

廃棄物・リサイクル分野の  
地球温暖化対策の提言

平成28年11月21日

日本廃棄物団体連合会

会長 南川 秀樹



はじめに

－廃棄物やリサイクルへの取り組みから温暖化対策を考える視点－

「廃棄物、リサイクル関係団体全体の地球温暖化対策をまとめませんか」とのお話を環境省幹部の方から梅雨明けの頃にいただきました。もちろん、返事は「やってみます」なのですが、幾つかのことが抽象的な形で頭に浮かびました。

その一は、自らの対策と他の経済分野への貢献です。産業廃棄物の処理を中心に、その業のエネルギー消費により排出される二酸化炭素などの温室効果ガスの削減対策は、既にまとめられたものがあります。今必要なことは、広く、一般廃棄物も含めた廃棄物処理、リサイクルに関する温室効果ガスの削減対策を整理し取りまとめることは当然として、それを越えた視点が求められているということです。他の分野、例えば電力事業では、様々な廃棄物が発生し、発電そのものからも温室効果ガスが発生します。石炭火力からは大量の二酸化炭素の発生があり、それらを捕捉し廃棄物として海中に埋める研究がなされています。原子力や太陽光、風力などの再生可能エネルギーは、それ自体からの温室効果ガスの発生はきわめて小さいですが、そこからの廃棄物、使用済み施設の処理は大きな課題となっています。こうした他の経済分野の活動をより行いやすく、環境負荷の少ないものにするための貢献も重要な要素だと考えました。また、原子力の活用は、電力の低炭素対策の一つの切り札ですが、その対応の難しさは、今回の福島第一原発の事故後の出来事からも容易に想像できます。太陽光パネルの処理やリサイクルも比較的早く課題となります。

その二は、将来に向けて長期の視点へとその幅を広げることです。時間軸を少し長めに取り、廃棄物・リサイクル対策として、将来に行うべき事業を予測することにより、温室効果ガスをわずかにしか発生させない方法を今から準備すべきということです。地球温暖化の予測は、現在、2100年をターゲットとし、対策もそれを視野に検討されています。例えば、わが国では2050年には人口が9,800万人、2100年には5,200万人まで減少し、それによって廃屋が激増すると見込まれます。行政による代執行手続きの簡素化は既に進められていますが、これらを如何に環境負荷の少ない形で行うかは重要な課題です。また、気象などの自然現象による災害がより大規模かつ頻繁となることも予想され、それへの対策、つまり、収集、分別、破碎、焼却を、如何に円滑に、如何に低炭素に行うか、埋立処分場を事前に確保することにも様々な視点からの周到な準備が必要です。

その三は、地球規模と地域という異次元のスペースへの観点からの取り組みの強化です。前者の観点からは、グローバル化の波の中で、廃棄物が適正な処理と資源化を目的として

国際貿易の対象となる量は増大が予測されますが、これらを如何に日本企業の技術を活用して、トータルとして温室効果ガスの排出増加となることのないようにする必要があります。後者の観点からは、地域の活性化のために如何に廃棄物のエネルギー資源としての活用、並びに廃棄物処理・リサイクルの過程における省エネルギーやエネルギーの回収を進め、地域の富の確保に努めようというものです。

最後は、魅力ある業界へのチャレンジです。社会の大きなうねりの中で、廃棄物、リサイクル業界が、広く社会全体において何をすべきか、どのような貢献ができるかを、自らの責任において深く考えることは、この業界全体の将来の姿を考えるきっかけになりうるのではないかという期待です。私は、これまで長い時間を公務員として送り、その中で廃棄物・リサイクル問題にも関わってきましたが、国の行政として、政策論に現場の視点が乏しかったという印象をぬぐえません。現場というのは、それを生業とする人たちのことです。上から目線、きれいな言葉で言えば、形而上学的視点が強かったという印象です。どの業界でも、若い人たちが、生活のために、またその仕事を通じ社会に貢献するために参加してこそ進歩があります。それをイノベーションというのでしょうか。周囲を見回すとこの分野への若い人たちの参入が増えているように思います。しかし、廃棄物関係業界の機関紙を見れば、自分たちの仕事に将来の期待があまり持てないといった内容のアンケート結果も見られます。私が、こうした問題への意識を持ったのは10年ほど前からです。自由の身になって、現場に飛び込み、少しでも活気のある、働く人たちが一定の収入を得、また社会からも意義ある仕事として認知される働きがいのある職場を増やすための応援ができないかと考えてきました。現場での問題意識が広まり、そこから廃棄物・リサイクルへの取り組みと、地球温暖化問題への取り組みの一致点が広がれば、環境保全型社会への大きな流れに貢献できます。そして、雇用や所得といった経済面の安定化だけでなく、関係者の成長、生きがいの源泉にもなるのではないのでしょうか。静脈産業が高い社会的な評価を得ることに繋げたいものです。

加えて、環境配慮設計の一層の推進などについて、動脈産業界との対話を図るなど、廃棄物・リサイクル分野からの働きかけができればと思います。

私のこうした考え方が関係者の方々からの賛同を得られるかどうか、自信はありませんが、多くの方に協力をいただきながら作業を進めてまいりました。

今回の分析と提言は、国や地方公共団体などの行政機関に一方的にお願いしようというものでもありません。私自身を含め、この国の将来のため廃棄物やリサイクルの関係者全体が何ができるか、何をすべきかを考えようというものです。

取りまとめにあたり、日本廃棄物団体連合会の会員には関係資料のご提出をいただき、意見の交換を行いました。また、多くの研究者や関係業界の知見をお持ちの方々からご示

唆をいただきました。

その上で、最終的には、編者である私の責任において取りまとめました。多くの皆様のご意見をいただければ幸いです。

平成28年11月21日

日本廃棄物団体連合会会長 南川秀樹

## 追補版について

日本廃棄物団体連合会は、2016（平成28）年11月21日に、「廃棄物・リサイクル分野の地球温暖化対策」の提言をまとめ、環境省廃棄物リサイクル対策部長（当時）に提出しました。

その後、1年4ヶ月が経過した2018（平成30）年3月に、この1年間ほどの動きとして、「平成29年度廃棄物エネルギーの地域での利活用促進に関する説明会 予稿集」（環境省／一般財団法人日本環境衛生センター）から関係部分を一部抜粋して巻末に追加して、追補版としました。

また、当連合会の最新の会員状況もあわせて掲載いたしました。

平成30年3月

日本廃棄物団体連合会事務局

## 目 次

1. 本提言の背景 .....	1
2. 廃棄物・リサイクル分野の目標.....	4
3. 廃団連会員の取り組みと従来の方策メニュー.....	7
4. 今後推進すべき事業.....	10
(1) 3Rの推進.....	10
(2) 再生可能エネルギー産業の装置リサイクル化促進.....	19
(3) 廃棄物収集運搬の省エネ化.....	23
(4) 廃棄物処理施設等のエネルギー消費見える化推進による大幅省エネ.....	25
(5) ごみ発電 .....	28
(6) エネルギー自立型防災都市施設機能の強化.....	31
(7) 地域の低炭素化を念頭にした計画的な廃棄物エネルギー利活用の推進.....	34
(8) 産業廃棄物処理低炭素化事業の拡大.....	36
(9) 地域バイオマス資源の総合的燃料化.....	39
(10) 使用済み電気電子機器等を含む金属スクラップ対策.....	42
(11) エネルギー自立型エコタウンの創生.....	44
(12) エネルギー需給のこれからの展望.....	46
(13) 海外への展開 .....	50
5. 2050年以降に向けて .....	53
(1) 総論 .....	53
(2) 低炭素化に向けた研究・実証.....	60



## 1. 本提言の背景

### 地球温暖化対策におけるこれまでの議論

1992年に世界は、国連の下、大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極の目標とする「気候変動に関する国際連合枠組条約（United Nations Framework Convention on Climate Change）」を採択し、地球温暖化対策に世界全体で取り組んでいくことに合意した。同条約に基づき、1995年から毎年、気候変動枠組条約締約国会議（COP）が開催されている。また、1997年に京都で開催されたCOP3では、日本のリーダーシップの下、先進国の拘束力のある削減目標（2008年～2012年の5年間で1990年に比べて日本-マイナス6%、米国-マイナス7%、EU-マイナス8%等）を明確に規定した「京都議定書」（Kyoto Protocol）に合意することに成功し、世界全体での温室効果ガス排出削減の大きな一歩を踏み出した。

しかし、締約国194か国のうち、排出削減の法的義務を負うのは先進42の国と地域のみとなっており、京都議定書採択当時（1997年）世界最大の排出国で7%の排出削減義務を負う予定であった米国は、結局京都議定書を批准しなかった。急激な成長を見せている中国他、新興国を含んだ途上国も法的削減義務を負っていないため、2009年時点で世界の二酸化炭素約290億トンのうち、削減義務を負う国からの排出は約26%に過ぎなかった。また、2011年に南アフリカ共和国で開かれたCOP17では、京都議定書第二約束期間に向けた合意が採択されたが、ロシア、カナダが議定書離脱を表明し、日本も議定書批准国ではあるが、議定書の延長には参加しないという決定を下した。その上、新興国からの排出量はますます増大しているため、削減義務を負う国からの排出の割合はさらに低下していた。

### パリ協定

そのような中において、昨年、フランス・パリで開催されたCOP21においては、気候変動に関する2020年以降の新たな国際枠組みである「パリ協定」（Paris Agreement）が採択された。

パリ協定は、世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求すること、適応能力を向上させること、資金の流れを低排出で気候に強靱な発展に向けた道筋に適合させることなどによって、気候変動の脅威への世界的な対応を強化することを目的とする。世界共通の長期目標として2℃目標の設定、すべての国による削減目標の5年ごとの提出・更新、各国の適応計画プロセスと行動の実施、先進国が引き続き資金を提供することと並んで途上国も自主的に資金を提供すること、共通かつ柔軟な方法で各国の実施状況を報告・レビューを受けること、二国間オフセット・クレジット制度（JCM）を含む市場メカニズムの活用等が位置づけられており、日本政府は、パリ協定を踏まえた今後の地球温暖化対策の取組方針を2015年12月22日に決定した。

COP21で言及された「2℃目標」の実現には、世界の温室効果ガス排出量を2050年までに240億トン程度に抑えることが必要となる。現在、世界全体で約500億トン程度排出されて

いる温室効果ガスは、各国の約束草案の積上げをベースにすると2030年に570億トン程度と見込まれており、約300億トン超の追加削減が必要である。これには、世界全体で抜本的な排出削減のイノベーションを進めることが不可欠となる。

### **日本の約束草案**

2020年以降の温室効果ガス削減に向けた日本の約束草案（地球温暖化対策推進本部）は、エネルギーミックスと統合的なものとなるよう、技術的制約、コスト面の課題などを十分に考慮した裏付けのある対策・施策や技術の積み上げによる実現可能な削減目標として、国内の排出削減・吸収量の確保により、2030年度に2013年度比26.0%減（2005年度比マイナス25.4%減）の水準（約10億4200万t-CO<sub>2</sub>）にすることとしている。

### **地球温暖化対策計画（2016年5月13日閣議決定）**

パリ協定を踏まえ、全ての主要国が参加する公平かつ実効性のある国際枠組みの下、主要排出国がその能力に応じた排出削減に取り組むよう国際社会を主導し、地球温暖化対策と経済成長を両立させながら、長期目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出抑制、削減を目指すことが挙げられている。そうした中、2016年5月には、地球温暖化対策計画が閣議決定された。「地球温暖化対策の基本的方向」、「温室効果ガスの排出抑制・吸収量に関する目標」、「目標達成のための対策・施策」、「地球温暖化への持続的な対応を推進するために」の大きく4つに章立てされている。

### **※循環型社会形成推進基本法成立から最新の動向について**

2000年は「循環型社会元年」と位置づけられ、6月には循環型社会形成推進基本法が公布された。この対象となるものを有価・無価を問わず「廃棄物等」とし、廃棄物等のうち有用なものを「循環資源」と位置づけ、その循環的な利用を促進し、処理の優先順位を①発生抑制、②再使用、③再生利用、④熱回収、⑤適正処分の順番で初めて法制化している。政府は、「循環型社会形成推進基本計画」を策定し、5年ごとに見直すこととしており、第三次循環基本計画は、2013年5月31日に閣議決定されている。

第三次基本計画では、これまでの3Rの取組が進展していることを評価しつつ、今後さらに質に着目した循環型社会の形成、国際的取組の推進、東日本大震災への対応が基本的方向として示されている。

2016年5月15、16日にG7の環境担当大臣、上級代表及び欧州委員は、富山で資源効率性向上・3Rに関する会合を行った。その中で、最終的に目指すべき社会の姿は共通であるとのG7共通ビジョンが示され、協調した行動によって、環境のみならず、経済成長、技術革新、資源安全保障及び社会開発に多大な関連する便益をもたらす、自然と調和した持続可能な低炭素社会を実現するものであるとの認識で一致した。

また、UNEP国際資源パネル（IRP）及び経済協力開発機構（OECD）から報告を受けた。そ

の概要は次の通りである。

- ・1900年から2005年の間に、世界人口は4倍に、物質の採掘・使用量は8倍に増加した。資源利用とそれに伴う環境影響を経済成長から分断（デカップリング）する必要がある。
- ・G7各国は、BRICSや世界平均に比べてはるかに高い1人当たり物質フットプリントを有している。
- ・資源効率政策の導入により、気候変動対策による効果と合わせて2050年における世界の天然資源採掘量を最大28%削減することができる。
- ・資源効率政策が気候変動に対する野心的な国際的行動とともに実現されれば、2050年までに世界で約60%、G7諸国で約85%の温室効果ガスの排出削減の実現に資する。

さらに、各国による野心的な行動として、「資源効率性・3Rのための主導的な国内政策」、「グローバルな資源効率性・3Rの促進」、「着実かつ透明性のあるフォローアップ」という3つの目標を含む「富山物質循環フレームワーク」を採択した。これらは、次期循環基本計画へ反映した循環型社会の中長期ビジョンの記載を検討されている。

### 提言について

これら地球温暖化対策について、経済成長を伴う形で効果的に行うためにはどうすべきであるか？日本は周知のとおり、世界に先駆けて本格的な人口減少社会に突入し、少子高齢化等の大きな問題に直面することになる。日本の再興戦略2016によると、政府の目指す経済成長、GDP600兆円を実現するためには、新たな「有望成長市場」の戦略的創出、人口減少に伴う供給制約や人手不足を克服する「生産性革命」、新たな産業構造を支える「人材強化」に向けて更なる改革に取り組むことが求められている。

例えば、現在徐々に利用されてきている廃棄物系バイオマス等の利用は、これらの課題に対してだけでなく、地球温暖化対策とともに、エネルギー分散型のまちづくり及び地方の再生にも大きく貢献できる可能性があると考えられる。

この提言では、これらの背景を踏まえ、主に廃棄物とリサイクルの視点から地球温暖化対策にどのような貢献ができるかを示すことを狙いとする。

## 2. 廃棄物・リサイクル分野の目標

### ○はじめに

- ・環境省の資料によると、日本の温室効果ガス総排出量における廃棄物分野の割合（2014年度）は全体の2.7%、3,740万t-CO<sub>2</sub>となっている。また、廃棄物分野の温室効果ガス排出量は2005年度比14.0%減となっており、原燃料利用+焼却の割合は約80%、そのうち焼却の割合は約40%となっている。
- ・京都議定書目標達成計画に掲げられた廃棄物分野の温室効果ガス削減対策は、一部を除き計画策定時の目標を達成しているが、廃棄物（特に化石燃料由来）の発生抑制、再使用、再生利用（3R）をさらに進め、その上でエネルギー回収を進めていく必要がある。
- ・3Rの取組は、廃棄物の減量に資するだけでなく、天然資源の消費を抑制するものであるが、現時点で十分に行われているとは言えない。また、これらの取組は、二酸化炭素排出削減に資するだけでなく、地域で循環可能な資源はなるべく地域で循環させ、それが困難なものについては物質が循環する環を広域化させ、重層的な地域循環を構築していかうという考え方である「地域循環圏」の形成にもつながり、社会全体のコストダウンにも効果的である。環境省では、循環型社会と低炭素社会の統合的実現のため、「低炭素型3R技術・システム」の普及拡大に向けて有効性を検証することを目的に実証事業の公募を実施している。

### ○現在の状況と目標

- ・廃棄物・リサイクル分野では、地球温暖化対策計画において、表2-1に示す数値目標を設定し、表2-2に示す対策を実施している。エネルギー起源CO<sub>2</sub>の対策としては、廃棄物発電の導入等の他、プラスチック製容器包装の分別収集・リサイクルの推進、浄化槽の省エネルギー化について2020年及び2030年の具体的な数値目標が立てられている。

表 2-1 廃棄物・リサイクル分野における地球温暖化対策（数値目標）

削減ガス	対策名	対策評価指標		2013	2020 目標	2030 目標	2030 排出削減見込量
エネルギー 起源CO <sub>2</sub>	廃棄物焼却施設 における廃棄物 発電の導入等	一般廃棄物発電	ごみ処理量当たりの発電電力量 (kWh/t)	231	284～ 312	359～ 428	135～214 (万t-CO <sub>2</sub> )
		産業廃棄物発電	産業廃棄物処理業者における発電量 (GWh)	3,748	3,792	3,825	2.8 (万t-CO <sub>2</sub> )
		燃料製造等	RPF製造量 (千t)	913	943	1,003	23 (万t-CO <sub>2</sub> )
	プラスチック製 容器包装の分別 収集・リサイクル の推進 (※)	プラスチック製容器包装廃棄物の分別収集量 (t)		66	69	73	6.2 (万t-CO <sub>2</sub> )
	浄化槽の省エネ ルギー化	現行の低炭素社会対応型浄化槽より消費電力を10%削減した浄化槽の累積基数 (基)		7	78	211	3.9 (万t-CO <sub>2</sub> )
非エネルギー 起源CO <sub>2</sub>	廃棄物焼却量の 削減	一般廃棄物であるプラスチック類の焼却量 (千t) (乾燥量ベース)		2,856	2,675	2,458	44 (万t-CO <sub>2</sub> )
メタン	廃棄物最終処分 量の削減	有機性の一般廃棄物の最終処分量 (千t) (乾燥量ベース)		371	105	10	52 (万t-CO <sub>2</sub> )
	廃棄物最終処分 場における準好 気性埋立構造の 採用	一般廃棄物	一般廃棄物最終処分場での準好気性埋立処分量割合 (%)	60	73	77	5.4 (万t-CO <sub>2</sub> )
		産業廃棄物	産業廃棄物最終処分場での準好気性埋立処分量割合 (%)	63	65	69	3 (万t-CO <sub>2</sub> )

