゼロエミッション実現のための行動原則

ゼロエミッションの提唱元である国連大学「ゼロエミッションフォーラム」では、次の6つの行動原則をあげている(国連大学ゼロエミッションフォーラムブックレット「ゼロエミッションのガイドライン」より)。

(1)再生可能な資源は、再生される資源量を上回って消費しない。

食料を含む生物資源は、ある程度消費しても、自然のなかで再生されていく。しかし、再生可能であっても、再生量を上回る消費が続けば、やがて完全に消滅してしまう。大量の伐採により失われつつある熱帯雨林がその例である。

また、水資源も再生可能な資源の一例と考えることができるが、現在、世界各地で水不足が深刻化しているのは、自然の水循環のバランスを越えて産業・生活に大量に消費されて

いるためである。

(2)再生不可能な資源は、資源の生産性を向上させるとともに、再生可能でクリーンな代替資源を開発する。

再生不可能な資源の代表例として、石油・石炭などの化石燃料をあげることができる。使い続けられ枯渇してしまうものだが、現在の産業や生活で消費されるエネルギーの非常に大きな部分がこの資源によってまかなわれており、簡単にその消費を止めることができないのも事実である。

したがって、これに関しては、ハイブリッドエンジンの開発などに示されるように、最小の消費で大きな効率を得られる技術開発や社会システムの変革を進める。一方で、再生可能な代替エネルギーの技術開発を進めていく必要がある。再生不可能な資源により得られる利益の一部を、代替エネルギー開発に振り向けることも大切である。

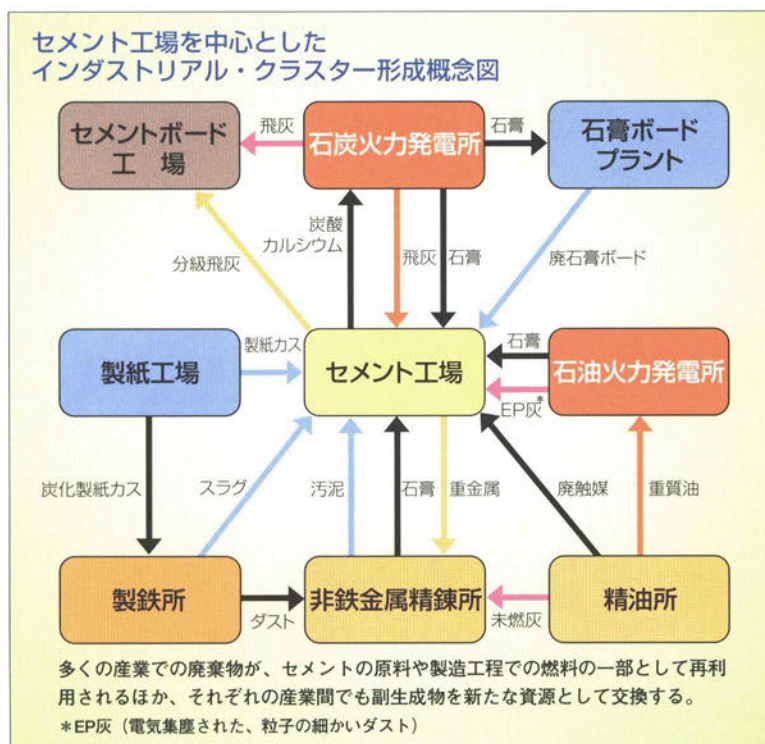
(3)自然界の許容範囲を超えて廃棄物を放出しない。

産業革命以前の社会では、廃棄物による環境破壊について深刻に悩む必要はなかった。廃棄物の量が少なく、自然の自浄力によってほぼ対処できていたからである。

しかし、大量廃棄が続いた結果、酸性雨や温暖化現象など、地球規模での環境問題が浮上してきている。事業者、産業、地域(国)などの個々の努力はもちろん、国際的な規制の枠組み作りも必要になっている。

(4)経済活動、日常生活の場で、できるだけ脱物質化を図る。

「大量生産・大量消費」という社会のあり方そのものを考え



日本のセメント工場、 石膏ボード工場、 火力発電所の配置

現在すでに、航路や鉄道によって密接なネットワークが結ばれ、副生成物の交換を行っており、それぞれが欠けては機能しないインダストリアル・クラスターとなっている。将来のゼロエミッション実現に向けての中核となることが期待される。



第一は、個別の企業や産業での生産の現場において、バージン材料（自然界から取ってきた生（き）の材料）の消費をなるべく抑える一方で、廃棄物が大量に出ることがないように、生産手法や製造工程を改善することである。これは、ゼロエミッションという概念が提唱されるよりも早く、公害や自然破壊が問題となって以来、さまざまな産業ですでに進められている。冒頭に述べたように、これのみを「ゼロエミッション」と捉えるのは誤りだが、しかし、その重要な一部であることは間違いない。

