

日本エネルギー学会 編

シリーズ 21世紀のエネルギー 6

ごみゼロ社会は実現できるか (改訂版)

行本 正雄

西 哲生 共著

立田 真文

コ ロ ナ 社

日本エネルギー学会
「シリーズ 21世紀のエネルギー」編集委員会

委員長 小島 紀徳 (成蹊大学)
委員 鈴木達治郎 (電力中央研究所)
(五十音順) 野田 玲治 (東京農工大学)
堀尾 正鞠 (東京農工大学)
森原 淳 (株式会社日立製作所)
守本 昭彦 (東京都立武蔵野北高等学校)
山野 優子 (昭和大学)
行本 正雄 (中部大学)

(所属は初版第 1 刷発行当時)

刊行のことば

科学技術文明の爆発的な展開が生み出した資源問題、人口問題、地球環境問題は 21 世紀にもさらに深刻化の一途をたどっており、人類が解決しなければならない大きな課題となっています。なかでも、私たちの生活に深くかかわっている「エネルギー問題」は、上記三つのすべてを包括したきわめて大きな広がり^{ひろがり}と深さを持っているばかりでなく、景気変動や中東問題など、目まぐるしい変化の中にあり、電力規制緩和や炭素税問題、リサイクル論など毎日の新聞やテレビを賑わしています。

一方で、エネルギー科学技術は、導電性高分子や、急速な発展が続いている電池技術など、基礎科学や、材料技術などにも深く関係した、面白い話題にあふれています。

2002 年に創立 80 周年を迎える日本エネルギー学会では、エネルギー問題をより広い俯瞰^{ふかん}的視野のもとに検討していく「エネルギー学」の構築を 21 世紀初頭の課題として掲げています。

新しいパラダイムであるエネルギー学の構築のためには、自然科学系だけでなく人文・社会系の研究者や、各分野の実務専門家との共同作業が必要です。そしていま、そのための議論を、次世代を担う学生諸君をはじめ、広く市民に発信していこうと考えております。

第一線の専門家に執筆をおねがひした本「シリーズ 21 世紀のエネルギー」の刊行は、「大きなエネルギー問題をやさしい言葉で!」「エネルギー先端研究の話題を面白く!」を目標に、知的好奇心に訴える楽しい読み物として、市民、学生諸君、あるいは分野の異なる専門家各位にお届けする試みです。持続可能な科学技術文明の展開を思索するための書として、勉強会、講義・演習などのテキストや参考書として、本シリーズをご活用ください。また、本シリー

ii 刊 行 の こ と ば

ズの続刊のために皆様のご意見を日本エネルギー学会にお寄せいただければ幸いです。

最後になりますが、この場をお借りして、長い準備期間の間、企画、読み合わせ等編集作業にご尽力いただいた編集委員各位、学会事務局、著者の皆様、またコロナ社に、心から御礼申し上げます。

2001年2月

「シリーズ 21世紀のエネルギー」

前編集委員長 堀尾 正鞆

はじめに

ごみ焼却場，埋立処分場などは，社会のために必要な施設であることはだれもが知っているところであるが，その施設が自分の家の近くに建設されるとなると反対する人が多く，迷惑施設と呼ばれたり，英語の頭文字をとってNIMBY (not in my back yard) などと呼ばれたりしている。

しかし，現状において，ごみは私たちの生活や産業活動の中から発生し，なかなか減らすことができないでいる。そのため，発生の抑制（リデュース）や再利用（リユース），再生利用（リサイクル）を促進するための制度・法律や社会システムの整備，環境技術の開発などが行われるようになってきた。

一方，石油があと40年で底をつくという統計も出ているが，中国をはじめとするアジア諸国の成長もあり，資源の枯渇も大きな問題となりつつある。資源の有効利用が求められている。

エネルギーという点からいっても，わが国は1次エネルギーの90%以上を輸入に頼っているにもかかわらず，エネルギーフローにおいても66%が損失されていることを考えると，ガス化，油化などの化学変換を含めてエネルギー回収を促進していくことも重要である。