※京都議定書目標達成計画時の計算方法に準じて算出しているが、今後の検討により計算方法を見直す可能性がある。

表 2-2 廃棄物・リサイクル分野における地球温暖化対策（対策）

削減ガス	対策名	対策概要
エネルギー 起源CO <sub>2</sub>	廃棄物焼却施設に おける廃棄物発電 の導入等	(廃棄物発電) 廃棄物焼却施設の新設、更新又は基幹改良時に施設規模に応じて高効率発電設備を導入することにより、電気の使用に伴うエネルギー起源二酸化炭素の排出量を削減。 (燃料製造等) 廃プラスチック類及び紙くず等の廃棄物を原料として燃料を製造し、製造業等で使用される一般炭等の化石燃料を代替することで、燃料の燃焼に伴うエネルギー起源二酸化炭素の排出量を削減。 また、低燃費型の廃棄物収集運搬車両・処理施設の導入、節電に向けた取組等の省エネルギー対策を推進し、燃料の使用に伴うエネルギー起源二酸化炭素の排出量を削減。
	プラスチック製容 器包装の分別収 集・リサイクルの 推進 (※)	容器包装リサイクル法に基づくプラスチック製容器包装の分別収集・リサイクル (材料リサイクル、ケミカルリサイクル) の推進。
	浄化槽の省エネ ルギー化	浄化槽を新設もしくは更新する際、現行の低炭素社会対応型浄化槽より消費電力を10%削減した浄化槽を導入することにより、プロア어의消費電力を削減し、電気の使用に伴う二酸化炭素排出量等を削減する。
非エネルギー 起源CO <sub>2</sub>	廃棄物焼却量の 削減	一般廃棄物であるプラスチック類について、排出を抑制し、また、容器包装リサイクル法に基づくプラスチック製容器包装の分別収集・リサイクル等による再生利用を推進することにより、その焼却量を削減し、プラスチック類の焼却に伴う非エネルギー起源二酸化炭素の排出量を削減。また、産業廃棄物については、3Rの推進等によりその焼却量を削減し、焼却に伴う非エネルギー起源二酸化炭素排出量を削減。
メタン	廃棄物最終処分 量の削減	有機性の一般廃棄物の直接埋立を原則として廃止することにより、有機性の一般廃棄物の直接埋立量を削減。埋立処分場内での有機性の一般廃棄物生物分解に伴うメタンの排出量を削減。産業廃棄物については、3Rの推進等により、引き続き最終処分量の削減を図る。
	廃棄物最終処分 場における準好 気性埋立構造の 採用	埋立処分場の新設の際に準好気性埋立構造を採用するとともに、集排水管端末を開放状態で管理することにより、嫌気性埋立構造と比べて有機性の廃棄物の生物分解に伴うメタン発生を抑制。

- ・日本の約束草案中の「温室効果ガス削減目標積み上げの基礎となった対策・施策」において、廃棄物分野に関連する対策についても取り上げられている。廃棄物分野に関するこれらの事例を表2-3に示す。

表2-3 産業部門の省エネルギー対策例

業種	省エネルギー対策名	導入実績	導入・普及 見通し	省エネ量 (万kL)	概要
		2012	2030	2030	
鉄鋼業	廃プラスチックの製鉄所でのケミカルリサイクル拡大	廃プラ利用量 42万t	廃プラ利用量 100万t	49.4	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に基づき回収された廃プラスチック等をコークス炉で熱分解すること等により有効活用を図り、石炭の使用量を削減する。
窯業・土石製品 製造業	熱エネルギー代替廃棄物（廃プラ等）利用技術の導入	熱エネルギー代替廃棄物 使用量 166万t	熱エネルギー代替廃棄物 使用量 168万t	1.3	従来の設備を用いて熱エネルギー代替として廃棄物を利用する技術。
パルプ・紙・紙 加工品製造業	高温高圧型黒液回収ボイラの導入	49%	69%	5.9	濃縮した黒液（パルプ廃液）を噴射燃焼して蒸気を発生させる黒液回収ボイラで、従来型よりも高温高圧型で効率が高いものを更新時に導入する。

出典：日本の約束草案

いずれの事例においても、2012年の実績を2030年にはさらに拡大させる目標となっている。

### 3. 廃団連会員の取り組みと従来の方策メニュー

廃団連では、廃棄物・リサイクル分野における地球温暖化対策について、廃団連会員が取り組んでいる事業を整理した。表3-1に取り組んでいる事業について示し、表3-2に具体的な対策について示す。

表3-1の中で、団体名を次の略称で使用しています。

略称		正式団体名称
全産廃連	→	公益社団法人全国産業廃棄物連合会
振興財団	→	公益財団法人産業廃棄物処理事業振興財団
技管協	→	一般社団法人廃棄物処理施設技術管理協会
工業会	→	一般社団法人日本環境衛生施設工業会
LSA	→	特定非営利活動法人最終処分場技術システム研究協会
3R 研究財団	→	公益財団法人廃棄物・3R 研究財団
日環セ	→	一般財団法人日本環境衛生センター
浄シ協	→	一般社団法人浄化槽システム協会

表 3 - 1 廃棄物団体連合会会員が取り組んでいる主な事業

手法の分類	分野					
	事業全体	収集・運搬	中間処理(焼却処理)	最終処分	リサイクル	その他(水処理など)
温暖化対策に資する 情報提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>GHG削減支援ツールの作成、公表(全産廃連)</li> <li>産業廃棄物処理業の地球温暖化対策事例集の作成、公表(全産廃連)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>優良化推進事業より低公害車台数情報(振興財団)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>優良化推進事業より熱回収量情報(振興財団)</li> </ul>			
温暖化対策の取組 み、普及促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>低炭素社会実行計画(2020年度の温室効果ガス排出量を目標)の公表(全産連)及び2030年度目標等の検討</li> <li>森林整備、発電事業への事業展開(振興財団)</li> <li>低炭素・省エネ社会に向けた事業(振興財団)</li> <li>温暖化対策を進めるための人材育成(技管協)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>低炭素処理プロセス(振興財団)</li> <li>廃棄物焼却施設における高効率発電の実施(工業会)</li> <li>基幹的改良整備事業におけるCO2削減の実施(工業会)</li> <li>各施設における消費電力削減に向けた取り組み(工業会)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>エコ処分場の提案(LSA)</li> </ul>		
温暖化対策のための 助成等による支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>低炭素型廃棄物処理支援事業(3R研究財団)</li> <li>産業廃棄物処理業における地球温暖化対策推進に関する支援制度の取りまとめ、公表(全産廃連)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>助成事業による普及(振興財団)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>助成事業による普及(振興財団)</li> <li>省CO2型リサイクル高度化設備導入促進事業(3R研究財団)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>低炭素社会対応型浄化槽の整備促進(環境省)</li> <li>環境配慮型浄化槽の整備推進(環境省)</li> </ul>
※環境省による実 業支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>循環型社会形成推進交付金等(環境省)</li> </ul>					
温暖化対策のための 調査研究(FS含む)			<ul style="list-style-type: none"> <li>廃棄物発電のネットワーク化に関する実現可能性調査(日環セ)</li> <li>廃棄物発電の高度化支援事業(日環セ)</li> <li>廃棄物エネルギー活用計画策定検討調査(日環セ)</li> <li>低炭素型エコタウン事業のFS公募支援(3R財団)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アジア・太平洋埋立会議による取り組み(LSA)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>浄化槽低炭素基準調査(浄シ協)</li> </ul>
温暖化対策技術開発 の普及促進(実証含 む)			<ul style="list-style-type: none"> <li>バイオマス循環資源からのエネルギー回収技術実証事業(環境省(地球局))</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>低炭素社会対応型浄化槽(浄シ協)</li> </ul>
温暖化対策のための 周知			<ul style="list-style-type: none"> <li>適正な焼却処理(小規模事業者向け)(振興財団)</li> </ul>			
温暖化対策のための 省庁連携	<ul style="list-style-type: none"> <li>広域化・大型化による温暖化対策(振興財団)</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>環境調和型バイオマス資源活用モデル事業(環境省)</li> </ul>

青字：産業廃棄物関係 黒字：一般廃棄物関係等

表3-2 具体的な対策メニューの抽出（研究、技術・システムの改良、開発）

対策の種類	分野					
	事業全体	収集・運搬	中間処理（焼却処理）	最終処分	リサイクル	その他（水処理など）
省エネルギー化の推進	<ul style="list-style-type: none"> <li>省エネルギー行動の実践</li> <li>省エネルギー機器への買い替え</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>収集運搬車両の燃料削減（エコドライブの推進）</li> <li>収集運搬の効率化（モーダルシフト、ルート of 可視化・最適化、運行管理）</li> <li>低燃費車両・低公害車両の導入</li> <li>保管施設の電気・燃料消費削減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設の電気・燃料消費削減</li> <li>施設内の車両・重機の電気自動車の使用拡大</li> <li>GHG排出量を低減する施設導入・運転管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設の電気・燃料消費削減</li> <li>施設内車両・重機の電気自動車の使用拡大</li> <li>適正な処分場管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設内車両・重機の電気自動車の使用拡大</li> <li>運搬車両の燃料消費削減（エコドライブの推進）</li> <li>堆肥化施設の空調システム効率化</li> <li>ごみ飼料化における真空乾燥装置の開発（ヒートポンプ式可能装置、真空乾燥装置）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水汚泥焼却施設におけるプロセス改善（汚泥脱水機の効率向上、燃焼時の排ガスで過給機を駆動）</li> <li>排水処理施設での電気・燃料消費削減</li> <li>残渣輸送車両の燃料消費抑制</li> </ul>
創・蓄エネルギー化の推進			<ul style="list-style-type: none"> <li>高効率発電の導入（大型化・広域化、コンバインド）</li> <li>木質バイオマス等混焼</li> <li>低塩素型固形燃料化</li> <li>廃棄物からのエタノール製造</li> <li>蓄ふんのエネルギー利用</li> <li>未利用余熱活用により回収能力増強</li> <li>メタン発酵によるメタンガス有効利用とCO<sub>2</sub>分離・回収、貯留（水素化、BECCS）</li> <li>燃焼排ガスからのCO<sub>2</sub>分離・回収、農業・工業利用（CCU）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>メタンガスの有効利用</li> <li>廃棄物分解熱の有効利用</li> <li>埋立地における太陽光発電（メガソーラー）</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>下水汚泥、畜産廃棄物、建設廃棄物、バイオマスのメタンガス発電と液肥の下水処理</li> </ul>
低炭素エネルギーの活用		<ul style="list-style-type: none"> <li>EV型収集運搬車両の使用</li> <li>燃料電池自動車（水素自動車）の開発</li> <li>バイオマス燃料の使用</li> </ul>				
エネルギーの高度利用			<ul style="list-style-type: none"> <li>焼却施設におけるプロセス改善（蓄電によるエネルギーピークシフト、FEMS）</li> <li>地域エネルギーマネジメントシステム（CEMS）</li> </ul>			
新しい電力システムの推進に貢献する技術（CO <sub>2</sub> 削減、副産物対策等）その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO<sub>2</sub>の分離・回収、貯留（CCS）</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>メタン発酵によるメタンガス有効利用と地域環境負荷削減とのコベネフィット</li> <li>焼却時にGHGを発生する廃棄物の3R促進（燃料製造、バイオマスエネルギー製造、コンポスト化、肥料化・飼料化、製品原材料化）、選別率の向上</li> <li>トランスヒートコンテナ導入による熱のオフライン輸送</li> <li>クリアランス廃棄物の処分</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生分解性廃棄物の埋立量削減</li> <li>可燃性ガスの燃焼処理</li> <li>適正覆土によるメタンガスの排出削減</li> <li>準好気性埋立の採用</li> <li>処分場周辺地及び跡地の緑化・利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>火力発電に伴う石炭灰でゼオライトを製造し、CO<sub>2</sub>を固定</li> <li>太陽光パネル、蓄電池、EVバッテリーのリユース、リサイクル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水汚泥焼却炉における燃焼高度化（N<sub>2</sub>O対策）</li> </ul>

赤字：確立されていないもの 黒字：実用化が始まっているもの

#### 4. 今後推進すべき事業

##### (1) 3Rの推進

##### i) 廃棄物全般の処理の状況

###### ○はじめに

循環型社会とは、「天然資源の消費の抑制を図り、もって環境負荷の低減を図る」社会を指す。2Rを推進して廃棄物の減量を図ること、リサイクルによる資源循環を推進することは、天然資源の消費を抑制し、循環型社会の形成に資するだけでなく、二酸化炭素排出削減や社会システム全体のコストダウンにも効果的であると考えられ、その効果は、輸送に伴う二酸化炭素の排出や環境負荷を考慮すると、輸入依存の物（資源）ほど、また循環圏が小さくなる（たとえば地産地消）ほど大きくなる。

第三次循環基本計画では、発生抑制、再使用、再生利用、処分等の各対策がバランス良く進展した循環型社会の形成を図るために、物質フロー（物の流れ）の異なる断面である「入口」、「循環」、「出口」に関する指標にそれぞれ目標を設定し、低炭素・自然共生社会との統合的取組と地域循環圏の高度化を基本的方向の一つとして掲げている。

###### ○現在の状況と課題

平成28年版 環境・循環型社会・生物多様性白書（以下、環境白書と略す）によると、平成25年度の循環利用率の増加や最終処分量の削減は、平成32年度の目標値を達成するペースで進捗していると言える状況になっている。また、平成25年度の廃棄物由来の温室効果ガスの排出量は、約3,705万t-CO<sub>2</sub>（平成12年度約4,500万t-CO<sub>2</sub>）であり、平成12年度の排出量と比較し、約18%の減少が見られている。その一方で、平成25年度の廃棄物部門以外で削減された温室効果ガス排出量は、約1,863万t-CO<sub>2</sub>（平成12年度約855万t-CO<sub>2</sub>）であり、廃棄物を原燃料への再資源化や廃棄物発電等に活用したことで、平成12年度と比べて約2.2倍の削減量となっており、着実に削減は進んでいると言える。

しかし、個別の項目で見ると、例えば、プラスチックのマテリアルリサイクルについてはあまり進んでいないなどの課題もある。リサイクル自体が低炭素化につながることから、推進する必要がある。

###### ○今後の展望と提言

環境省では、「低炭素型3R技術・システム」の実現可能性や二酸化炭素排出削減効果について検証するための実証事業を平成26年度から3年間にわたって実施している。3Rの推進が循環型社会形成と低炭素社会構築の統合的推進に貢献することは明らかである。平成27年度から実施している「省CO<sub>2</sub>型リサイクル高度化設備導入促進事業」の拡充を含め、実証事業での成果について社会実装していくような取組を行っていくことが重要であると考えられる。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- 廃棄物の循環利用率の増加及び最終処分量の削減は、当初の目標を達成又はそれ以上のペースで進んでおり、関係する団体がしっかりと取り組んできた成果である。引き続き、最新技術の動向を注視し、さらなる低炭素化を考慮して、3Rの取組に貢献する必要がある。また、質にも着目した循環型社会を形成するために、資源採取時における有害物質等の環境汚染やエネルギー使用量の問題、製品における有害物質の低減、今後環境省が策定する「水銀廃棄物ガイドライン」に従い、排出事業者から廃棄物データシート（WDS）等により、適正処理のための情報が提供される仕組みづくり、都市鉱山の効率的回収など、川上側とのライフサイクルアセスメントや環境配慮設計の要請のための対話が必要である。

## ii) 産業廃棄物の処理の状況

### ○はじめに

廃棄物焼却に伴うエネルギーを利用する廃棄物発電は、再生可能エネルギーであるバイオマス発電の一つとして分類され、1990年代後半から化石燃料の代替エネルギーとして、導入が進められてきた。一般廃棄物には、厨芥類が多く含まれているため、水分量が多く発熱量は高くないが、産業廃棄物の発熱量は、その種類によって大きく異なり、プラスチックでは化石燃料に匹敵するレベルである。また、産業廃棄物は、一般廃棄物に比較して、分類が容易という利点もある。

平成25年度における業種別排出量は、図4-1-1のとおりである。この中で記された、再生利用量は、直接再生利用される量と中間処理された後に発生する処理残渣のうち、再生利用される量を足し合わせた量を示している。また、最終処分量は、直接最終処分される量と中間処理後の処理残渣のうち処分される量を合わせた量を示している。

産業廃棄物の排出量を業種別に見ると、排出量が多い3業種は、電気・ガス・熱供給・水道業、農業・林業、建設業となっている。この上位3業種で総排出量の約7割を占めている。ここでは、建設廃棄物と食品廃棄物について取り上げる。

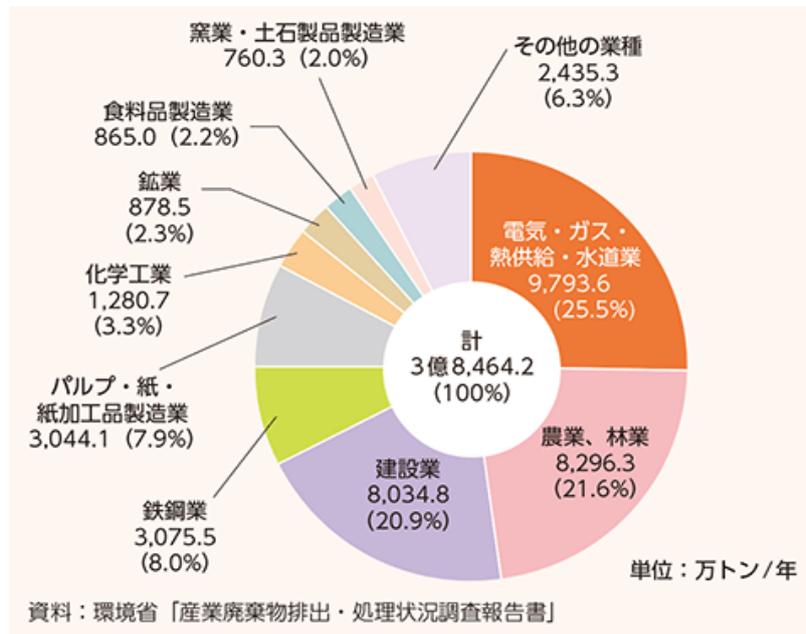


図 4-1-1 平成 25 年度産業廃棄物の業種別排出量  
(出典：平成 28 年度 環境白書)

## 建設廃棄物

### ○現在の状況と課題

建設廃棄物は、全産業廃棄物の排出量の約 2 割を占めている。さらに、環境省の「産業廃棄物の不法投棄等の状況（平成 26 年度）について」によると、平成 26 年度の投棄件数 165 件のうち、建設系廃棄物は 132 件、投棄量 28,773 トンのうち建設系廃棄物は 22,944 トンとなっており、件数、投棄量ともに約 8 割を占めるなど、課題が多く存在している。

その中で、建築物解体による廃棄物については、昭和 40 年代以降に急増した建築物が更新期を迎えており、今後とも発生量が増加することが予想されている。また、総務省が行った総住宅数、空き家数及び空き家率の推移（図 4-1-2）によると、総住宅数、空き家数ともに右肩上がりに上昇しており、平成 25 年度には、総住宅数 6,063 万戸に対し、空き家率 13.5%、約 800 万戸の空き家が生じている。これらのうちの相当数が廃屋となって、建築廃棄物として出てくることが想定され、大きな課題である。