第二は、従来廃棄物として「処理」の対象となっていたものが、有効に再利用される産業の連関（インダストリアル・クラスター）を構築していくことである。そのためには、単に廃棄物の量を減らすだけでなく、それを「再利用しやすい形で出す」という工夫も必要になってくる。

第三に、産業・技術的な取り組みに併せて、社会的な環境整備も必要である。社会にプラスになる行為への課税（グッズ課税）から環境負荷の高い行為への課税（バズ課税）へのシフトチェンジや、その前提として、大量消費のライフスタイルを是とする社会全体の考え方を改めていく啓蒙活動などが含まれる。

インダストリアル・クラスターの形成に向けて

第二のアプローチ「インダストリアル・クラスター形成」について、もう少し詳しく見てみよう。

あらゆる産業を、自然界のように一つの系として連鎖させることは、もちろん容易ではない。しかし、いくつかの産業では、すでにこうした連携を深め、成果をあげている。その代表例といえるのが、セメント工業を中心とするクラスター

直すということである。消費者の姿勢だけでなく、生産者も、単に「モノを作って売る」のではなく、「最小限の材料で、満足度が高く、長持ちのする製品を作る」ことが求められる。
(5)地上ストック資源の有効活用を図る。

地上ストック資源とは、過去、地下資源を使って生産され、形を変えてこの地上に存在している製品や建造物などを指す。従来、これらは耐用期限が過ぎれば廃棄物として処分されてきたが、これらを資源として再利用する技術が必要である。

(6)環境コストを内部化させ、環境効率の高い市場経済を作る。

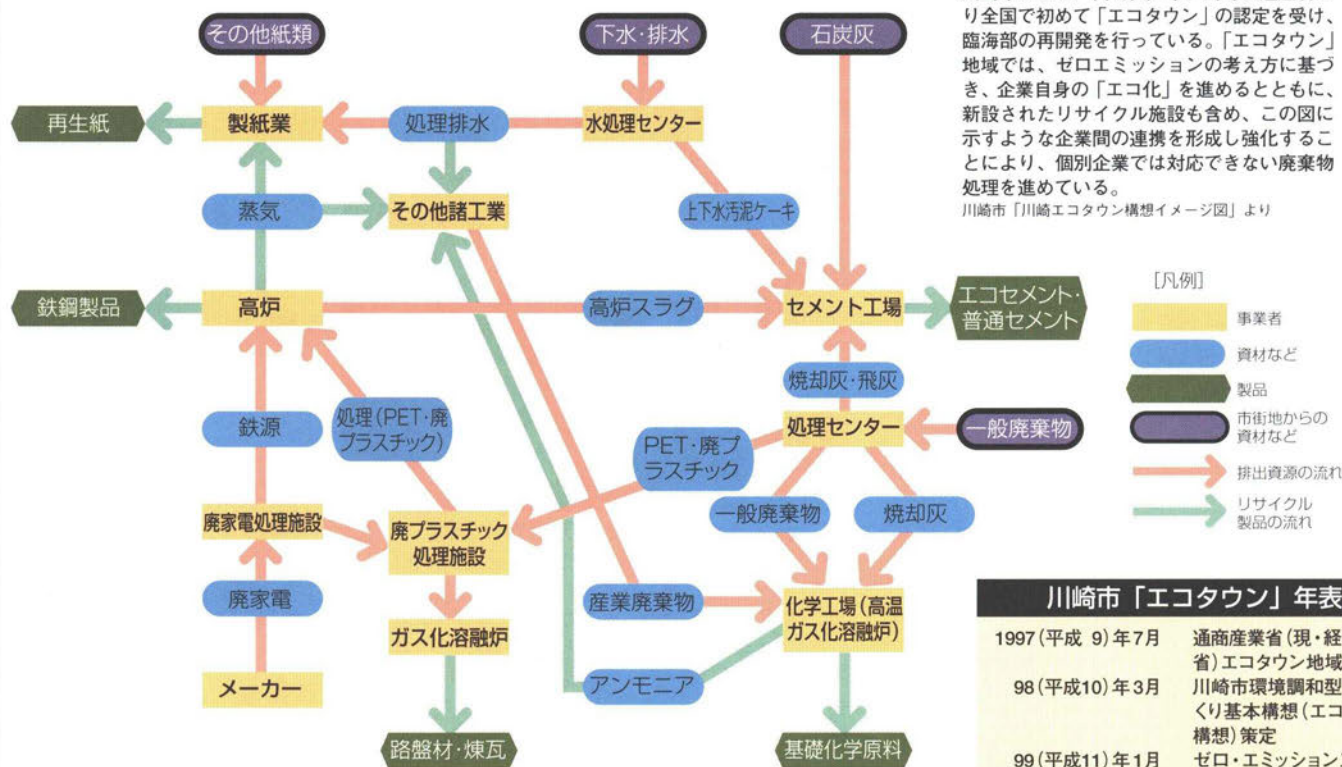
市場経済は資源の最適配分実現という点で優れているが、実際には、天然資源の採掘、廃棄物の排出という「出口と入口」部分では、自然環境に一方的に頼り、外部コストとして考慮の外に置いてきた。これを市場経済の中に取り入れる社会システム作りが切実に求められている。そのためには、環境コストの適切な計算方法から考えなければならない。