本書では，前半で，ごみの発生量や処理の現状，不法投棄や海洋汚染の現状など，ごみに関わる問題について論じ，あわせて，各種リサイクル法と行政，事業者，市民のごみゼロ社会の実現に向けた取組みを紹介している。また，後半は，運搬・破碎・選別などのごみ処理技術や，わが国，および海外（ヨーロッパ，米国）でのリサイクルの取組み事例を解説している。特に，ごみ発電，燃料化，新燃料など，エネルギーについては，最新の情報を取り入れた。

最後に，結論として「ごみゼロ社会は実現できるか」について実践的に論じている。すなわち，リサイクルを進ませる要因（法規制や経済的な支援，技術

開発, 市民の支援と関与), リサイクルを市場原理の社会で成立させるための方策(補助金・環境税などの政策, ボランティア経済の導入, 処理費をベースにしたビジネスモデルの構築など)などについて述べ, ごみゼロ社会を実現するための提言を行っている。

環境問題を扱う技術者だけでなく市民や学生の方々などに広く理解いただけるようにわかりやすく記述することに努めた。多くの方がこの本によってごみに関する問題やごみゼロ社会に向けた取組みに少しでも興味や関心を持ち, 行動の動機付けになれば幸いである。

本書は, 1章, 2章, 3章, 7章は西が, 4章, 6章は行本と西が, 5章は行本と西と立田が原稿を担当し, 行本が全体を統括した。また, 東京農工大学の堀尾正毅教授と成蹊大学の小島紀徳教授にアドバイスをいただいたことに深く謝意を表したい。

2006年8月

行本正雄
西 哲生
立田真文

改訂版にあたって

本書の初版第1刷は2006年に発刊された。その後, 約15年を経て廃棄物をめぐる状況も変化してきた。一般廃棄物の排出量については, 各種リサイクル法の施行に伴うリサイクルシステムの整備やごみの有料化などの施策もあって減少傾向にある一方, 産業廃棄物の排出量については横ばいの状況が続いている。こうした状況の変化を踏まえ, 第4刷において, できる限り最新のデータを用いて編集し直し, 改訂版とした。

2023年3月

行本正雄
西 哲生
立田真文

目 次

1 ごみとはなにか

1.1	ごみの定義	1
1.2	ごみの種類	2
1.3	ごみの発生量と処理の現状	6
1.3.1	一般廃棄物の現状	6
1.3.2	産業廃棄物の現状	8

2 なぜリサイクルをしないとイケないのか

2.1	不法投棄	12
2.1.1	不法投棄の現状	12
2.1.2	不法投棄問題に対する取組み	15
2.2	海洋汚染	16
2.2.1	海洋汚染の現状	16
2.2.2	海洋汚染に対する内外の取組み	17
2.3	ごみの越境移動	18
2.3.1	ごみの越境移動の現状	18
2.3.2	バーゼル条約によるごみの越境移動に対する規制	19
2.4	ごみゼロ運動の展開	20
2.5	国連大学が提唱するゼロエミッション	20
2.6	拡大製造者責任の導入	21

3 リサイクルを進める社会の仕組み

3.1 循環型社会形成推進基本法	24
3.2 容器包装リサイクル法	26
3.3 家電リサイクル法	30
3.4 建設リサイクル法	34
3.5 食品リサイクル法	36
3.6 自動車リサイクル法	38

4 行政, 市民, 産業界, だれが責任を取るのか

4.1 ごみゼロ社会の実現に向けた国の政策	43
4.1.1 リサイクル施設の設置と再生資源の市場拡大に対する支援	43
4.1.2 事業者, NPO, 市民等の連携プロジェクトへの支援	45
4.1.3 サービス提供型事業への支援	47
4.1.4 自治体等の地域プロジェクトへの支援	47
4.1.5 静脈物流システム構築のための支援	49
4.1.6 資源としてのバイオマスの活用の促進	51
4.2 自治体のリサイクル支援策	52
4.2.1 再生品認定制度	52
4.2.2 廃棄物交換システム	53
4.2.3 地域活性化を目的とした自治体プロジェクト	53
4.3 ごみゼロ運動と市民参加	54
4.3.1 環境 NPO によるごみの回収・リサイクルへの取組み	55
4.3.2 早稲田商店会など商店街の取組み	55
4.3.3 菜の花プロジェクトの取組み	56
4.4 産業界のごみゼロ社会への取組み	56
4.4.1 ビール会社のゼロエミッション活動	56