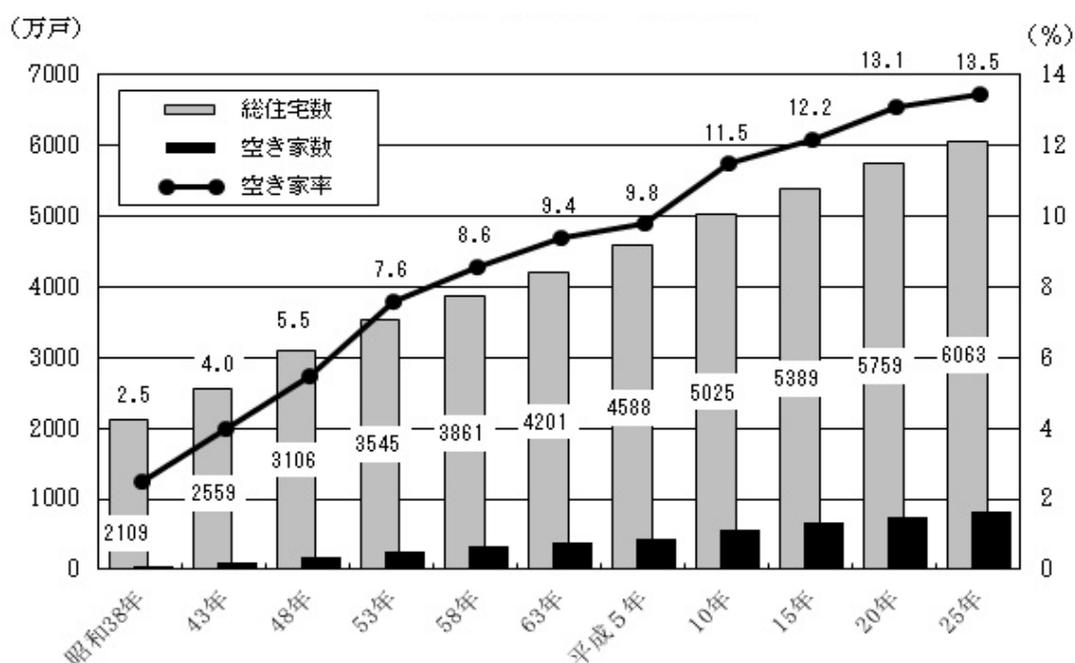


図4-1-2 総住宅数、空き家数及び空き家率の推移

[出典：平成25年住宅・土地統計調査（総務省統計局ホームページ）]

その他、建設工事において発生する建設汚泥については、廃棄物処理法上の産業廃棄物に該当し、不法投棄に対しては5年以下の懲役若しくは1,000万円（法人においては3億円）以下の罰金またはこの併科という罰則があるが、建設工事に伴い副次的に発生する土砂や港湾、河川等の浚渫土等は、廃棄物処理法に規定する廃棄物には該当しない。このように汚泥か土砂かの違いによって、産業廃棄物か否かの判断が分かれることになっており、不適正処分につながっている事例が挙げられている。

### ○今後の展望と提言

建設廃棄物の排出量のうち、建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律（建設リサイクル法）において、一定規模以上の工事についてコンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊及び建設発生木材の分別解体や再資源化を義務付けている。図4-1-3によると、これら3品目が占める割合は建設廃棄物の約8割であるため、その3品目について再資源化を徹底することが重要となる。また、建設工事において、木材利用、廃コンクリート再生砕石、建設汚泥再生品の利用促進等について広く普及することが重要であり、長期使用される建設廃棄物の適正処分、技術革新による資材としての再生利用を促進する必要がある。

今後、廃屋、ビル解体等の急増により、廃コンクリート、建設汚泥、木材等の大量発生が見込まれることや、特に建設汚泥は、平成29年4月から海洋投入処分が事実上禁止されるため、陸上での適正処分と再生利用の確保が重要となる。

建設発生土については、公共機関が発注する仕事からも恒常的に建設発生土が発生しており、一定水準の建設発生土の受入容量（受入地）を常に確保しておく必要がある。しかし、適地の不足から困難状況になってきており、不適正な処理が懸念されている。自治体によっては、いわゆる残土条例によってこれらを規制しているが、条例での規制は、その自治体内での規制であり、根本的な解決にはつながっていないことが懸念される。今後、東京オリンピック・パラリンピックに関連する建設工事やリニア中央新幹線の建設工事の本格化に伴い、大量の建設発生土の処分問題が発生することは明らかであり、早急に再利用の使い道、適正処分のルートと同時に合理的な運搬ルートによるCO<sub>2</sub>の削減を確保することが必要である。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- 2R、3R の実施と低炭素社会の統合的実現に向けて、地域循環を考慮し、引き続き、各分野の様々な観点から廃棄物の削減、リサイクルの推進を行うことが重要である。
- 今後、大量に発生することが見込まれている建設廃棄物については、陸上での再生利用を進めるべきであるが、その一方で、再生砕石に混入するアスベスト含有建材等の問題も発生している。関係者は、建設リサイクル法、廃棄物処理法等の関係法令を遵守し、適切な処理をすすめることが必要である。また、建設発生木材等については、地球温暖化対策を踏まえ、バイオマスの利用も重要である。

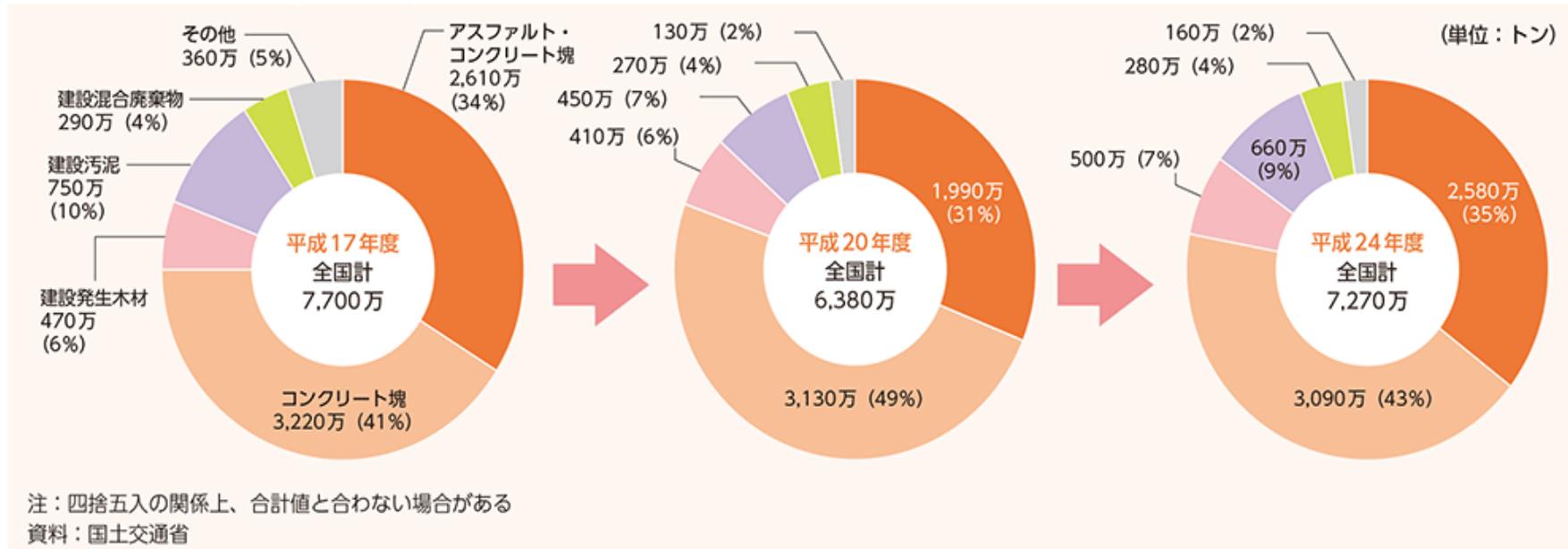


図4-1-3 建設廃棄物の種類別排出量（出典：平成28年度環境白書）

## 食品廃棄物

### ○現在の状況と課題

食品廃棄物とは、食品の製造、流通、消費の各段階で生ずる動植物性残渣等であり、具体的には加工食品の製造過程や流通過程で生ずる売れ残り食品、消費段階での食べ残し・調理くず等を指すが、これら食品廃棄物は、食品製造業から発生するものなどは産業廃棄物に区分され、一般家庭、食品流通業及び飲食店業等から発生するものは、主に一般廃棄物に区分される。

平成 25 年度の食品廃棄物の発生及び処理状況は表 4-1-1 のとおりであり、産業廃棄物としての量は多くはないが、一般廃棄物（1,416 万トン）は、ごみ総排出量（4,487 万トン）の約 3 分の 1 を占めている。

表 4-1-1 食品廃棄物の発生及び処理状況（平成 25 年度）

(単位：万トン)

	発生量	処分量				
		焼却・埋立処分量	再生利用量			
			肥料化	飼料化	その他	計
一般廃棄物	1,416	1,219	—	—	—	197
うち家庭系	870	813	—	—	—	57
うち事業系	546	406	47	49	44	140
産業廃棄物	260	49	36	154	21	211
合 計	1,676	1,269	—	—	—	408

注 1：四捨五入しているため、合計が合わない場合がある  
 2：食品廃棄物の発生量については、一般廃棄物の排出及び処理状況等（平成 25 年度実績）、家庭系収集ごみに占める食品廃棄物の組成調査（平成 25 年度実績）、産業廃棄物の排出及び処理状況等（平成 25 年度実績）より環境省試算  
 3：家庭系一般廃棄物の再生利用量については、同様に環境省試算  
 4：事業系一般廃棄物及び産業廃棄物の再生利用量（内訳を含む）については、農林水産省食品循環資源の再生利用等実態調査報告より試算  
 資料：農林水産省、環境省

出典：平成 28 年度 環境白書

食品リサイクル法の施行後十数年が経過し、食品廃棄物等の発生量は年々減少するとともに、食品循環資源の再生利用等実施率は上昇傾向にあるなど、一定の成果が認められている。しかし、分別の困難性等から食品流通の川下に行くほど再生利用等実施率が低下しているといった課題がある。

また、農林水産省生産局畜産部の資料（平成 27 年 11 月）によると、近年の飼料穀物の輸入状況は、12～14 百万トン程度で推移しており、多くは輸入に依存しているため、輸送時

には多くの二酸化炭素が排出されているといった課題もある。

こうした中、食品製造副産物（醬油粕や焼酎粕等、食品の製造過程で得られる副産物）や余剰食品、調理残渣、農場残渣（規格外農産物）を利用して製造された家畜用飼料は、「エコフィード」と呼ばれ、利用普及が進められてきている。同部局の資料、エコフィードをめぐる情勢（平成28年8月）によると、平成28年5月現在、349社の製造業者を把握しており、エコフィードの製造数量も右肩上がりの状況となっている。平成27年度の概算ではとうもろこし約142万トンに相当し、これは年間輸入数量の14%に相当する量となっている。

食品リサイクル法では、食品残渣の肥飼料化等を行う事業者についての登録制度を設け、廃棄物処理法の一般廃棄物の収集運搬業の運搬先における許可を不要とする措置や食品残渣由来の肥飼料により生産された農畜水産物を食品事業者が引き取る循環型の再生利用事業計画の認定制度を設け、廃棄物処理法の一般廃棄物の収集運搬業の収集先及び運搬先における許可を不要とする措置を設定するなどの特例等を設けて支援している。

#### ○今後の展望と提言

食品リサイクル法の新たな基本方針を含む食品リサイクル法関係省令の一部改正等が平成27年7月31日に公布された。この中で、食品廃棄物等について、業種ごとの再生利用等実施率についての目標値の見直し、国による食品ロスの発生状況の把握、発生抑制の目標値に基づく業種別の取組の促進、再生利用手法の優先順位の明確化等が新たな食品循環資源の再生利用等の促進に関する基本方針として示された。

特に、目標値見直しでは、平成31年度までの目標（食品製造業95%、食品卸売業70%、食品小売業55%、外食産業50%）として、食品卸売業以外の業種について、これまでも高い目標を設定しており、目標達成に向けた取組が必要となっている。

※改正前の目標値：食品製造業85%、食品卸売業70%、食品小売業45%、外食産業40%

また、平成28年1月に発覚した食品廃棄物の不適正な転売事案を踏まえ食品リサイクル法の判断基準省令の改正や廃棄物処理法の改正における検討すべき項目として、廃棄物を排出する事業者の責任の徹底が求められており、適正な処理業者が評価され選定される仕組みがますます重要となってくる。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- 食品廃棄物を減量し、肥・飼料化のリサイクルを推進することは、建設廃棄物と同様に温室効果ガス削減効果があるが、食品循環資源のうち再生利用が困難であり焼却する物については熱回収し、肥料化とともにハウス栽培の熱源に利用するなど、地域循環におけるリサイクルループに組み込むことができれば、地域活性化、産業創出などのモデル事業になる。排出事業者がそのような資源化や地球温暖化対策に取り組む業

者を選んで環境配慮を盛り込んだ契約を締結する仕組みが検討されており、廃棄物・リサイクル業界としても対応していく必要がある。

- また、排出事業者責任を踏まえ、産業廃棄物の不適正処理の防止の観点から、段階的な義務化も含め、電子マニフェストの一層の普及拡大を図り、産業廃棄物処理の透明性の向上を進める必要がある。また、今後、電子マニフェストの活用として、効率的な収集運搬やより近隣での処理などを通じた輸送に係る温室効果ガスの削減等の方策についても検討していくべきである。

## (2) 再生可能エネルギー産業の装置リサイクル化促進

### ○はじめに

太陽光発電の累積導入量は、図4-2-1に示すようにこの10年で大きく増加している。また、風力発電の設置件数も図4-2-2に示すように近年増加の割合は鈍化しているものの、この10年で大きく増加している。このように普及は急速に進んでいるが、将来的には廃棄物として大量に発生することが懸念される。

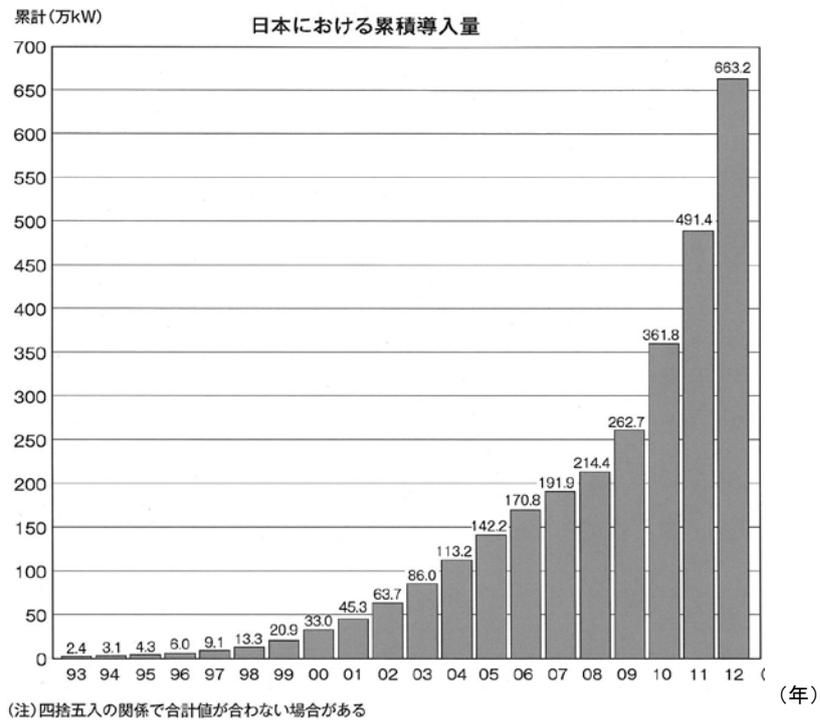
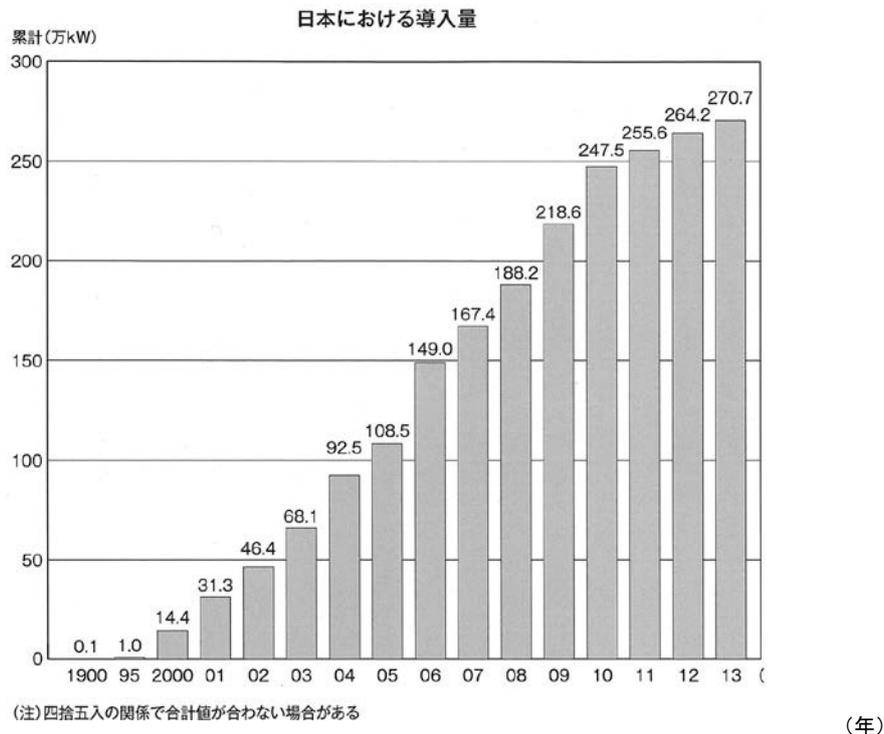


図4-2-1 日本の太陽光発電導入量の推移

(出典：電気事業連合会 原子力・エネルギー図面集 2015)



**図 4-2-2 日本での風力発電導入量の推移**

(出典：電気事業連合会 原子力・エネルギー図面集 2015)

**○現在の状況と課題**

環境省では、再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT 制度）によって大量に導入されつつある太陽光発電設備等の将来の大量廃棄に備えて、平成 25 年度から「使用済再生可能エネルギー設備のリユース・リサイクル・適正処分に関する検討会」[座長：細田衛士 慶応義塾大学経済学部教授]（以下、検討会と略す）において、太陽光発電設備、風力発電等のリユース・リサイクル・適正処分の推進に向けた検討を経済産業省と連携して実施している。