たとえば環境汚染を防ぐ浄化装置を相応のコストをかけて設置すること、あるいは資源採掘については適切な課税などの措置により消費者もコストを負担し、無駄な使い方を抑制することなどがこれにあたる。

ゼロエミッション社会へのアプローチ

ゼロエミッションは単なる「ゴミ削減運動」ではなく、産業界全体のあり方自体を変えるものだけに、その推進にはさまざまなアプローチを並行させていく必要がある。

川崎エコタウン構想における、資源・製品の流れのイメージ



川崎市「エコタウン」年表

1997（平成9）年7月	通産省（現・経済産業省）エコタウン地域承認
98（平成10）年3月	川崎市環境調和型まちづくり基本構想（エコタウン構想）策定
99（平成11）年1月	ゼロ・エミッション工業団地協同組合設立
2000（平成12）年4月	ゼロ・エミッション工業団地造成工事着手 日本鋼管（株）（現・JFEグループ）、廃プラスチック高炉還元施設稼働
2001（平成13）年4月	日本鋼管（株）（現・JFEグループ）、家電リサイクル施設稼働
2002（平成14）年4月	JFEグループ、ペットボトル再資源化施設稼働
9月	JFEグループ、廃プラスチックコンクリート型枠用パネル製造施設稼働
11月	ゼロ・エミッション工業団地における各企業の操業開始 「川崎エコタウン会館」運用開始
2003（平成15）年4月	昭和電工（株）、廃プラスチックアンモニア原料化施設稼働
2004（平成16）年4月	ベトリバス（株）、ベトtoベトリサイクル施設稼働

である。

たとえば、セメント工場から火力発電所に供給される炭酸カルシウムが、燃焼ガス中に含まれる硫黄分を取り出す脱硫装置で脱硫剤として使われる。脱硫の反応で生まれる硫酸カルシウム、いわゆる石膏は、逆にセメントの材料のひとつとしてセメント工場に戻されたり、石膏ボード工場などに供給されたりする。

石炭火力発電所などで発生する灰や、鉄鋼業での高炉スラグ、産業廃棄物の焼却灰なども、セメント工場に引き取られ、セメント原料の一部となる。製紙工場で排出される、炭化していない製紙カスは、セメント工場の燃料として活用されている。

このように、セメント工業は非常に多くの産業と生成物を融通しあう体制を構築してきている。

鉄鋼業も、セメント工業など他産業ともつながりながら、鉄を作る動脈と、スクラップを再生する静脈がうまく機能してきた業界である。

もともと鉄鋼業は、国内の鉄鋼消費の約4割がスクラップによってまかなわれるなど、リサイクルの比率が高い。それだけでなく、製紙業から出るペーパースラッジや、アルミニウム製造で発生する鋳滓、化学工業でのニッケル触媒などを引き受け、燃料や原料として活用するなど、他産業との連携も深い。

特に最近では、高温、高圧の製鉄プロセスを活用した、廃プラスチックや廃タイヤなどの他産業の副産物の有効活用が進められている。たとえば新日本製鐵では、廃プラスチックをコークス炉で加熱し、化学反応を用いて炭化水素油やコークス、コークス炉ガスとして再利用している。2004年度には同社のみで、全国の地方自治体が回収する容器包装廃プラスチックのおよそ3分の1をリサイクルしているという。

最終的に循環型の経済を構築するには、こうした既存の産業の連関（インダストリアル・クラスター）を上手に利用しながら、その範囲をさらに広げていくことが重要である。セメント工場や鉄鋼業は、その中核としての役割を、今後ますます強く求められるようになってきている。