4.4.2	OA 機器工場のごみゼロ活動	59
4.4.3	製鉄所を中心とした資源循環	61

5 ごみゼロ社会を支える技術

5.1	ごみの回収と破碎・選別	67
5.1.1	収集・運搬技術	67
5.1.2	粗大・資源化施設	68
5.1.3	破碎技術	70
5.1.4	選別技術	72
5.2	ごみ資源のリサイクル	75
5.2.1	廃プラスチックのリサイクル	75
5.2.2	廃タイヤのリサイクル	81
5.2.3	コンクリート廃材のリサイクル	82
5.2.4	有機性廃棄物のリサイクル	84
5.3	焼却と適正処理	88
5.3.1	焼却理論と焼却施設	88
5.3.2	ダイオキシン対策と熱回収	90
5.3.3	焼却灰の溶融固化とセメント固化	93
5.4	エネルギーとしての利用	95
5.4.1	ガス化溶融技術と新しい発電利用	95
5.4.2	RDF (ごみ固形燃料)	100
5.4.3	バイオマス燃料	102
5.4.4	DME (ジメチルエーテル)	104

6 海外のリサイクル

6.1	なぜ海外の動向を知ることが必要なのか	109
6.2	ヨーロッパの取組み	110
6.2.1	デンマークのカルンボー市における企業間連携による取組み	110

6.2.2	スウェーデンのコミュニケーション主導の環境先進事業	111
6.2.3	ドイツの容器包装リサイクルの仕組み	112
6.2.4	イギリスの廃棄物処理	114
6.3	米国の取組み	117
6.3.1	米国の環境法	117
6.3.2	米国のRPF発電	119

7 ごみゼロ社会実現に向けての課題と提言

7.1	リサイクルが進まない要因と進ませる要因	121
7.2	リサイクルを市場原理の社会で成立させるための方策	122
7.3	リサイクルビジネスを有利に進めるための課題	123
7.4	ごみゼロ社会実現に向けての提言	124
	引用・参考文献	128

1

ごみとはなにか

ごみ問題は、有史以来、人が生活を始めたときから生じてきた問題である。特に戦後は、大量生産、大量消費、そして大量廃棄時代を迎え、消費生活の拡大とともにごみの量が増大した。また、プラスチックなどの新たな素材が増えたことによって、ごみ問題はいっそう深刻になった。

しかし近年、以前に比べてごみ問題に対する意識が向上するとともに、レジ袋が有料化され、各種リサイクル法が整備されるなど、ごみの削減に向けた社会システムが構築されることによって、一般廃棄物に関しては過去10年間で8%減少した。また、産業廃棄物の排出量は、4億t弱で横ばいの状態が続いている。

これまでの成果を踏まえながら、ごみに対する意識の向上、リサイクル技術の開発、法規制の整備など、ごみゼロ社会の実現に向けていっそうの取組みが求められている。

1.1 ごみの定義

ごみという言葉辞書を調べると、「役に立たないもの、塵芥、ちり、あくた、ほこり」と書かれている。また、類似する言葉として、くず(屑)、廃棄物などがあるが、廃棄物については、「良い部分を選び取った後に残る、つまらないもの」^{1)†}とある。いずれにせよ、生産や消費の過程で、本来発生させたくないにも

† 肩付番号は巻末の引用・参考文献番号を示す。

2 1. ごみとはなにか

かかわらず、結果として発生してきたものがごみであり、廃棄物である。

法律上の廃棄物の定義は、国によってまちまちである。これは、食生活やライフスタイルなどの違いやそれぞれの国の産業や廃棄物処理の歴史的経緯の違いにより、ごみの種類や発生量、あるいはごみの収集や処理の方法に違いが生じてきたためと考えられる。