**i) 太陽光発電**

検討会では、排出量見込み、資源価値、リサイクルの技術及び経済性、リユースや環境配慮設計、国内外の制度等について検討が行われており、次のことが示されている。

**① 主な検討結果**

- ・寿命を25年とした場合の排出見込量は、2030年度で約3万トン、2040年度で約80万トンと急激に増加し、これを全て埋め立てた場合、平成24年度の産業廃棄物の最終処分量の6%に達する。
- ・パネルに含まれる銀等の有用金属については、ガラスを分離すればリサイクルが可能である。

- ・太陽光発電設備の長寿命化設計への取り組みが進行中であり、鉛等の有害物質の含有量低減や分解・解体容易性向上等の環境配慮設計の取組も実施されつつある。また、2016年10月には太陽光発電協会において「太陽電池モジュールの環境配慮設計アセスメントガイドライン（第1版）」が公表された。
- ・国内では廃掃法に基づき、産業廃棄物として処理されるが、欧州では、改正WEEE指令に基づき、2014年から、メーカーによる太陽電池パネルの回収・リサイクルが制度上義務づけられている。

## ② 主な課題

- ・リサイクルの経済性が低く、施工業者や解体業者に不法投棄される恐れがある。また、リサイクル等が実施されない場合、相当量が最終処分されることとなり、最終処分場の逼迫や廃棄太陽電池モジュールからの鉛等の重金属負荷増大が懸念される。
- ・重量比で7～8割を占めるガラスの選別技術の開発、選別されたガラスの用途開発も必要となる。
- ・埋立と比較したリサイクルの有効性は確認されているが、リサイクルの事業性は高くないことが推察されている。回収・リサイクル費用については、リサイクル技術の低コスト化や効率的な回収システムの構築によって低減できる可能性がある。

## ii) 風力発電

検討会では、廃棄コスト、リユース・リサイクル等について検討が行われており、次のことが示されている。

### ① 主な検討結果

- ・廃棄コストについては、発電事業者等に対するアンケート調査によると、発電規模、立地、用途（実証試験用か商用か）、運営主体（自治体か民間か）によって相当の幅を持つ（0.8～28.8万円/kW）ことが示唆されている。
- ・リユース・リサイクルについて、欧州や米国では風車のリユース市場が形成されているが、日本においては、市場を形成するに十分な量の中古品が存在せず、現在リユース品の流通に係る事業は確認されていない。一方、風車（基礎を除く）の9割は金属で構成されており、これらの素材は既存のリサイクルルートが確立している。また、ブレード等に使用されているガラス繊維強化プラスチック（GFRP）は一定量排出されるため、海外においてリサイクル技術の研究が進められている。特に、レアメタルのリサイクルの観点からは、永久磁石式の同期発電機が注目されている。

### ② 主な課題

- ・先のアンケート調査では、まだデータ数が少ない現状である。大部分は産業廃棄物としての排出が見込まれ、適正処分の観点からは、廃棄物処理法に基づいて担保されている

ばよいと考えられるが、社会情勢の変化を踏まえつつ、検討を行っていく必要があると考えられる。

なお、本検討結果に基づき、環境省は平成 27 年度に、経済産業省や業界団体等と連携し、「太陽光発電設備の撤去・運搬・処理方法に関するガイドライン」の策定を実施している。

### ○今後の展望と提言

検討会資料にあるアンケート調査によると、FIT制度における20年間の買取期間終了後に太陽光発電システムを「廃棄予定」としている民間企業が約3分の1、「わからない」としている企業が約2分の1を占めており、使用後には大量の廃棄物が発生することが懸念されている。検討会においても、最終処分負荷削減・不法投棄の未然防止対策の観点から、リサイクルの受け皿を整備し、環境配慮設計等を通じて関連メーカーがリサイクルに関して一定の役割を果たすことを求めている。そのためには、費用負担、撤去・運搬の適切性を担保した上で、リサイクルの受け皿に使用済太陽電池モジュールを流すためのフローの適正化を図る必要があるとされている。さらに、国に対しては、産業廃棄物処理を含む関連事業者による自主的な回収・適正処理・リサイクルシステムが円滑に運用されるよう必要な制度的措置を検討し、欧州WEEE指令等の国際的な取組との整合にも配慮したリサイクルシステムの構築・運営に関する社会的コスト削減のために技術開発や環境配慮設計を推進するように求めている。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- 風力発電については、これから増えていく廃棄事例について、データを蓄積し、まずは標準的な廃棄コストを把握する。今後の風力発電市場の動向や、リユース市場の拡大可能性を踏まえて、必要支援施策等についてフォローアップしていく必要がある。
- 太陽光・風力発電ともに、本格的な廃棄が始まるまでに、効率的に有価物を回収する技術及びリサイクルのシステムを早急に確立する必要がある。
- 2Rという観点からも、FIT 期間終了後の発電事業継続の可能性を検討し、廃棄ではなく、更新することを考慮に入れるべきである。また、処分が必要な物に対しては、適正処分の観点から事業計画段階で適正な廃棄コストを見込むことが重要である。
- 太陽光・風力発電以外にも技術開発によって絶えず変化していく製品について、設計時の段階において廃棄までを考慮に入れることが必要である。

### (3) 廃棄物収集運搬の省エネ化

#### ○はじめに

産業廃棄物処理分野において、温室効果ガスの削減を考えた場合には、廃棄物の収集運搬のプロセスは重要な項目となる。「産業廃棄物処理業の地球温暖化対策事例集」(平成 26 年 3 月 公益社団法人 全国産業廃棄物連合会)では、収集運搬についても取り組んでいる事例が紹介されている。

#### ○現在の状況と課題

産業廃棄物処理分野における温暖化対策の手引き(平成 20 年 3 月 環境省)によると、ハイブリッド車を導入した場合の温室効果ガス削減効果は、1 台あたり年間 1.2t-CO<sub>2</sub> と見積もられており、低燃費車両・低公害車両の収集運搬車両として、ハイブリッド車、天然ガス車、LPG 車等の導入により、エネルギーコストの削減も図ることができる。

表 4-3-1 ハイブリッド車導入による CO<sub>2</sub> 排出量等削減効果

評価項目	従来型車両	ハイブリッド車
エネルギー消費量	1,020L・台/年	510L・台/年
設備投資	1,600,000円/台	2,200,000円/台
維持管理費	200,000円/台・年	270,000円/台・年
エネルギー消費量費用	102,000円/台・年	51,000円/台・年
CO <sub>2</sub> 排出量	2.4t-CO <sub>2</sub> /台・年	1.2t-CO <sub>2</sub> /台・年
CO <sub>2</sub> 排出量追加削減費用	—	15,500円/t-CO <sub>2</sub>

出典：産業廃棄物処理分野における温暖化対策の手引き

また、身近なところでは、「車両運行管理票」等の運行記録のデータを集計し、デジタルタコグラフ等のエコドライブ関連機器を導入し、エコドライブへの意識を高める取り組み、廃食用油等のバイオマスから製造されるバイオディーゼル(BDF)を使用する取り組み等による温室効果ガス削減の事例が挙げられている。

さらに、輸送の効率化についても推進している。物流の分野では、貨物自動車による陸上輸送から鉄道輸送又は海上輸送への転換(いわゆるモーダルシフト)が行われてきているが、鉄道輸送や海上輸送はトラック輸送に比べ大量の貨物を一度に輸送することが可能であり、表 4-3-2 に示すように、環境に優しい輸送モードであることが大きな理由である。

表 4-3-2 1tの荷物を1km運ぶために排出するCO<sub>2</sub>の量

輸送手段	CO <sub>2</sub> 排出原単位 (g-CO <sub>2</sub> /t・km)	輸送手段	CO <sub>2</sub> 排出原単位 (g-CO <sub>2</sub> /t・km)
営業用普通トラック	178	自家用小型トラック	3,049
営業用小型トラック	819	鉄道	21
営業用軽トラック	1,933	内航船舶	40
自家用普通トラック	372	航空	1,483

出典：産業廃棄物処理分野における温暖化対策の手引き

廃棄物等の輸送においても、「産業廃棄物処理業の地球温暖化対策事例集」によると、最終処分場への残土輸送の一部を船舶に切り替えた事例、ごみ収集車の一部を鉄道へ切り替えた事例などがある。鉄道へのモーダルシフトに取り組むに当たっては、輸送障害への懸念が障壁となっており、その解消が促進する上での鍵と考えられている。特に、日本は地震や豪雨による自然災害による交通障害の発生がたびたび起こり、一度起こると長期化する。その際、代替輸送手段を確保することが難しいことは、大きな課題となっている。

#### ○今後の展望と提言

廃棄物収集運搬車についても、ハイブリッド車、天然ガス車、LPG車、電気自動車等の低燃費車両・低公害車両の導入が進むものと考えられ、車体だけでなく、特別装備部分についても省エネを進めることが望まれる。将来的には、燃料電池自動車が廃棄物収集運搬車に導入されることが期待されるが、そのための技術開発等がまだまだ必要であると言える。

また、ICTによる渋滞情報等を活かした運行管理を実施することにより、収集運搬ルート効率化等も図られることが期待される。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- 廃棄物の収集運搬については、ハイブリッド車等の低燃費車両・低公害車両の導入を急ぐ必要がある。また、意識を高めることにより、効果が出やすいエコドライブについても推進すべきである。
- モーダルシフトの活用、IoT、AIを活用した最適ルート選択や自動運転等の収集運搬システムについては、今後の技術開発、社会情勢の変化を踏まえながら、取り組む必要がある。

#### (4) 廃棄物処理施設等のエネルギー消費見える化推進による大幅省エネ

##### ○はじめに

環境省では、事業者が行う3Rを推進する行動について、その行動量を入力することで便宜的に環境負荷の削減効果を数字で表すことができる「3R行動見える化ツール」を公表しており、廃棄物発生量、最終処分量、二酸化炭素及び天然資源投入量の削減量が計算できるようになっている。これは食品廃棄物の削減には有効なツールであると考えられる。また、遵法性や環境配慮の取組等に適合している産業廃棄物処理業者を都道府県・政令市が審査して認定する優良産廃処理業者認定制度の運用を平成23年4月より開始する取り組みも行われている。

浄化槽においては、消費電力を10%削減した浄化槽を導入することとしており(表2-2)、小型浄化槽を中心に低炭素型浄化槽の普及により省エネ化が加速され、新たな環境性能を付加した環境配慮型浄化槽の整備推進により、低炭素型・循環型・自然共生社会の実現を目指している。

廃棄物処理施設等での温室効果ガス排出削減を考える際には、まずは省エネ性能の高い設備・機器の導入を促進することが重要であるが、徹底的なエネルギー管理を行うことによっても省エネが期待できることが考えられる。経済産業省資源エネルギー庁(平成27年12月時点)によると、産業部門(製造の6業種10分野(鉄鋼、化学等))においては、エネルギーの使用の合理化等に関する法律(省エネ法)に基づき提出される定期報告書を踏まえ、事業者をクラス分け評価するベンチマーク制度を設け、省エネの停滞事業者と優良事業者にメリハリをつけた対応を行うことにより、省エネを促進している。現状は、全産業のエネルギー消費の53%をカバーしているが、他業種へも拡大し、3年以内に全産業の70%とすることを目指している。

##### ○現在の状況と課題

産業廃棄物処理業における省エネの取り組みは、ソフト面とハード面の対策があり、「産業廃棄物処理業の地球温暖化対策事例集」によると、ソフト面即ち設備導入を必要としない対策として、設備機器の稼働負荷軽減に向けた取り組み、具体例としては、適正処理の徹底や設備の適正管理等がある。また、ハード面即ち設備導入を必要とする対策として、焼却時のエネルギー回収設備等の新設、処理フローの抜本的な改善等の取り組み、具体例としては、選別設備のインバータ化、焼却炉等の高効率遮熱炉体の導入等がある。

これら省エネの取り組みは、廃棄物関係の事業場・施設において十分に普及しているとは言えない現状であり、これら事業場・施設の省エネ・排出削減対策の強化が課題となっている。

環境省では、年間二酸化炭素排出量3,000t-CO<sub>2</sub>未満の事業所を対象に、CO<sub>2</sub>削減ポテンシ

ヤル診断・対策提案を行い、その結果に基づいた設備更新や運用改善等の対策実施を支援する事業を実施している。また、資源エネルギー庁も省エネ・節電診断事業、省エネの専門家派遣事業、省エネ情報提供事業等を実施しており、ともに省エネ・節電の取組の中小企業等への普及、排出削減設備導入支援を実施している。

さらに、一般社団法人 ESCO・エネルギーマネジメント推進協議会では、ESCO 事業として、省エネルギー診断、設計・施工、運転・維持管理、資金調達などにかかるサービスを提供し、省エネルギー改修にかかる費用を光熱水費の削減分で賄う事業を実施している。ESCO 事業の事例を次に示すが、施設の更新、効率化を図ったことにより、建物全体のエネルギー消費量にして、20.5%の削減を実現している。

#### 事例) 木工製品加工工場における ESCO 事業

[出典：(一社)ESCO・エネルギーマネジメント推進協議会ホームページ]

表 4-4-1 省エネルギー手法の具体例 (抜粋)

項目	具体的な手法
集塵設備の統合	集塵システムの統合により集塵効率化
集塵ファンのインバータ化	適正風速による省電力化
空調用ファンのインバータ化	給気ファンにインバータを付け風量制御
空調吹出しの効率化	ノズル型吹出し口による風量削減
余剰蒸気の有効利用	蒸気駆動式空気圧縮機の導入による電力負荷の軽減

	改修前 (基準消費量)		改修後 (実測又は予想消費量)	
	電気[kWh]	重油[L]	電気[kWh]	重油[L]
合計	7,970,538	435,000	6,555,481	294,700
一次エネルギー消費量 (GJ/年)	78,373	17,975	64,459	12,178
計	96,348		76,637	

表 4-4-2 改修前後の省エネ効果比較

※エネルギー削減量=19,712 GJ/年

#### ○今後の展望と提言

地球温暖化対策計画によると、今後、これらの取り組みを充実させるためのプラットフォームを地域の団体、金融機関、商工会議所及び自治体等が連携して構築し、支援を行う窓口を全国に設置することを目指しており、中小規模の事業場・施設の取組が進むことが期待される。

また、近年、電力使用量の可視化、節電の為の機器制御、ソーラー発電機等の再生可能エネルギーや蓄電器の制御等を行うことを目的としたエネルギー監理システム EMS (Energy Management System) が導入されてきており、工場等では FEMS (Factory Energy Management System)、ビル等では BEMS (Building Energy Management System) と呼ばれている。FEMS や BEMS によって、配電設備、空調設備、照明設備、換気設備、製造ラインの設備等の電力使用量のモニターや制御が可能である。今後、BEMS や FEMS に IoT や AI 技術を活用し、必要な情報を必要な人に見せることによって、施設や装置の最適な管理等、さらなる省エネが期待できると考えられる。また、稼働率を把握することにより、最適な交換や買い換え時期の把握等も可能となり、無駄の少ない管理、運営が可能になると考えられる。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- 廃棄物の事業者・施設の省エネについては、様々な支援を行い、体制を強化する必要があるが、講習・研修を通じた人への教育も重要である。また、取組後のフォローアップも行う必要がある。
- 電力使用量の見える化等のソフト面の対応においても、関係者に意識の変革をもたらし、効果があることが示唆されている。比較的低コストで実施が可能であり、積極的に導入すべきである。また、施設の建設時や大規模改修時には、FEMS、BEMS の導入を積極的に推進していく必要がある。ピーク電力の削減は、事業場・施設の電気料金を低減する効果ばかりだけでなく、発電所の効率的な稼働につながり、温室効果ガス削減にもさらに貢献できることが期待できる。一方で、廃棄物処理施設の更新の機会に省エネを意識した取組が行われるよう、省エネ設備導入のための支援を実施するなどインセンティブ付けをすることが必要である。

## (5) ごみ発電

### ○はじめに

自然エネルギー白書 2015 サマリー版（認定 NPO 法人環境エネルギー政策研究所）によると、1 万 kW 以上の大規模水力を除いた日本国内の自然エネルギーの発電量は、2014 年度現在で 6 % 程度となっている。

ごみ発電は、再生可能エネルギーの中でも、太陽光や風力発電と比べて安定した電力を供給することができると考えられており、後述する地産地消型のまちづくりの核としても大いに期待されている。

### ○現在の状況と課題

「日本の廃棄物処理」（平成 28 年 3 月 環境省）によると、一般廃棄物焼却施設について、個々の施設の発電効率や全国の施設の総発電能力は着実に向上しているのに対し、総発電電力量は近年になって高止まりの傾向にある。これは、ごみ量の減少により、既存ごみ発電施設の稼働率が低下していることが理由として挙げられる。

ごみ焼却施設の処理能力別の余熱利用状況をみると、ごみ焼却施設で最も施設数の多い 100～300 トンの施設でも発電施設は 3 分の 1 強であり、全体の半数を占める 100 トン未満の施設ではほとんど発電していないことから、特に中小規模の施設における今後の余熱利用の推進が重要である。

### ○今後の展望と提言

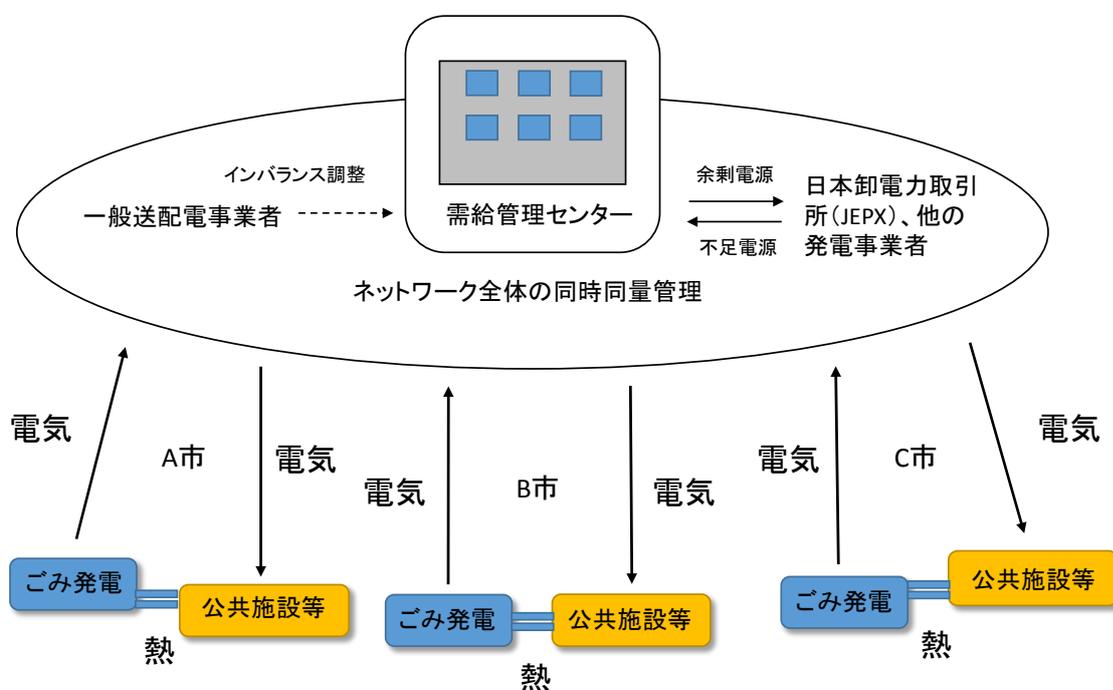
ごみ発電施設は、バイオマス由来を含む地域の静脈資源を有効に活用した発電施設であり、地域の低炭素化に貢献する有効な施設であると言えるが、電力システム改革等の事業環境の変化や地域のエネルギー需要に対応していくためには、今後の施設整備に合わせた発電導入と更なる高効率化を進めるとともに、供給安定性の向上を図ることが重要である。そしてその上で、個々の施設において、これまでのごみ処理のための運転管理に加えて、エネルギー供給に配慮した運転管理への意識改革も重要と考えられる。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- 地域のエネルギー需要に対応し、低炭素化に貢献していくため、更なる高効率化や、コンバインド処理等による発電量増強方策を進めることが必要である。
- さらに、他の再生可能エネルギー発電施設等との連携も推進する必要がある。
- 需要に応じた良質な電力を安定供給するための手段として、電力供給を念頭にした運転管理を指向するとともに、複数のごみ発電施設のネットワーク化により供給電力の統合化・平準化効果を高めることが有効である。個々のごみ発電施設のネットワークにより、電源を相互補完することは、安定供給に応えるのみならず、地域の需要施設とも連携することにより、地産電源であるごみ発電電力の地産地消を図ることが可能