このインダストリアル・クラスターの形成・発展について

は、既存のネットワークを強めるだけでなく、関係の深い産業を近接地に配置し、さらにその連携を円滑にする取り組みが、日本各地で進められている。

その一例が、川崎市の取り組みである。もともと川崎市の臨海部は、高度成長期、京浜工業地帯の中心部としてさまざまな産業が集まる一方で、公害に苦しんだ地域である。またその後の産業空洞化の影響を大きく受けるなかで、「産業の新しい形」を求める取り組みを長く行ってきた。そうした経験を踏まえ、川崎市では臨海部全体を対象地域として「エコタウン構想」を策定し、1997（平成9）年より、地域の整備を進めてきている。

2000（平成12）年には、「ゼロ・エミッション工業団地」の造成を開始し、これをエコタウンの中核として、資源循環型のクラスター形成を目指すとともに、国内や海外に向けてのゼロエミッション技術情報発信の基地としても機能させることを目指している。

ゼロエミッションの将来的課題

20世紀がまさに「大量生産・大量消費」の世紀であったとすれば、21世紀はゼロエミッションに向けて社会の変革を進め、それを実現する世紀であるといわれる。

しかし、課題が数多く横たわっていることも、また確か

インダストリアル・クラスターの先進事例 [デンマーク・カルンボー]

デンマークのカルンボー（Kalundborg）地区は、同国有数の工業地帯であるとともに、

に、世界に先駆けて異業種による循環型のインダストリアル・クラスター形成に取り組んだところとして知られる。

カルンボー工業地帯の総面積は約520万m²、19の企業が立地する。火力発電所を中心に、電力、製油、セメント、石膏ボード、バイオ、環境浄化などの産業が、それぞれの副生成物を新たな資源として交換するネットワークを形作っている。自治体は水資源と熱システムの供給・運営を行う。また、自治体が企業誘致を行うこともあるが、クラスター形成は、あくまで企業の自発的な努力によって、徐々に進められてきたものであるという。

同地区での異業種連携の動きは、1960年代後半にまでさかのぼるという。その背景としては、北ヨーロッパの厳しい自然環境の中、国全体の環境保全に対する意識が高かったこと、畜産を主とする農業分野でもクラスターの形成が進み、水資源保全や糞尿の処理などで成果を出してきたことなどがあげられる。



廃プラスチックアンモニア原料化施設
(昭和電工(株)川崎事業所)

川崎エコタウン内にある廃プラスチックアンモニア原料化施設。195t/日の処理能力は、同方式のリサイクルプラントとして日本最大級。使用済みプラスチックを原料とし、加圧2段ガス化というプロセスにより、安定的にH₂、CO、CO₂を取り出し、製品であるアンモニアを合成する。このガス化システムは、(社)プラスチック処理促進協会がNEDO（新エネルギー・産業総合開発機構）から委託されて、宇部興産(株)・(株)荏原製作所と共同で開発したものだ。

ある。

たとえば、有効なインダストリアル・クラスターを構築するには、生産設備においてどのような成分・量の副生成物が生じるかといった、企業の情報公開が鍵となる。しかし、この情報を通して自社の生産技術が外部に流出するおそれが、企業に情報公開を躊躇させ、十分な連携を阻む要因となっている。

より大局的な課題としては、国際的な南北格差があげられる。バージン材料の調達には主に途上国で行われ、その環境破壊の要因となっている。しかし、経済発展を望みつつも、現時点でさしたる産業を持たない途上国にとっては、原料輸出が外貨獲得のためのほとんど唯一の手段であ

ることが多く、環境負荷の問題は二の次にされがちである。このような国々からは、ゼロエミッションについても、途上国を切り捨て、先進国だけの「持続的発展」を図るものではないのかという批判もある。

実際に、先進国においては、国内ではゼロエミッションの構想に基づいて産業の連関を進めつつも、バージン原料の調達に関しては「安価に・大量に」買えばよしとする意識の遅れも目立つ。この問題を解決するために、相応のコストを先進国が負担する体制の構築も検討されはじめている。

地球全体の環境を考えるならば、ゼロエミッション社会の構築は急務である。また、原理主義的な環境保護には、産業の発展や経済成長と対立するイメージがあるが、有効な産業連鎖の構築という、従来の「大量生産」「コスト削減」などとは異なる課題に取り組むことで、新たな技術が生まれ、将来の産業へと成長していく可能性もある。

日本は、CO₂削減や省エネなどのプロセス技術分野ですでに世界に冠たる地位を占めており、ゼロエミッション社会の構築においても、国際貢献を進め得る立場にある。将来の産業をリードしていくためにも、より積極的にこのテーマに取り組むことが求められている。

[取材・文＝川畑英毅]

取材協力＝国連大学ゼロエミッションフォーラム、川崎市