しかし、廃棄物を分類し、それぞれの廃棄物の性質に応じて、収集や処理の責任者や方法を明示していこうという考え方になっている点では、各国とも共通している。

また、資源の枯渇や最終処理場の不足などの問題が発生してきたため、廃棄物処理から廃棄物の有効活用という観点に法律の体系や内容も変化してきた。すなわち、リサイクルや資源循環を目指した法律を新たに策定したり、既存の法律に PCB などの有害物質の取扱いに関する規定を追加するようになってきた。さらに、廃棄物問題を解決する方法として、製造者責任の考え方が導入されるなど、廃棄物の収集や処理の責任主体についての考え方も変化してきた。

このように、ごみに関わる問題も、そしてごみ問題を解決する手段や方法についても、時代とともに変化してきている。

1.2 ごみの種類

わが国においては、ごみは「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下、廃棄物処理法）」の中で、一般廃棄物と産業廃棄物、また、それぞれについて「爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有するものとして政令で定めるもの」については、特別管理一般廃棄物、特別管理産業廃棄物として区分され、排出段階から処理に至るまで、他の廃棄物以上に注意して取り扱わなければならない廃棄物として処理方法などが別に定められている。図 1.1 に法律から見たごみの種類を示す。

廃棄物処理法は、1970年12月25日に公布された。1997年以降、3年ごとに大きな改正がなされている。表 1.1 におもな改正点の推移を示す。改正の方

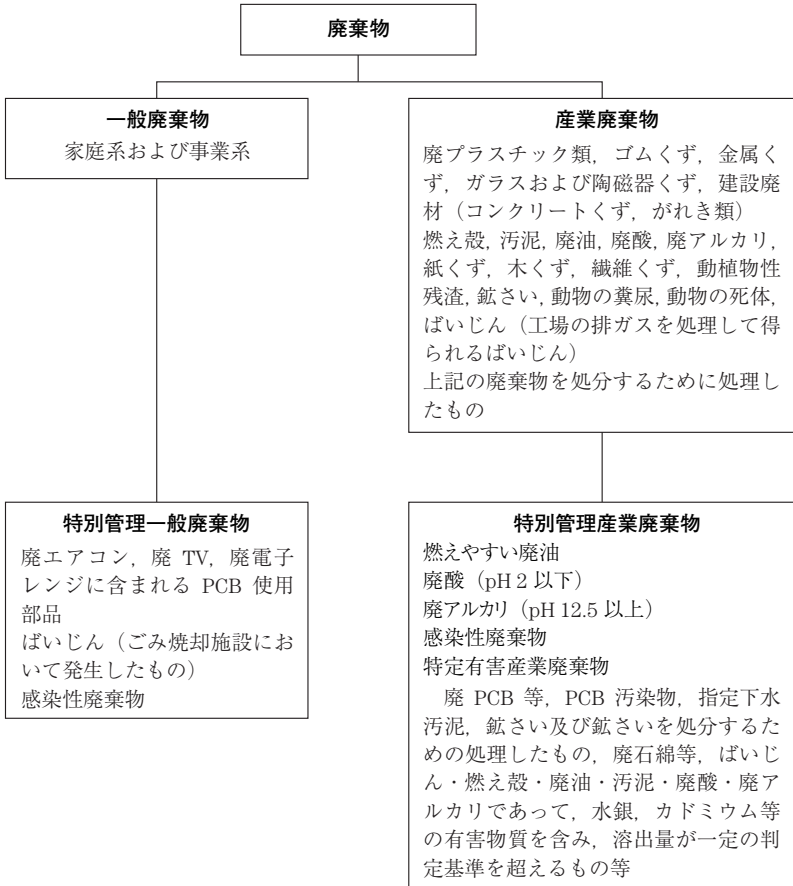


図 1.1 法律から見たごみの種類

向としては不法投棄の防止と、廃棄物処理から減量化とリサイクルの推進が大きなテーマとなっている。不法投棄については、マニフェスト制度の拡充などにより、排出者、処理事業者等の廃棄物管理の強化、国および自治体の役割の強化、不法投棄を行ったものに対する罰則の強化などが中心となっている。また、減量化やリサイクルの推進については、多量に廃棄物を排出する事業者に対する廃棄物処理計画の作成義務付けや廃棄物の発生量と処理に関する情報の公開、リサイクルの推進のための環境大臣の認定による特例の実施などが進め