となる。(図4-5)。

- 焼却処理の過程で生じた熱についても、周辺の需要（公共施設等）に供給するシステムを構築することが重要である。
- 中小規模の施設におけるエネルギー利用を推進するため、中小規模の熱回収施設の導入に当たっての費用対効果の分析手法（CO2 排出削減効果算定ツール）の開発や新たな熱回収方法を確立するための実証試験の実施のための補助が必要である。
- 更新の機会が訪れる全ての大規模施設については、その機会を利用して発電施設などの熱回収設備を導入することができるよう、高度化するために政策財政支援を行う必要がある。



※ごみ発電には、焼却施設、メタンガス発電施設が含まれる

図4-5 ごみ発電の最大有効活用 ネットワーク化（相互運用）イメージ図

[出典：「今後のごみ発電のあり方について（平成26年7月（一財）日本環境衛生センター、今後のごみ発電のあり方研究会）」を一部改編]

参考資料 ～低炭素社会を含む地域一体となった取り組み～

**地域循環圏の形成**

地域循環圏の形成は、循環資源そのものや地域の特性などに対し、従来からの見方や捉え方を変えることで、未活用であった循環資源を、地域の特性である自然、人材、文化などと融合させ、様々な付加価値をもつ循環型社会を形成するものである。このため、地域活性化及び経済活性化など、社会が直面している諸問題の解決の糸口になるものと大いに期待されている。環境省では、循環型社会や低炭素社会・自然共生社会づくりに資する地域循環圏づくりの担い手である関係者の一助となるように、地域循環圏の形成を推進するためにガイドラインを策定している。

地域循環圏の形成の促進に向けては、

●廃棄物等の多様化に伴う処理の困難化、●不適正処理による環境負荷の増大、最終処分場の残余容量の逼迫といった循環型社会形成にみる代表的な対応課題に加えて、近年では、●国際的な資源制約の顕在化、●資源循環機能の低炭素社会・自然共生社会への貢献、●産業システム・サプライチェーン・生産消費チェーンのグリーン化への対応が求められている。



参考図1 地域循環圏がもたらす効果（出典：環境省 地域循環圏形成の手引き）

## (6) エネルギー自立型防災都市施設機能の強化

### ○はじめに

地震、津波等の大規模災害発生時においては、直接的な建物等の被害はもとより、長期的な停電や計画停電等により電力供給が不安定な状態となった際には、病院やライフライン施設の機能が麻痺する等、長期間の影響が懸念される。このように、中央集中型の電力システムに頼っている現在の都市において、防災機能維持には大きな不安があるといえる。

また、東日本大震災以降、電力を確保するために、火力発電所の稼働率が上がることで、発電所由来の二酸化炭素排出量も増加している。

地球温暖化問題への対応を図りつつ、災害時の安全・安心を確保していくためには、地域の拠点的な施設への自立分散型電源の設置を含めたまちづくりに取り組む必要がある。

### ○現在の状況

ごみ焼却施設の防災拠点化については、災害廃棄物の受け入れに必要な設備の整備が循環型社会形成推進交付金の交付要件となるなど、国を挙げた施策として推進されている。耐震・耐水・耐浪性を備えるとともに、始動用電源、燃料、薬剤の備蓄を備えた施設とすることで、災害に強い強靱な施設とし、災害廃棄物の受け入れに加えて、周辺施設への災害時のエネルギー供給も可能となる。

ここでは、ごみ焼却施設における災害対応可能な自立・分散型エネルギー供給拠点を目指した施設づくりの事例を次に示す。

### 事例) 新武蔵野クリーンセンター (武蔵野市)

(「環境・エネルギー産業を核とした地域活性化事例集」経済産業省関東経済産業局ホームページ資料より)

#### i) 背景

武蔵野クリーンセンターは、武蔵野市唯一の清掃工場であり、市役所本庁舎や公共施設に隣接した市の中心部にある。現施設は、竣工から30年が経過し再整備の時期を迎え、平成25年度から現施設の敷地内において、平成29年4月からの本格稼働に向けて新施設の建設事業が進んでいる。

近年の技術進歩により、小規模なごみ焼却施設への高効率発電設備の設置が可能となり、地球温暖化対策だけでなく、「自立・分散型エネルギー供給拠点」の必要性が高まっていることも考慮し、災害時の非常時にも継続してエネルギーを供給できるシステムを構築することとしている。

#### ii) 概要

近隣の市役所、総合体育館、コミュニティセンター、広域避難場所等の公共施設に対するエネルギー供給施設として、通常時及び災害時の自立性・信頼性を高める目的から、ごみ発電設備に加え、常用兼非常用の「ガス・コージェネレーション設備 (CGS)」を導入し、新施設と近隣公共施設を一括した特別高圧受電としている。災害時の商用電源の停電時には、CGS を起動 (ブラックアウトスタート機能) することにより、発電した電力で焼却炉の再稼働が可能となり、かつ、災害時の対策拠点となる市役所等に必要な電力及び熱 (蒸気) を供給でき、非常時の行政機能の維持に資するシステムとなる。システムのフローを図4-6に示す。

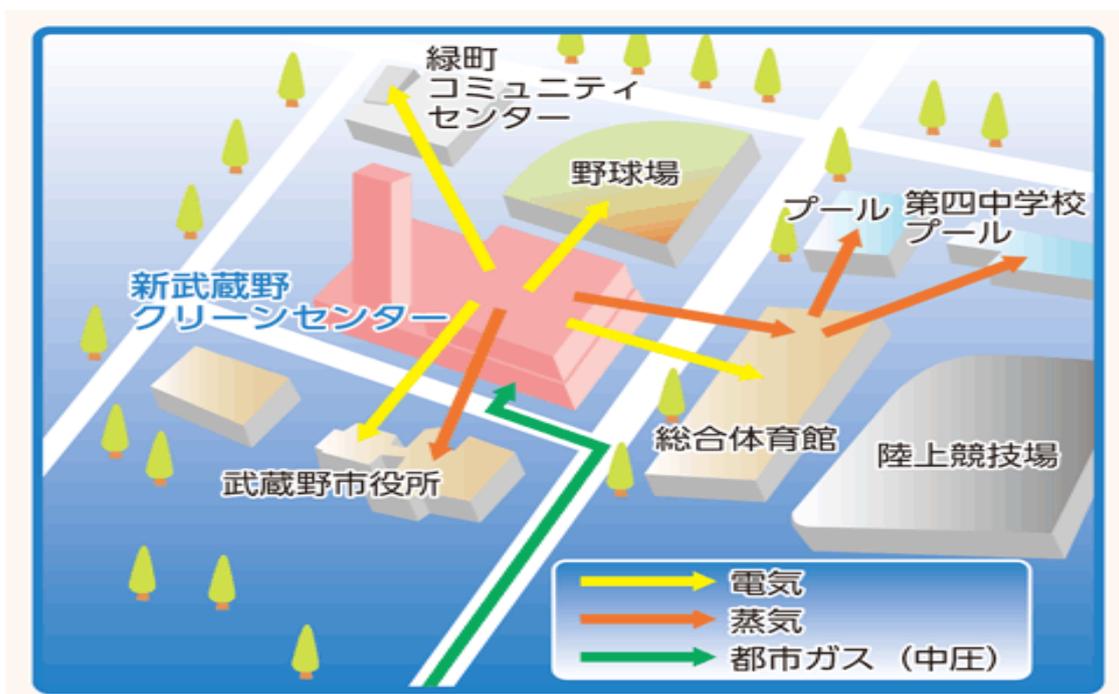


図4-6 新施設及び近隣公共施設へのエネルギー供給システムフロー

(出典：武蔵野市資料)

### ○今後の展望と提言

武蔵野市の事例のように CGS を導入することで、電気と廃熱を有効に活用し総合効率を高めることができる。一方、発電機のインシヤルコストや燃料費が必要であること、発電機から発生する数百度の廃熱を有効利用するためには、熱交換器が複数必要なこと等の課題がある。また、施設の立地条件によっては適当な施設が近隣になく、電線、熱導管いずれも設置が困難な場合があり、他方、施設の立地が近隣であっても、都市計画の規制や設備費用が高むために設置が困難となる場合もある。

これらの課題に対応するためには、国による積極的な設備導入支援 (補助制度、規制緩和、都市開発諸制度、税制の検討等) を進めるとともに、ごみ焼却施設整備と防災政策と

が連携して事業を進めることが重要である。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- 災害時において、防災拠点となる役所等の施設、病院、避難施設等には安定した電気を継続的に供給する必要がある。CGS だけではなく、蓄電池を使用した施設、廃棄物系バイオマスからの水素の生成等は、必要なときに必要な電気を取り出す貴重な電源となり得るものであり、今後、蓄電という視点からも、バイオマスや水素技術を利用した発電システム等の構築へ技術開発をさらに進める必要がある。
- 都市防災機能強化の観点から、ごみ焼却施設整備と防災政策との連携を高め、必要に応じて相互に協力できる体制を構築していく必要がある。

## (7) 地域の低炭素化を念頭にした計画的な廃棄物エネルギー利活用の推進

### ○はじめに

ごみ焼却施設の廃熱は、古くから温水プール等に利用されてきたが、量的にも用途的にも廃熱を利用する余地はまだ残っている現状があり、ごみ焼却施設から恒常的に排出される熱を、発電に供するのみならず、再生可能エネルギーとして地域の需要施設に供給し、化石燃料の使用量を削減することにより、地域の低炭素化を図る取組が行われつつある。この取組を通じて、地域の活性化及び雇用の創出にも繋がる、ごみ焼却施設からの未利用エネルギーの活用を図ることが期待されている。

### ○現在の状況と課題

経済産業省総合資源エネルギー調査会長期エネルギー需給見通し小委員会（第6回）資料によると、産業部門の未利用熱は、熱源の近くに工場等のまとまった熱需要があることから廃熱利用が進んでいるものの、これまで利用されていない熱を更に活用するためには、初期コストが高く、投資回収年数が長い投資が必要であることが課題として挙げられている。

環境省では、「廃棄物焼却施設の余熱等を利用した地域低炭素化モデル事業」を平成28～32年度の5年間で行う予定としており、ごみ焼却施設から、余熱や発電した電気を地域の需要施設に供給するための付帯設備（熱導管、電力自営線、熱交換器、受電設備等）及び需要施設（余熱等を民間廃棄物処理業者自らが利用する場合に限る）への補助を行うこととしている。熱導管等の付帯設備により余熱等を供給する地域の需要施設は、ごみ焼却施設の立地に応じて、工場、農・漁業施設、公共施設等のうち、特に大規模熱需要施設への余熱供給や複数の需要施設を組み合わせること等による余熱の有効活用を行い、地域の低炭素化を図ることにより、ごみ焼却施設の多面的意義（地域のエネルギー供給拠点としての役割等）の確立が望まれている。

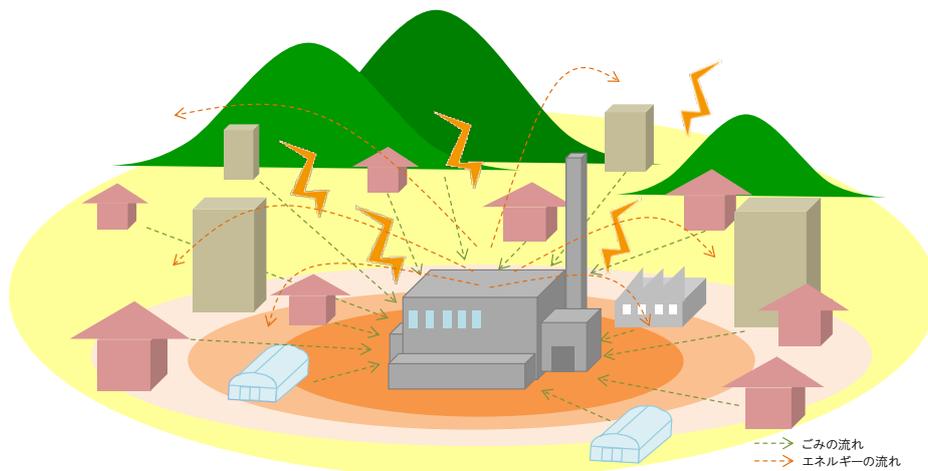


図4-7 地域のエネルギー拠点としてのごみ焼却施設（イメージ）

〔出典：「平成27年度廃棄物発電の高度化支援事業委託業務報告書（平成28年3月（一財）日本環境衛生センター、（公財）廃棄物・3R研究財団）」〕

国立社会保障・人口問題研究所の日本の将来推計人口によると、今後、日本は人口減が加速することが示されている。また、平成 26 年度国土交通白書によると、東京圏への人口の過度の集中の是正も課題として挙がっており、それぞれの地域で住みよい環境を確保して、将来にわたって活力ある日本社会を維持していくため、平成 26 年 11 月に成立した、「まち・ひと・しごと創生法」に基づく都市再生政策として、様々な取組みが進められている。

ごみ処理施設は、一般に迷惑施設として認識される傾向があり、設置等が容易には進まない場合が多いが、地域の特性を活かした低炭素型のまちづくりにごみ焼却施設やごみ燃料化施設等のごみ処理施設が果たす役割は大きく、今後も支援していくことが重要である。

### ○今後の展望と提言

地域活性化と低炭素化は日本における最重要課題の一つであり、その中のごみ処理施設から得られるエネルギーへの期待は大きい。

ごみ処理施設が地域での役割を積極的に果たしていくためには、エネルギー回収の高効率化と、未利用エネルギーの有効活用を進め、エネルギー回収量の増強を進めるとともに、回収したエネルギーの有効利用方策を、事前に計画的に検討し、実現していくことが重要である。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- ごみ処理施設から回収したエネルギーを地域内公共施設等の需要先に供給することにより、電力、熱の地産地消と地域内の低炭素化を実現し、地域の活性化につなげる取組を各地で広げていく必要がある。
- 地域の低炭素化、活性化に資するごみ処理施設を整備していくためには、需要先との連携関係を構築し、エネルギー供給事業の事業形態や地域貢献性などを予め検討し、施設整備と連動したエネルギー利活用を計画的に実現していくことが必要である。

## (8) 産業廃棄物処理低炭素化事業の拡大

### ○はじめに

公益財団法人廃棄物・3R研究財団では、平成28年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（低炭素型廃棄物処理支援事業）として、循環型社会形成推進基本法の基本原則として示されている①リデュース、②リユース、③マテリアル・リサイクル、④サーマル・リサイクルの優先順位に従い、地球温暖化対策に資する高効率の熱回収施設及び燃料製造施設の廃棄物エネルギー利用施設の整備を促進するため、これらの施設を整備する事業に対して、補助金を交付する事業を実施している。

この制度のように、産業廃棄物処理業者に対しての補助は拡充されつつあるが、背景にあるのは、産業廃棄物焼却施設からの発電量が少ないこと及び熱回収率が悪いことである。

### ○現在の状況と課題

平成28年度の廃棄物高効率熱回収事業では、廃棄物燃料製造事業において7件が採択されているが、環境省では、これまでも廃棄物エネルギー導入・低炭素化促進事業として、高効率な廃棄物エネルギー利用施設又はバイオマスエネルギー利用施設の整備事業に対し、補助を実施してきた。その採択事例の一つを次に示す。

#### 事例) バイオマス（木屑）リサイクル事業（「廃棄物処理施設における温暖化対策事業の採択事例」環境省ホームページより）

多様な木質資源の無駄のない利用方法として、再資源化可能な木材についてはパーティクルボード原料としてマテリアルリサイクルし、不向きなものは熱源・動力源としての燃料利用（サーマルリサイクル）により、自工場の全エネルギーを自給自足するものであり、これによって、17,500t-CO<sub>2</sub>/年の削減効果が見込まれている。

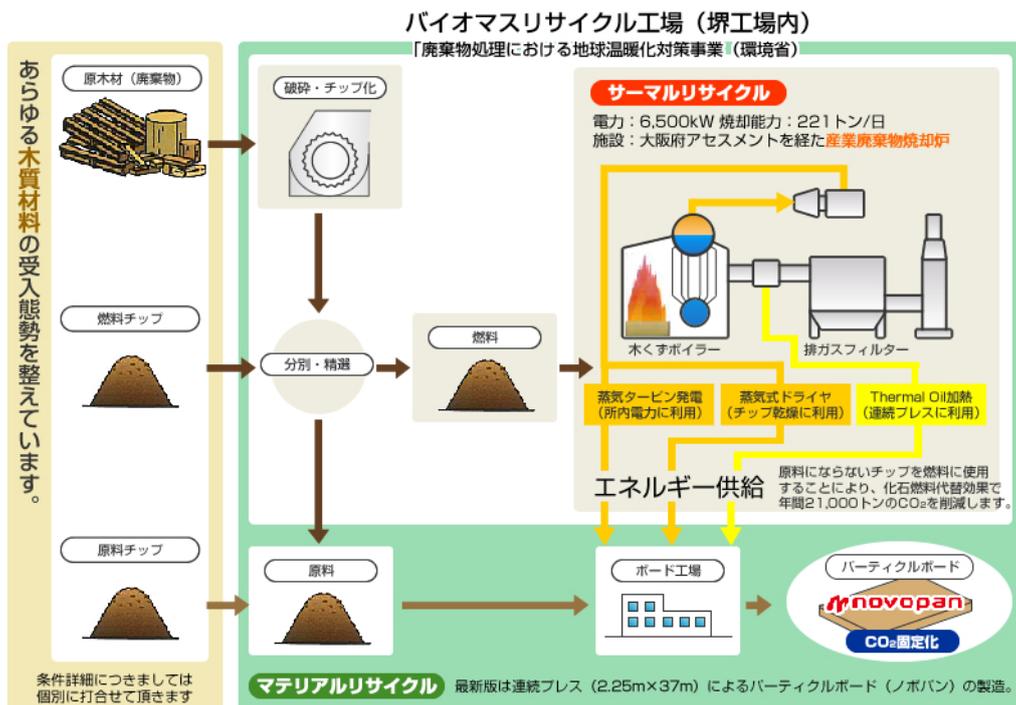


図 4-8 バイオマスリサイクルシステム（出典：日本ノボパン工業（株）ホームページ）

環境省の「一般廃棄物の排出及び処理状況等（2014年度）」によると、一般廃棄物焼却施設 1,162 施設のうち、発電設備を有する施設は 338 施設（2012 年度 318 施設）、全体の 29.1% となっており、まだ少ない状況ではあるものの、近年は増加傾向にあり、2014 年度の総発電能力は 1,907 MW、平均発電効率は 12.8%、総発電電力量は 7,958 GWh となっている。

一方、「廃棄物発電の現状と課題」[国立国会図書館 レファレンス（平成 26 年 5 月号）調査及び立法考査局 農林環境課 鈴木良典]によると、産業廃棄物焼却施設においても、発電は行われているが、小規模な施設が多いため、発電設備を導入しても安定的な発電ができないこと、廃棄物の燃焼ガスに多く含まれる塩化水素により高温になるとボイラーの金属腐食が発生しやすいため、ボイラーの蒸気温度を低く抑えると発電効率が悪くなること等の課題があり、2010 年度に稼働実績があった 1,454 炉のうち、発電を行っている施設は 137 炉と全体の 9%に過ぎず、発電効率も 6.9%（2009 年度）にとどまっている。

### ○今後の展望と提言

廃棄物発電に関する課題は少しずつ改善されており、その一つに廃棄物固形燃料、RDF（Refuse Derived Fuel）や RPF（Refuse Paper and Plastic Fuel）の利用が挙げられている。RDF は、主に家庭ごみ由来の廃棄物中の水分や不純物を取り除いて固め焼却し発電するため、ダイオキシン類の発生しにくい専用の焼却炉で効率よく発電することが可能となる。また、RPF は、産業廃棄物として分別収集された古紙及びプラスチックを主原料とする固形燃料で、原料性質が一般廃棄物と比較して安定しており、低位発熱量も RDF より高い。

このように廃棄物固形燃料は、燃料として扱いやすい（減容化、臭気の抑制）、焼却時の熱効率が高い、ダイオキシン類の排出抑制対策にもなるメリットが挙げられているが、実事業に対する補助がないと頓挫する恐れも指摘されているが、将来的には健全な経営のもとで実施できるよう、自立的なビジネスモデルを構築することが必要である。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- バイオマスとしての産業廃棄物の燃料化を推進することによって、バイオマスメタン発酵、焼却施設での熱回収・発電等を強化することが重要であり、そのための政策・制度面も含めた支援を行う必要がある。また、その際にはその地域の特性を考慮すべきである。
- RPF 等については、燃料の需要側の条件に応じて、含有される塩素分を調整できるような製造方法を確立するなど、さらなる技術改善が必要である。

## (9) 地域バイオマス資源の総合的燃料化

### ○はじめに

平成21年9月に施行された「バイオマス活用推進基本法」に基づき、都道府県及び市町村は、それぞれ都道府県バイオマス活用推進計画、市町村バイオマス活用推進計画を策定するよう努めることとされた。

地域資源を活用した再生可能エネルギー導入拡大への期待が高まる中、産業廃棄物である家畜ふん尿や一般廃棄物である食品残渣等から得られるメタンを活用したバイオマス発電が展開されている。家畜排せつ物は日本で発生する廃棄物系バイオマスの中で最も発生量が多く、2005年現在、日本全体で年間約8,900万トン発生している。

なお、国土交通省では、下水汚泥エネルギー化技術を導入検討する際の手引きとして、「下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン」を公表しているが、その中にはバイオガス化だけではなく、下水汚泥の固形燃料化といった視点も含まれている。

### ○現在の状況と課題

メタン発酵はエネルギー回収技術として有効であるが、重量ベースで考えると、原料のうちガスとして回収されるのは約3%であり、残りの約97%は消化液である。

消化液は化学肥料とほぼ同等の肥料効果があるが、消化液を液肥利用した場合の環境負荷については、農地レベルでは窒素溶脱量が化学肥料とほぼ同等である一方、一酸化二窒素の発生量は化学肥料を施用した場合よりも多く、地球温暖化を助長することが明らかとなっている。しかし、消化液を液肥として利用するメタン発酵システムを一連のプロセスで評価すると、コジェネレーションの導入等の温室効果ガス削減効果により、有効なシステムであるといえる。

こうしたバイオマス発電において生じる液肥は、これまで牧草地や畑に散布して活用されてはきたが、消化液のBODや硝酸態窒素等の数値は高く、余剰の液肥等による地下水汚染が懸念されている。現在の対策としては、各種法令等に基づく適正な水処理を行った後に河川放流等が行われているが、このような水処理を行う場合、処理設備の費用、消化液処理費の割合が大きくなり、メタン発酵施設全体の採算性を悪化させる大きな要因となっている。また、水処理の際に用いられる電気エネルギー量や薬品使用量等の課題もある。

このため、消化液の問題は経済面だけでなく、省エネ・省資源の観点から極めて重要であり、他の処理施設との連携など、関係省庁との連携も視野に入れて取り組む必要がなる。

### ○今後の展望と提言

環境省では、低炭素社会と循環型社会を同時に達成する処理モデルの構築を目的として、家畜ふん尿等のメタン発酵において生じる消化液の処理の課題解決、下水処理場における処理能力の有効活用、バイオガス発電によって得られるエネルギーの有効利用の3つの要

素を連携させ、二酸化炭素削減と消化液の処理を両立させたモデルの実証を平成28年度から実施している。

具体的には、地域内の家畜ふん尿や食品残渣等のメタン発酵にて生じた消化液を下水処理施設で適正に処理することにより、地域環境を保全しながら、メタンを活用したバイオマス発電で得られた電力・熱を下水処理施設等に供給して二酸化炭素削減を図るものであり、「平成 28 年度環境調和型バイオマス資源活用モデル事業委託業務」として、次の2件が採択されている。

#### 事例) 平成 28 年度環境調和型バイオマス資源活用モデル事業の採択事業者と事業概要（環境省及び国土交通省連携事業）

##### ① 熊本市（事業実施場所：熊本市）

熊本市が整備を行う家畜排せつ物処理施設の堆肥生成過程で生じた家畜排せつ物の液状分を下水処理施設の消化タンクに投入し、バイオガスを生成する。バイオガスは、発電機を用いて電力及び熱源として下水処理場内で利用することで、温室効果ガス削減につながる。

##### ② 富士開拓農業協同組合（事業実施場所：富士宮市）

富士開拓農業協同組合管内の家畜排せつ物を原料としたバイオマスプラントにおいて生じた消化液を下水処理場に運搬し、処理する。バイオマスプラントによって発電された電力についてはバイオマスプラント内の利用の他、電力会社の送配電の活用により下水処理場に供給し、消化液の処理に必要なエネルギーとして利用することで、温室効果ガス削減を目指す。

これら業務では、当該モデルが社会実装できるよう、家畜ふん尿等の収集からメタン発酵、発電、電力・熱の利用、消化液の処理全般に係る一連のフローを実証する。本事業の成果物として、バイオガス発電システムより得られた電力・熱の利用により期待される二酸化炭素削減見込み量を推計するとともに、二酸化炭素削減に取り組むに当たっての課題等の整理を行い、実証結果が報告されることとなっている。

下水処理施設との連携による家畜ふん尿・食物残渣等のバイオマス資源の省二酸化炭素かつ低環境負荷である新たな利活用モデルを確立し、液肥による地下水汚染の課題解決モデルを示すことにより、潜在的に同様の問題を抱える全ての自治体に対する波及効果も期待できると考えられる。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- バイオマスとして各資源を有効に使うという視点から、関係省庁間の連携を行い、食品残渣、家畜ふん尿、下水汚泥等の地域で発生する廃棄物を総合的に資源として活用

する技術開発や事業化を推進する必要がある。また、事例のような支援制度のさらなる拡充を図り支援すべきである。

- 各地から発生する産業廃棄物等を有効活用する際には、一定以上の産業廃棄物の量と質を確保する必要がある。その際には、収集運搬や質を調合してエネルギー変換施設に提供するという機能が重要であり、そのような産業廃棄物処理業者を強化するような政策及び支援を行うべきである。例えば、優良認定を得た中間処理業者には、受け入れる廃棄物の保管量の上限を緩和することも検討する必要がある。

## (10) 使用済み電気電子機器等を含む金属スクラップ対策

### ○はじめに

内部に有害物質が含まれた使用済み電気電子機器等が雑多なものと混ぜられた金属スクラップ（以下「雑品スクラップ」という）が、各種リサイクル法等に基づくリサイクルルートを経ずに、かつ、廃棄物処理法の適用も受けずに、有償取引されて輸出されている。

輸送に関する温室効果ガスの排出を踏まえると、排出源の近くで処理をした方が、温室効果ガスの排出が少なく、また、フロンが含まれる機器については温室効果ガスが不適正に放出されている懸念もある。

### ○現在の状況と課題

雑品スクラップの実態については、必ずしも全体が明らかではないが、その中でも家電については、家電リサイクル法対象4品目フロー推計（平成25年度）によれば、161万台がヤード業者によって取り扱われ、155万台が輸出されていると推計されている。

こうした雑品スクラップについては、国内外において火災や有害物質の飛散・流出による環境保全上の支障の懸念があるとともに、輸送に係る温室効果ガスの排出などを踏まえれば、国内において環境保全上適正にリサイクルをする方が望ましいと考えられる。

フロン類を使用している機器については、適切なフロン類の回収をしないことによる温室効果ガスの排出の懸念がある。また、これらの雑品スクラップに含まれるものについては、物理的な性状は廃棄物として扱う場合と変わらないにもかかわらず、有害物質等の適正管理のコストが十分内部化されていないことによる廃棄物処理業者との競争上の不公平も生じている懸念がある。

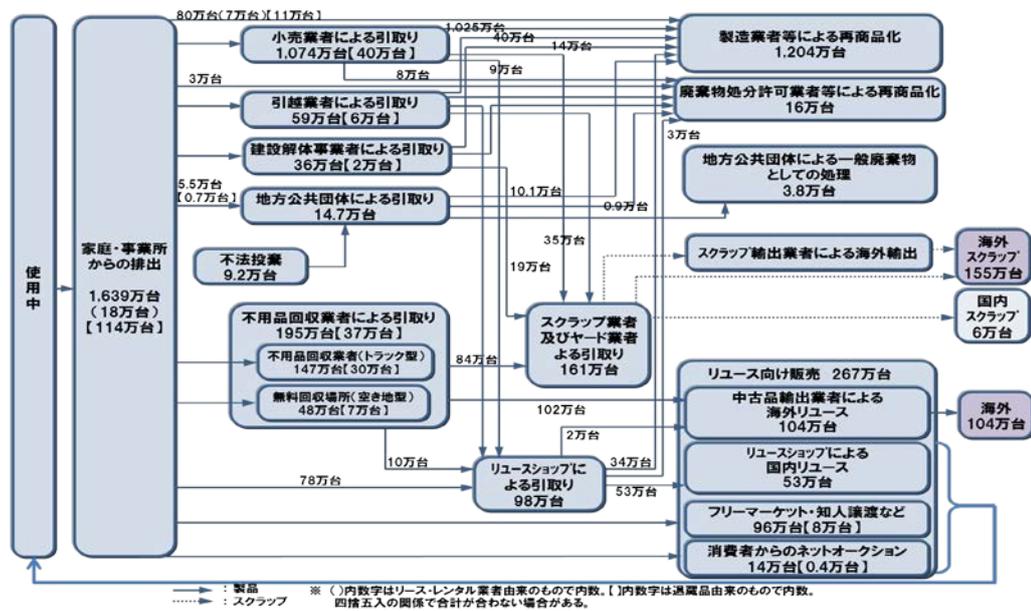


図4-10 使用済家電のフロー推計(25年度、4品目)

「中央環境審議会循環型社会部会 家電リサイクル制度評価検討小委員会、産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会 電気・電子機器リサイクルWG 合同会合(第33回)」(平成27年1月30日)資料

### ○今後の展望と提言

雑品スクラップがスクラップヤード等において不適正に取り扱われることにより、人の健康や生活環境、地球環境に影響が生ずるとともに、適正なりサイクルが空洞化するおそれがあることから、管理を適正化するための仕組みの検討が期待されている。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- 有害物質を含む使用済み電気電子機器等が雑多なものと同様に混ざられた金属スクラップについて、その所在地等の把握、廃棄物処理業者とイコールフィッティングになるような運搬・保管に係る処理基準の遵守、さらには、立入検査、報告徴収及び罰則の適用など必要な措置を講じるべきであり、その過程において、フロン類の発生がゼロに近づくような工夫が必要である。

## (11) エネルギー自立型エコタウンの創生

### ○はじめに

経済産業省及び環境省では、地域の産業蓄積などを活かした環境産業の振興を通じた地域振興及び地域の独自性を踏まえた廃棄物の発生抑制・リサイクルの推進による資源循環型経済社会の構築を目的とした、エコタウン事業を推進してきた。地方自治体が、地域住民、地域産業と連携しつつ取り組む先進的な環境調和型まちづくりを支援するものであり、全国で26のエコタウン承認地域が誕生し、ゼロ・エミッションの実現へ向けた自治体・事業者の取組が展開されてきた。

一方、これとは別の形のエコタウンが各地に広がりつつある。創エネ+省エネにより、エネルギーを地産地消するまちづくりが始まっている。

### ○現在の状況

東日本大震災と福島原子力発電所の事故による電力不足等を契機に、エネルギー問題はさらに関心を高め、各地でエネルギー自立型エコタウン事業が広がりつつある。これらのエコタウンには、要となる安定した電力の供給元が存在し、その周辺にはその電力等を利用する施設が立地している。ここでは、埼玉エコタウンプロジェクトの事例を取り上げる。

### 事例) 埼玉エコタウンプロジェクト(東松山市エコタウンプロジェクト)

埼玉県は、埼玉エコタウンプロジェクトを平成24年に2つのモデル市と3つのイニシアティブ・プロジェクトからスタートさせている。再生可能エネルギーを中心とした「創エネ」と徹底した「省エネ」によりエネルギーの地産地消を具体的に進めるモデルである。

このプロジェクトでは、3段階で展開を図っていくこととしており、数年間で成果を出すことを目途に指定した地域や公共施設において集中的に取組を実施する第1ステップ、向こう5年間で成果を出すことを目途に行政支援により様々な取組を実施していく第2ステップ、5年後から10年後にかけて、市民や企業が主体となり東松山市全域でのエコタウンプロジェクトの展開を図る第3ステップ、この3段階でプロジェクトの展開を図っていくこととしている。

公共施設においては、総合福祉エリアに太陽光発電設備、太陽熱利用設備及び蓄電池を設置し、市民病院にも太陽光発電設備及び蓄電池を設置することにより、施設のエネルギー自立度を高め、災害時の機能強化を図っている。さらに、この地域では民間主体のメガソーラー、東松山かがやき発電所が設置されている。また、総合福祉エリア、市民病院においてはBEMSを利用した省エネに努めている。



図 4-11 東松山市のエネルギー自立型エコタウンの例  
(出典：埼玉県ホームページ)

### ○今後の展望と提言

国のエコタウン事業については、環境省の有識者等による研究会における調査結果（平成21年7月報道発表資料）において、全国のエコタウンに投入された循環資源は高い効率での利活用が行われていることが確認されている。しかし、原料が安定的に確保できないこと（入口）、再商品化製品が市場で売れないこと（出口）により、事業の採算が取れない事業者が存在することが課題として挙がっている。

（公財）廃棄物・3R 研究財団では、地域循環圏の形成に取り組む自治体・民間団体や、エコタウン等において3R事業に取り組む自治体・民間団体を対象に、地域資源の循環利用及び低炭素化に資するモデル的な取組を進めるためのFS（Feasibility Study）調査及び同調査を踏まえた事業化計画策定に要する経費に対して補助する事業を実施しており、平成28年度は10件が採択されている。今後も同様の補助事業による支援が行われることが期待される。

エネルギーを地産地消する発電施設としては、廃棄物、バイオマスも有力な電源となり得る。このようなまちづくりは今後も広がっていくことが期待されている。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- エネルギーを地域内に供給する施設を核とし、循環と低炭素の両立を図るエコタウンをさらに推進することが重要である。そのためには、官民連携によってFS調査を支援し、制度の強化を図ることが重要である。

## (12) エネルギー需給のこれからの展望

### ○はじめに

経済産業省の長期エネルギー需給の見通し（平成 27 年 7 月）によると、2030 年度のエネルギー需給構造の見通しは、エネルギーの安定供給を第一とし、経済効率性の向上による低コストでのエネルギー供給の実現と同時に、環境への適合を図るという方針に基づいている。安全性、安定供給、経済効率性及び環境適合を同時達成するためには、バランスの取れた電源構成とする必要がある。図 4-12-1 に示す各種電源別のライフサイクルによると、1 kw あたりのライフサイクル二酸化炭素排出量は、原子力発電において少ないものであり、低炭素化という意味において原子力発電は推進されている。しかし、廃炉に伴う作業等も今後避けて通ることはできない。そこで、ここでは原子力発電所からの低濃度放射性廃棄物の適正処理について取り上げる。