表 1.1 廃棄物処理法のおもな改正点の推移^{2),3)}

	適正処理	排出事業者責任	罰 則			
			不法投棄の禁止	不法焼却の禁止	その他	
1970年 制定時			5万円以下の罰金			
1976年 改正	産業廃棄物委託基準の創設		3ヶ月以下の懲役または20万円以下の罰金(有害物については6ヶ月以下の懲役または30万円以下の罰金)			
1991年 改正	産業廃棄物委託基準の強化(書面による契約等を追加)	マニフェスト制度の創設(特別管理産業廃棄物に限定)	6ヶ月以下の懲役または50万円以下の罰金(特別管理産業廃棄物は1年以下の懲役または100万円以下の罰金)			
1997年 改正	委託基準の強化(契約書に処理料金等を追加)	マニフェスト制度をすべての産業廃棄物に拡大 電子マニフェスト制度の導入	【産業廃棄物】3年以下の懲役もしくは100万円以下の罰金または併科 【法人に対しては1億円以下の罰金】 【一般廃棄物】1年以下の懲役もしくは300万円以下の罰金		マニフェスト虚偽記載(30万円以下の罰金)	
2000年 改正	委託基準の強化(契約書に最終処分地等を追加)	最終処分まで確認することを義務化	5年以下の懲役もしくは1,000万円以下の罰金または併科(産業廃棄物については法人に対して1億円以下の罰金)	3年以下の懲役もしくは300万円以下の罰金または併科(直罰化)	マニフェスト交付義務違反(50万円以下の罰金)	
2003年 改正	一般廃棄物委託基準の創設		廃棄物の種類を問わず、法人に対して1億円以下の罰金 (罰則は既遂と同等)	未遂罪の創設(罰則は既遂と同等)		
2004年 改正			準備罪の創設(3年以下の懲役もしくは300万円以下の罰金または併科)	5年以下の懲役もしくは1,000万円以下の罰金または併科(法人に対して1億円以下の罰金)、準備罪の創設(3年以下の懲役もしくは300万円以下の罰金または併科)	指定有害廃棄物(硫酸ビッチ)の不適正処理(5年以下の懲役もしくは1,000万円以下の罰金または併科)	
2005年 改正	産業廃棄物の収集運搬・処分事業者のマニフェスト義務付け	マニフェストの運用について自治体の勧告に従わない者についての公表・命令措置の導入(行政処分)				無許可での営業・事業範囲変更について法人に対して1億円以下の罰金 マニフェスト違反全般(6ヶ月以下の懲役または50万円以下の罰金)、無確認輸出の未遂罪、予備罪の創設(5年以下の懲役もしくは1,000万円以下の罰金)。法人に対しては1億円以下の罰金。

られている。

廃棄物処理法では、廃棄物の定義を二条で、「この法律において廃棄物とは、ごみ、粗大ごみ、燃殻、汚泥、糞尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であって、固形状又は液状のものをいう」と規定している。ただし、放射性物質およびこれによって汚染された物（放射性廃棄物）を除く。一般的には廃棄物＝ごみと考えられているが、廃棄物の分類では一般廃棄物のうち、国内のその他廃棄物のし尿以外をごみと定義している。家庭などから排出される「生活系廃棄物」と商店・事務所などから排出される「事業系廃棄物」をあわせて「廃棄物」といい、大便や小便などを「し尿」という。家庭から排出される「ごみ」と「し尿」と「ばいじん等の特別管理一般廃棄物」を含めて「一般廃棄物」といい、一般廃棄物の処理は市町村が行うよう法律で義務付けられている。産業活動に伴って排出される廃棄物を産業廃棄物といい、廃油等の特別管理産業廃棄物と燃えがら等 20 種類のものが指定されている。産業廃棄物の処理は、排出事業者の責任で行うよう廃棄物処理法で義務付けられている。