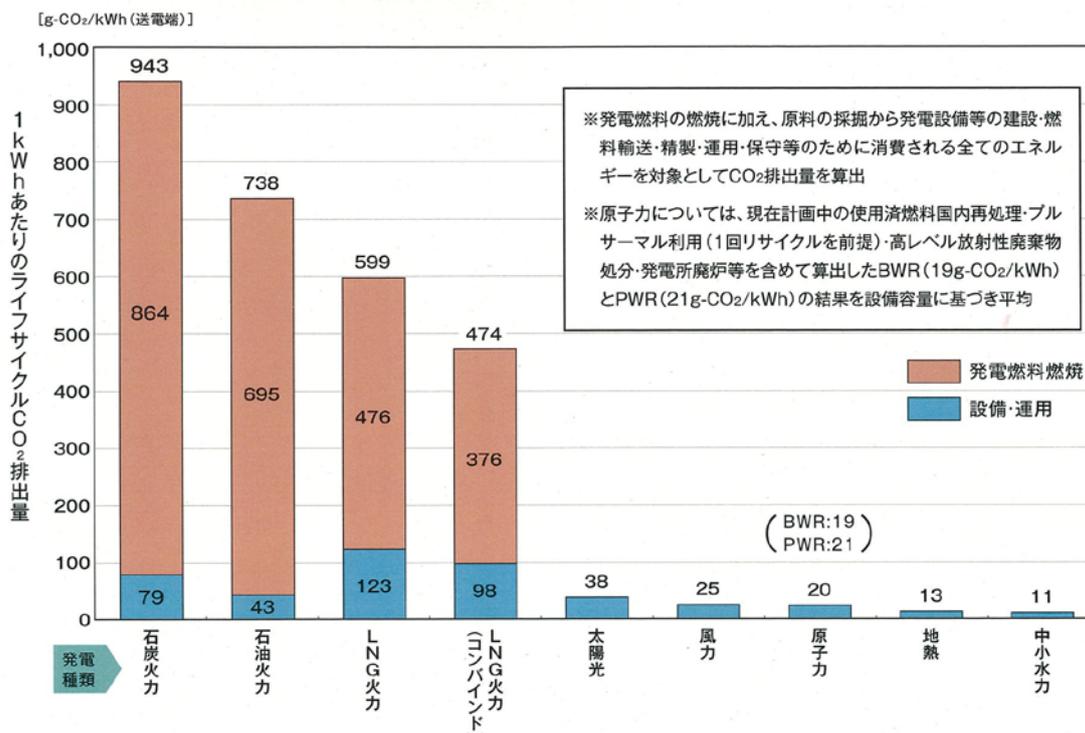


図 4-12-1 各種電源別のライフサイクル

(出典：電気事業連合会 原子力・エネルギー図面集 2015)

### ○電力需要及び電源構成の見通し

2030 年度の電力需要及び電源構成の見通しでは、図 4-12-2 に示すように、LNG 約 27%、石炭火力約 26%、再生可能エネルギー約 22~24%、原子力約 20~22% と推計されており、原子力発電は、重要なベースロード電源と位置付けられている。今後、これらの稼働が順調に進捗するかは不確かな部分もあると考えられるが、安全性の確保を全てに優先し、原

子力規制委員会により規制基準に適合すると認められた場合には、再稼働を進める方針が示されている。

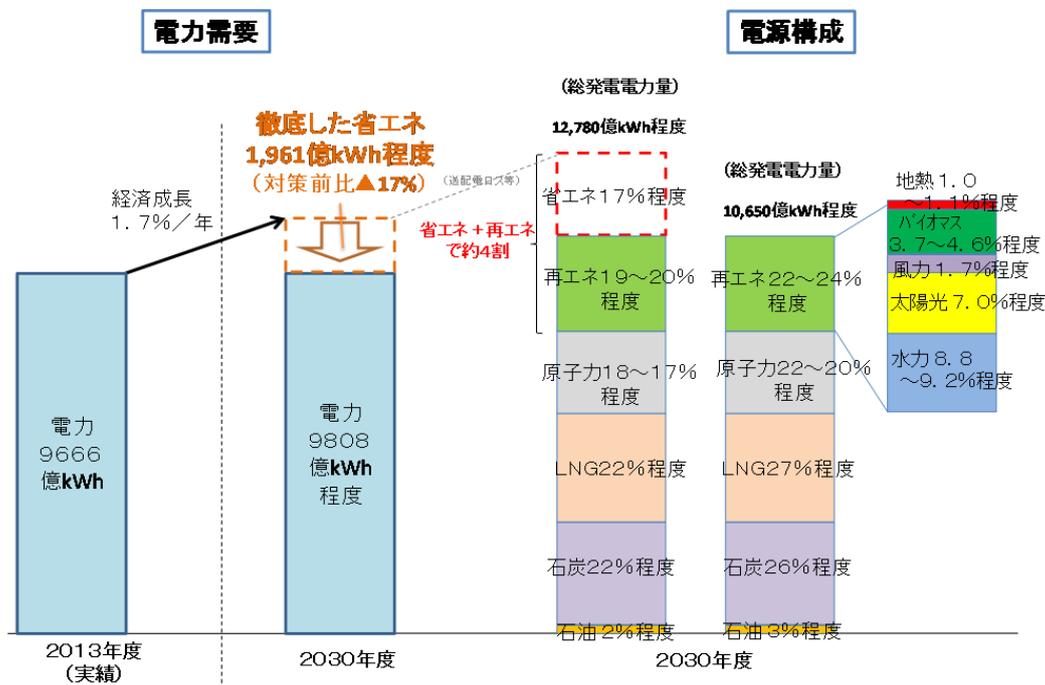


図 4-12-2 2030 年度の電力の需給構造見通し

(出典：平成 27 年 7 月 経済産業省 長期エネルギー需給の見通し)

### ○現在の状況

平成 17 年 5 月「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」が改正され、放射性物質の濃度が極めて低い放射性廃棄物について、国の確認を受けたものは通常の廃棄物と同様に再生利用や処分を行うことを可能にするクリアランス制度が導入された。

経済産業省総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会廃棄物安全小委員会において、原子力安全・保安院（現原子力規制委員会）が、平成 23 年 1 月に検討した「クリアランス制度の施行状況の検討結果について（案）」によると、日本におけるクリアランス制度は、実用及び研究開発段階の発電用原子炉の設置者が当該原子炉を設置した工場等において用いた資材その他の物のうち金属くず、コンクリートの破片及び一部のガラスくずに含まれる放射性物質について、33 核種ごとにクリアランスレベルを定めている。

諸外国と日本のクリアランス制度についての抜粋を表 4-12 に示す（一覧は参考資料として巻末に示す）。この中で、代表的な放射性核種の一つであるコバルト 60 の規制値は、再利用・再使用（無条件）において 100Bq/kg (0.1Bq/g) となっているが、これは諸外国と比較して厳しい数値となっている。諸外国や EU 勧告では、再利用、再使用、処分等の用途によって、規制値を決めており、用途を限定した使用が可能となっている。

表 4-12 諸外国のクリアランス制度について

出典：平成 23 年 1 月 21 日原子力安全・保安院 クリアランス制度の施行状況の検討結果について（案）より抜粋

	アメリカ	ドイツ	英国	フランス	EU勧告	日本
クリアランスレベルの制度化の有無	無 (個別審査)	有	有	無 (廃棄物ゾーニング)	-	有
対象物	建物、機器、スクラップ	瓦礫、地面、金属、建屋、固体状物質、液体	金属、コンクリート	コンクリート	鉄、アルミ、銅、建屋、コンクリート片、一般物	金属 コンクリート ガラス
条件	再利用（無条件）	再利用（無条件、条件付：金属は溶融、建屋は解体） 再使用（建屋） 処分（埋立）	再利用（無条件） 処分（埋立）	再利用（無条件）	再利用（無条件、条件付：建屋は解体） 再使用（建屋）	再利用 処分（埋立）
規制値	天然U、 <sup>238</sup> U等 平均 0.83Bq/cm <sup>2</sup>  TRU、 <sup>226</sup> Ra等 平均 0.017Bq/cm <sup>2</sup>  天然Th、 <sup>90</sup> Sr等 平均 0.17 Bq/cm <sup>2</sup>  $\beta$ 、 $\gamma$ 核種（上記以外） 平均 0.83Bq/cm <sup>2</sup>  ただし、1dpm=0.017Bq（dps）として換算。換算根拠：原子力安全委員会「主な原子炉施設におけるクリアランスレベルについて」	305核種ごとに設定 (以下は例)  再利用（無条件） <sup>60</sup> Co（瓦礫） 0.09Bq/g <sup>60</sup> Co（地面） 0.03Bq/g <sup>60</sup> Co（液体） 0.1Bq/g <sup>60</sup> Co（固体状物質） 0.1Bq/g 1Bq/cm <sup>2</sup>  再利用（条件付） <sup>60</sup> Co（金属） 0.6Bq/g <sup>60</sup> Co（建屋） 3Bq/cm <sup>2</sup>  再使用 <sup>60</sup> Co（建屋） 0.4Bq/cm <sup>2</sup>  処分 <sup>60</sup> Co（液体） 4Bq/g <sup>60</sup> Co（固体状物質） 4Bq/g 1Bq/cm <sup>2</sup>	再利用（処分）  0.4Bq/g	再利用 一般廃棄物ゾーン※  ※施設の設計、運転規則、使用履歴に基づき、放射性物質との接触があるかないかによって、原子力廃棄物ゾーンと一般廃棄物ゾーンに区分される	104核種ごとに設定 (以下は例) 再利用 <sup>60</sup> Co（鉄、アルミ、銅） 1Bq/g 10Bq/cm <sup>2</sup> 再使用 <sup>60</sup> Co（鉄、アルミ、銅） 1Bq/cm <sup>2</sup> 再利用 <sup>60</sup> Co（建屋解体） 1Bq/cm <sup>2</sup> <sup>60</sup> Co（コンクリート片） 0.1Bq/cm <sup>2</sup> 再使用 <sup>60</sup> Co（建屋） 1Bq/cm <sup>2</sup>  一般廃棄物については、197核種ごとに設定（以下は例） <sup>60</sup> Co（一般物） 0.1Bq/g	33核種ごとに設定 (以下は例) 再利用・再使用（無条件） <sup>3</sup> H 100Bq/g <sup>54</sup> Mn 0.1Bq/g <sup>60</sup> Co 0.1Bq/g <sup>90</sup> Sr 1Bq/g <sup>134</sup> Cs 0.1Bq/g <sup>137</sup> Cs 0.1Bq/g <sup>152</sup> Eu 0.1Bq/g <sup>154</sup> Eu 0.1Bq/g <sup>239</sup> Pu 0.1Bq/g <sup>241</sup> Am 0.1Bq/g

## ○今後の展望と提言

「クリアランス制度の施行状況の検討結果について（案）」によると、電力会社からは、当面、電力業界内等の限定的な再生利用を進める方針であるが、クリアランスされた後の資源が市場に出ていく仕組みの構築及び関係省庁の連携等の必要性について意見が示されている。クリアランス制度は、クリアランス物が通常の廃棄物等と同様に再生利用や処分されるようにすることを目的とする制度であり、クリアランス制度の安全性について国民や社会の更なる理解を得るための方策を検討する必要がある。

クリアランス制度の適用事例については、原子力規制委員会のホームページによると、平成28年7月現在、日本原子力発電株式会社、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、中部電力株式会社の3事例しかない。今回の福島第一原子力発電所の事故後の対策の経験を踏まえ、クリアランスレベルを上回るものであっても、適切な管理のもとに路盤材などとして再利用の可能なものについては、その促進策が検討されることが望ましい。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- 現在のクリアランス制度について周知を図り、適切に再利用が進むよう、合意形成の前進に向けて社会的に努力する必要がある。

### (13) 海外への展開

#### ○はじめに

3Rにはじまる廃棄物に関する日本の循環産業は、世界的にも優れた技術であり、海外インフラへの展開が行われているところであるが、廃棄物に関する技術は、エネルギー的にも有利な点が認められ、途上国だけでなく、欧州等の先進国にも輸出している。これら循環産業を支援する中で、温室効果ガス削減技術、製品、システム、サービス、インフラ等の普及や対策を実施し、実現した温室効果ガス排出削減・吸収への日本の貢献を定量的に評価し、削減目標の達成に活用するため、JCMを構築・実施していくことは、有効な手段であると考えられている。

#### ○現在の状況

日本と同様に多くの国でも埋立処分場の逼迫の問題があり、処分量の減容化が望まれている。日本のごみ焼却発電、下水汚泥、食品廃棄物や農業系残渣等のバイオマスエネルギーの利用は処分量を減容化できるだけでなく、発電や熱回収ができるため、特に途上国のエネルギー需要の高まりにも貢献できる有力な技術となり得る。環境省ではこれらのFS調査等の支援をしており、都市間の連携した事業や産業廃棄物処理業者の積極的な海外進出が始まっている。ここでは次の2つの事例を紹介する。

#### 事例1) ベトナム社会主義共和国ホーチミン市における固形廃棄物の統合型エネルギー回収事業 [平成24～25年度] (環境省及び大阪市ホームページより)

日立造船(株)が申請企業となり、大阪市環境局、公益財団法人地球環境センター、(株)エックス都市研究所と共同で行った事業であり、ホーチミン市の都市ごみを主たる対象とし、この適正処理及び有効利用の促進を目的としている。

ホーチミン市の都市ごみの現状は、大部分が埋立処分となっている。現地政府は、環境問題、廃棄物問題への対策を行うことが急務であると認識しており、国家計画の策定が行われたところである。このような現地の状況を受け、日本で広く行われている一般廃棄物の焼却発電事業全体を都市インフラの1つと位置付け、施設の導入だけではなく、施設の適切な運営、さらに処理事業へとパッケージ化した「固形廃棄物の統合型エネルギー事業」としての導入を目指すものである。その全体イメージを図4-13に示す。

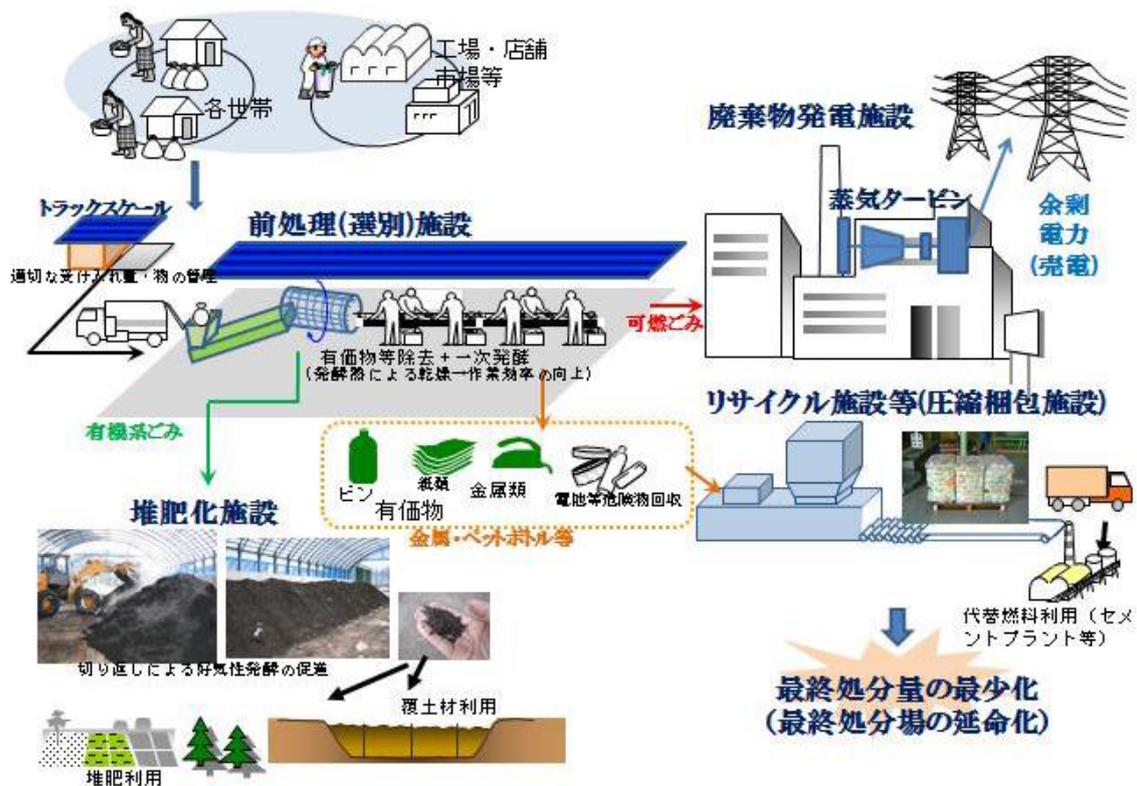


図 4-13 「固形廃棄物の統合型エネルギー事業」のイメージフロー

[出典：ホーチミン市における固形廃棄物の統合型エネルギー回収事業報告書（日立造船（株）環境省ホームページ）]

また、大阪市とホーチミン市は、これまでもビジネスパートナー都市として様々な分野で支援・交流を続けてきており、平成25年度にはJCMの活用を念頭に、「ホーチミン市・大阪市低炭素都市形成に向けた覚書」、平成28年度には「ホーチミン市低炭素都市形成の実現に向けたホーチミン市－大阪市の協力関係に関する覚書」を交換し、「ホーチミン市気候変動対策実行計画（2016-2020年）」の策定や様々なプロジェクトを創出してきた成果を活かし、ホーチミン市におけるさらなるプロジェクトの創出・実現を目指していくことを確認している。

事例 2) ミャンマー国でのごみ焼却発電プラントを受注 [平成 24~25 年度] (平成 27 年 11 月 12 日 JFE エンジニアリング (以下 JFE 社) ニュースリリースより)

JFE 社が申請企業となり、日本工営 (株)、(株) コーエイ総合研究所と共同で行った事業、「ミャンマー国グレーターヤンゴンにおける循環型社会形成支援及び廃棄物発電事業の実施可能性調査」等、JFE 社は廃棄物処理の適正化に向けた調査を実施し、最適な処理方法を検討してきた。これらが評価され、ミャンマー国と日本国との間の JCM を活用しヤンゴン市が建設する、同国初のごみ焼却発電プラントを受注した。本件は、ごみ焼却発電プロジ

ェクトとして JCM を適用する第 1 号案件であり、またミャンマー国初の JCM プロジェクトとなる。JFE 社はごみ焼却発電プラントの設計・建設を行い、2017 年の完成後、ヤンゴン市が運転を行うものである。

ヤンゴン市では、現状日量約 1,600 トン排出されるごみが、処分場に直接埋立られており、急速な経済発展に伴うごみ排出量の増加に対応できる適切な処理施設の整備が急務になっている。このプラントは、日量 60 トンの廃棄物を焼却処理し、年間約 5,200 MWh の発電を行う。これにより、ミャンマーで不足する電力を補うとともに、年間のエネルギー起源二酸化炭素排出量が約 2,400 トン削減されることとなる。

このプロジェクトをはじめとして、インフラ整備が喫緊の課題となっているミャンマー国において、橋梁や上水、下水プラントなど幅広い商品技術を提供し、同国の経済発展に貢献していくこととしている。

### ○今後の展望と提言

日本の約束草案によると、JCMの他にも国際貢献として、産業界による取組を通じた優れた技術の普及等により2030年度に全世界で少なくとも10億t-CO<sub>2</sub>の排出削減ポテンシャルが見込まれている。日本の2R、3Rに関する技術は、世界的にも優位性があり、低炭素化という意味でも非常に重要な役割を果たすことから、その優位性を活かした海外展開を行うことが期待されている。併せて、途上国の排出削減に関する技術開発の推進及び普及、人材育成等の国際貢献についても、積極的に取り組むことが示されている。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- 途上国における廃棄物の諸問題は、今後さらに重大なものとなってくる。日本の2R、3Rに関する技術が低炭素化の側面でも大きな役割も果たすことから、海外への展開はますます重要となる。そのためには、廃棄物業界の持っている技術面だけでなく、行政が持っている制度・運営面もパッケージ化した内容で提供することが重要であり、官民連携を強化する必要がある。