一般廃棄物は家庭系と事業系とに分かれる。後者は、事業活動に伴って発生する廃棄物ではあっても、20 種類の産業廃棄物に入らない物をいい、事業系一般廃棄物と呼ばれることが多い。廃棄物処理法（三条一項）によると事業者は、事業系廃棄物については産業廃棄物であろうとなかろうと、原則としてすべてこれを自らの責任において適正に処理しなければならない。なかでも産業廃棄物に関しては、自ら処理しなければならない（十条一項）とされ、自己処理責任が規定されている。一方、一般廃棄物については、事業系一般廃棄物の処理責任は、事業者のみならず市町村にもあるとする傾向が広く見られるが、必ずしも正しくない。市町村は、一般廃棄物の処理について、一定の計画を定めなければならない（六条一項）。その計画に従い、一般廃棄物を収集、運搬、処分しなければならない（六条二項）。しかし、事業者責任を求める物については、自治体の計画で定め、一般廃棄物すべての責任を背負い込む必要はない。

— 著者略歴 —

行本 正雄（ゆくもと まさお）

- 1976年 大阪大学工学部精密工学科卒業
- 1978年 大阪大学大学院修士課程修了（精密工学専攻）
- 1978年 川崎製鉄株式会社勤務
- 1997年 博士（工学）（大阪大学）
- 2000年 技術士（衛生工学）
- 2001年 芝浦工業大学非常勤講師
- 2003年 JFEホールディングス株式会社（川崎製鉄・日本鋼管合併）勤務
- 2006年 中部大学教授
- 現在に至る

西 哲生（にし てつお）

- 1982年 慶應義塾大学法学部政治学科卒業
- 1982年 株式会社社会調査研究所（現在の株式会社インテージ）勤務
- 1994年 株式会社社会調査研究所が日本リサイクル運動市民の会とともに設立した、株式会社グリーンマーケティング研究所に outward
- 1998年 上智大学ゲスト講師（～2015年）
- 2000年 株式会社グリーンマーケティング研究所大阪事務所長
- 2001年 神戸大学非常勤講師
- 2002年 株式会社インテージグリーンマーケティング研究所主任研究員
- 2002年 循環型社会イニシャチブ（ICFS）事務局長（～2015年）
- 2004年 武蔵野大学非常勤講師（～2009年）
- 2015年 ソーシャルデザイン総合研究所を創設、代表に就任
- 2016年 東京工業大学大学院博士課程修了（社会理工学価値システム専攻）
- 2017年 博士（学術）（東京工業大学）
- 2019年 宮城県立宮城大学非常勤講師
- 2022年 国立研究開発法人産業技術総合研究所招聘研究員
- 現在に至る

立田 真文（たてだ まさふみ）

- 1984年 幸徳立田商店（産業廃棄物業）勤務
- 1988年 大阪工業大学夜間部応用化学科卒業
- 1993年 米国ドレクセル大学大学院修士課程修了（環境工学専攻）
- 1998年 大阪大学大学院博士課程修了（環境工学専攻）
博士（工学）
- 1999年 大阪大学助手
- 2002年 富山県立大学短期大学部助教授
- 2007年 富山県立大学短期大学部准教授
- 2009年 富山県立大学工学部准教授
- 現在に至る

ごみゼロ社会は実現できるか (改訂版)

©一般社団法人 日本エネルギー学会 2006, 2023

2006年10月20日 初版第1刷発行

2023年4月25日 初版第4刷発行 (改訂版)

検印省略

編者 一般社団法人
日本エネルギー学会
ホームページ <https://www.jie.or.jp>

著者 行本正雄
西哲生
立田真文

発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也

印刷所 萩原印刷株式会社
製本所 有限会社 愛千製本所

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話 (03)3941-3131(代)

ホームページ <https://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-06837-5 C3340 Printed in Japan

(柏原)



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。
購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めていません。
落丁・乱丁はお取替えいたします。