## 5. 2050年以降に向けて

### (1) 総論

#### ○はじめに

パリ協定や昨年7月に国連に提出した「日本の約束草案」を踏まえ、「地球温暖化対策計画」が閣議決定されており、計画では、中期目標として2030年度に2013年度比で26%削減する、長期目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指すことを位置付けている。特に2050年の目標を達成するためには、これまでとは次元の異なる中長期的な技術開発及び社会システムの抜本的な変化が必要であると考えられる。また、IPCCの報告によると、2100年までの温度上昇を2℃以内に抑える目標の達成には、二酸化炭素排出量をマイナスとする、いわゆる「ネガティブ・エミッション」を実現することが必要であることが示唆されている。

#### ○人口の展望

平成27年国勢調査の結果によると、日本の人口は1億2,700万人であり、大正9年の調査以来、はじめての人口減少となっている。国立社会保障・人口問題研究所の日本の将来推計人口によると、2050年の人口は約9,700万人、高齢化率（総人口に対する65歳以上人口の割合）は38.8%となっており、都市及び地域は縮小することが予想されている。今後、都市や地域の縮小に伴い、平成25年度で既に800万戸あるとされている空き家は、それに伴いさらに増え、大量の廃棄物が生じることが懸念されている。

#### ○科学技術の展望

第5期科学技術基本計画によると、新しい価値やサービスが次々と創出される「超スマート社会」を世界に先駆けて実現するための仕組み作りの強化を図り、これを様々な分野に広げていく目標が掲げられている。これら技術としては、ネットワークの高度化、ビッグデータ解析技術、IoT及びAI等の発展によるサイバー空間と現実空間の融合、ロボット技術等が考えられる。また、化石燃料を使わない動力源の利用も期待される。

超スマート社会においては、従来のものづくりやエネルギー等の価値が、分野の枠を越えて相互に作用することで、あらゆる人に高度なサービスの提供が可能となる。例えば、廃棄物の分野における地球温暖化対策の重要な項目の一つである廃棄物の収集運搬においては、再生可能エネルギーにより創生した水素を燃料とした水素自動車を使用することにより、二酸化炭素排出ゼロの収集運搬の可能性も見えてくる。また、収集運搬のルート選択においても、AIによる最適なルート選択、無人運転等の技術により、これまでよりもエネルギー消費量を大きく低減させることができると考えられる。

中間処理においても、施設内におけるFEMSの整備、ロボット技術、IoT及びAIの応用によって、二酸化炭素排出量やエネルギー消費量を大幅に削減できる可能性やCCSをはじめとする二酸化炭素貯留技術の活用も期待されている。

## ○自然災害と災害廃棄物の展望

国土交通省や気象庁によると、近年、自然災害につながる可能性のある日降水量 100～200 mm 以上の降水が発生する日数や短時間強雨の発生回数については、増加傾向にあることが報告されており、その原因として地球温暖化の可能性が指摘されている。また、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第三次評価報告書においても、「中・高緯度域の大部分、特に北半球において、年総降水量に占める大雨や極端な降水現象による降水量の割合が増えつつある可能性が高い」という見解が発表されている。台風についても、海水温の上昇等によって、強い勢力のまま日本に接近する台風が増えるといった予測もあり、今後、ますます極端な気象現象や風水害の発生が懸念される。

さらに、東日本大震災や熊本地震をはじめ、今後も東海地震、東南海地震、南海トラフ地震、活断層による直下型地震など、日本の全ての地域において、地震による大規模な災害がいつ起こってもおかしくない状況にあると考えられており、これら地震に対する災害も避けることはできないものと考えられる。

これらの災害発生時には、大量の廃棄物が発生する。災害廃棄物の分別、破碎、焼却等をどのように低炭素に行うことができるかということは、重要な課題である。また、災害廃棄物の処理の停滞が復興への大きな妨げとなることは、これまでの経験からも明らかであり、都道府県の枠を越えた対応を考えておく必要がある。実際に 1995 年の阪神・淡路大震災時には、兵庫県下の災害廃棄物の最終処分のうち、36%を大阪湾フェニックス処分地で行っており、復興が進む大きな要因であったと考えられている。

環境省では、平成 25 年度から「巨大地震発生時における災害廃棄物対策検討委員会」〔平成 27 年度より「大規模災害発生時における災害廃棄物対策検討会」に改称。〕（座長：酒井伸一 京都大学環境安全保健機構附属環境科学センター センター長）を設置し検討をすすめており、平成 26 年 3 月から「巨大災害発生時における災害廃棄物対策のグランドデザインについて」として中間的なとりまとめを行った。その中で、今後の具体的な課題の検討の進め方について、次の 5 つに区分して整理し提言されている。

- ① 全国単位での災害廃棄物処理体制の構築に向けた検討
- ② 地域ブロック単位での先買い廃棄物処理体制の構築に向けた検討
- ③ 制度的・財政的な対応に関する検討
- ④ 積極的な情報発信と人材育成・体制の強化に関する検討
- ⑤ 災害廃棄物処理システムや技術に関する検討

これらの提言を踏まえ、環境省ではその後取組が進められている。特に、①については「災害廃棄物処理支援ネットワーク (D. Waste-Net)」として平成 27 年 9 月に発足しており、国が集約する知見・技術を有効に活用し、災害対応力向上につながる事が期待されている。また、②については全国 8 つの地域ブロックにおいて地方環境事務所が中心となった地域ブロック協議会等を設置し、「大規模災害発生時における災害廃棄物対策行動計画」の

策定に向けた議論が行われている。このように都道府県の枠を越えた処理の体制の構築に向けて、一刻も早い体制の構築が必要である。

### ○ネガティブ・エミッションへの展望

環境省環境研究総合推進費戦略的研究開発プロジェクトS-10では、地球規模の気候変動リスク管理戦略の構築に関する総合的研究を実施している。その刊行物、ICA-RUS REPORT 2014において、独立行政法人国立環境研究所加藤悦史らは「ネガティブ・エミッション」と題した報告を行っている。

それによると、海洋におけるプランクトンの光合成増加の促進、二酸化炭素の直接空気回収、植林や土地利用の改善、二酸化炭素回収貯留（CCS：Carbon Capture and Storage）やバイオエネルギー・二酸化炭素回収貯留（BECCS：Bio-energy with Carbon Capture and Storage）等の二酸化炭素除去技術（CDR：Carbon Dioxide Removal）のいずれのオプションについて、地球環境研究を実施しているコミュニティの中でその実施を積極的に推進するという意見の一致には、現時点では至っていないことが報告されている。また、IPCC気候工学専門家会合の報告書においても、実施を慎重に検討すべき研究領域であるとの認識となっている。いずれのオプションであっても、大規模実施時には、環境影響が考えられるため、その評価にあたっては注意が必要である。

#### ① 植林

植林による地球温暖化緩和効果は、これまでのモデル研究によると、低緯度では植林による二酸化炭素吸収効果の寄与が上回るが、高緯度では反射率の高い雪面を植生で覆うことで多くの日射エネルギーが吸収されるようになり、二酸化炭素吸収による緩和効果よりも加温効果の方が量的に勝る場合もあるとされている。また、大規模な植林を実施する可能性を検討するには、緩和効果以外に様々な影響をもたらす可能性を考慮し、地域の水収支、気候調節、生物多様性等を把握しておく必要がある。

#### ② CCS

CCSは、二酸化炭素を分離・回収し、それを地中や海洋等に長期間にわたり安定的に貯留・隔離することにより、大気中への二酸化炭素放出を抑制する技術であり、全体の仕組みとしては、図5-1-1に示すとおりである。

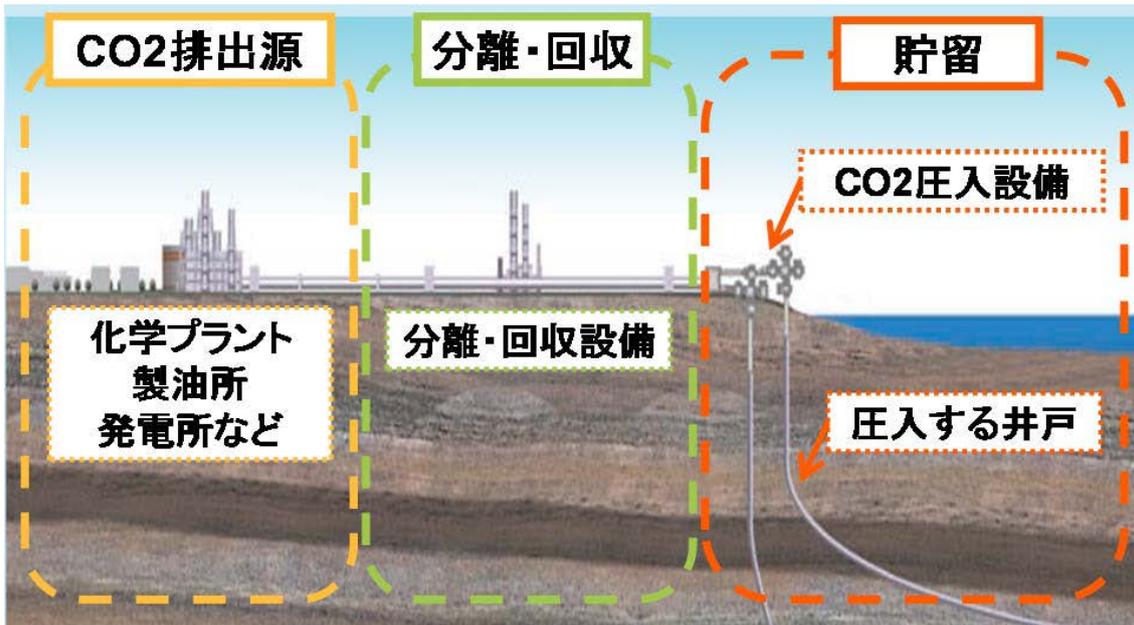


図5-1-1 CCSのイメージ図 (出典: 経済産業省 平成27年行政事業レビュー「公開プロセス」二酸化炭素削減技術実証事業 参考資料)

CCSは、二酸化炭素の分離・回収、輸送、圧入及び貯留というプロセスから構成される。そのうち、二酸化炭素の分離・回収は、CCSの技術開発の中核の1つに挙げられる技術で、化学吸収法、物理吸収法、膜分離法、物理吸着法及び深冷分離法がある。もう1つの中核技術である二酸化炭素貯留には地中貯留と海洋隔離がある。地中貯留には、帯水層貯留、石油・ガス増進回収、枯渇油・ガス層田貯留及び炭層固定がある。海洋隔離には希釈溶解法や深海底貯留法があるが、廃棄物その他の投棄による海洋汚染の防止に関する条約（通称ロンドン条約）のため、海洋底地下を除き、海洋への直接隔離は実施されていない。

CCSは、小規模施設には不適であると考えられ、大規模エネルギー利用箇所での適用が優先的であると考えられる。現在は、大規模火力発電での実証試験が始まったところであり、技術的課題や経済性についての検証が行われつつある。

経済産業省のCCSのあり方に向けた有識者懇談会（第1回）[座長：松橋隆治 東京大学大学院工学系研究科教授]、公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）の資料、「二酸化炭素の回収、貯留、地上隔離の技術戦略マップ」（図5-1-2）によると、適用範囲を拡大し、産業廃棄物処理施設での利用を検討する段階はかなり先の話であると考えられる。

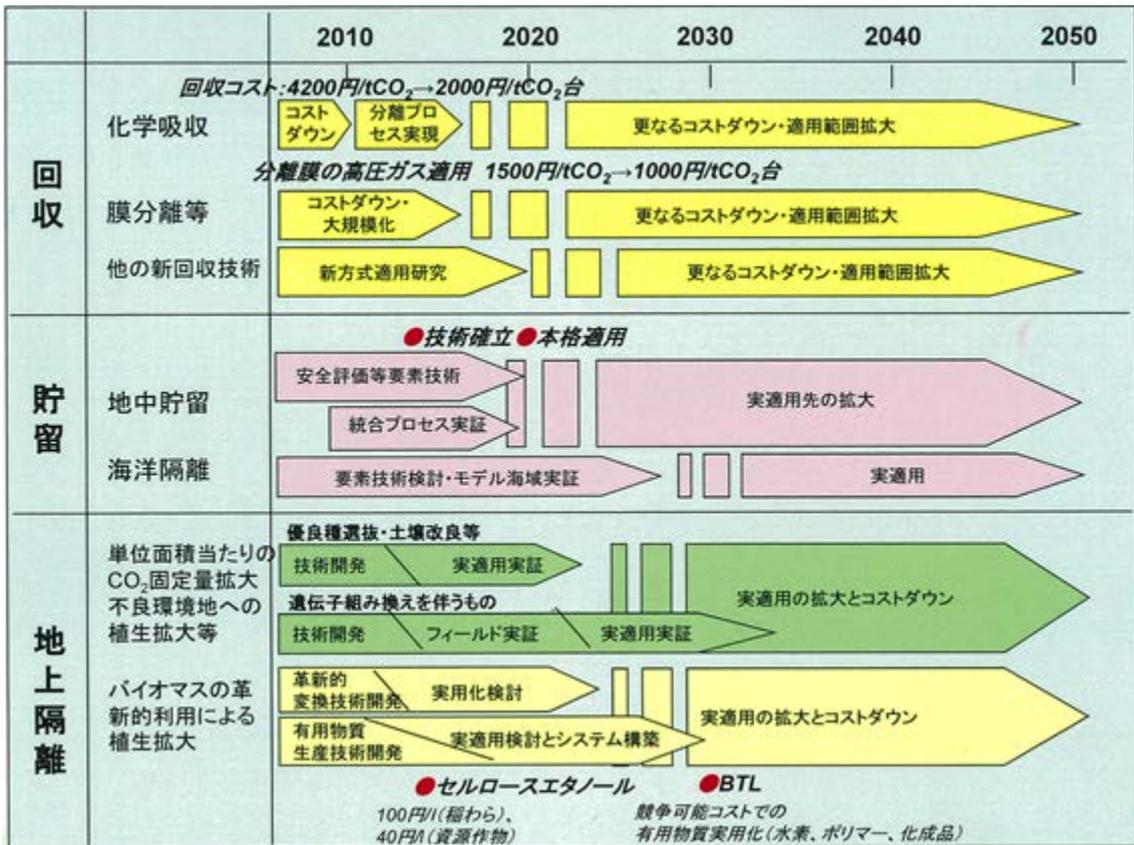


図5-1-2 二酸化炭素の回収、貯留、地上隔離の技術戦略マップ

[出典：経済産業省CCSのあり方に向けた有識者懇談会（第1回）、RITEの資料]

### ③ BECCS

BECCSは、バイオマスを燃焼することによるエネルギー生成とCCSの2つの緩和オプションを組み合わせた技術であり、バイオマスのエネルギー利用プロセスをCCSと組み合わせることによって、大気中の二酸化炭素を植物によって回収し、その燃焼過程において発生する二酸化炭素を地層に恒久的に貯蔵する技術である。バイオマスによるエネルギー利用において、バイオマス単体を燃料として利用することに加え、石炭と混合し燃焼させることもある。

「ネガティブ・エミッション」の報告によると、BECCSはネガティブ・エミッション技術の選択肢の中で、近い将来の利用において、コスト・技術的な面で最も潜在能力がある技術であると考えられている。このような観点からネガティブ・エミッションの柱として多くの統合評価モデルの地球温暖化対策シナリオにおいて用いられている。また、大規模BECCSの影響評価としては、水・食料・エネルギー間の相互作用の観点からのリスク評価が望まれている。特に、気候変動下での水資源変動によるバイオエネルギー生産に必要な水の制約、肥料投入による生態系への影響などを統合的に把握する必要がある。

## ○水素エネルギーの展望

資源エネルギー庁では、水素・燃料電池戦略協議会を設置し[座長：柏木孝夫 東京工業大学特命教授]、水素・燃料電池戦略ロードマップを平成26年6月にとりまとめており、その改訂版が平成28年3月に公表されている。その概要を図5-1-3に示す（参考資料に詳細を記載した）。

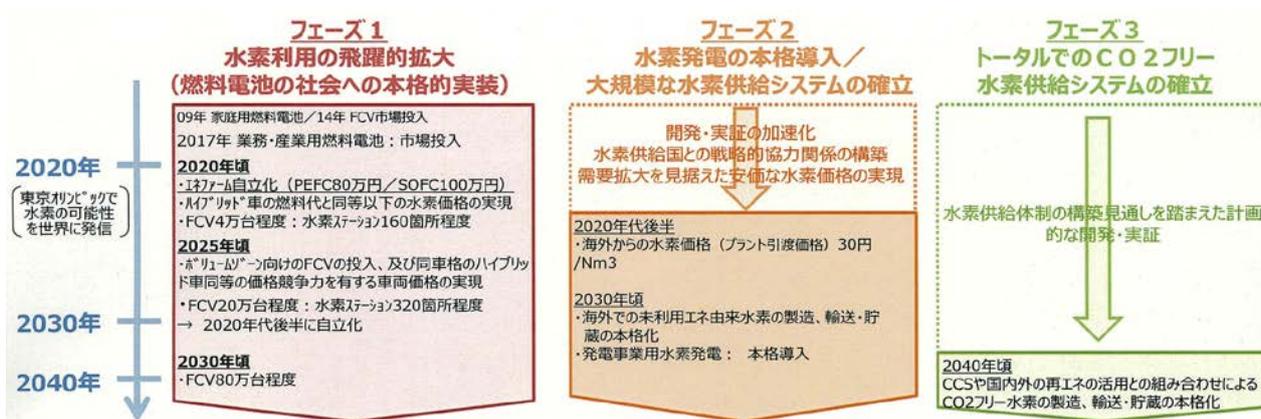


図5-1-3 水素・燃料電池戦略ロードマップ

(出典：水素・燃料電池戦略協議会資料)

日本の燃料電池分野における特許出願件数は世界1位であり、諸外国を大きく引き離していること、水素・燃料電池関連の市場規模は2050年に8兆円規模と試算されていること等、水素エネルギー利活用分野における日本の競争力は高いと言えるが、今後、技術面、コスト面、整備・制度面等の課題を解決できるかどうかを鍵になると考えられている。

## ○展望のまとめ

2050年には、地球温暖化の影響によると思われる現象が至る所で表面化することが懸念される。国連によると世界の人口の推定値は約97億人であり、資源、食糧、水、廃棄物等の問題が深刻化している可能性も否定できない。これらの問題や国際情勢等については、不確実性も大きく、明確な展望はできないが、2050年に向けての各技術のロードマップ(図5-1-4)によると、概ね2030年頃までには、CCS、水素関連技術の技術確立及び適用が始まっており、AI及びロボット関連技術も進歩していることが予測され、これらによって解決できる問題も大いにあると考えられる。産団連としてもそのような技術を積極的に推進し、支援する所存である。

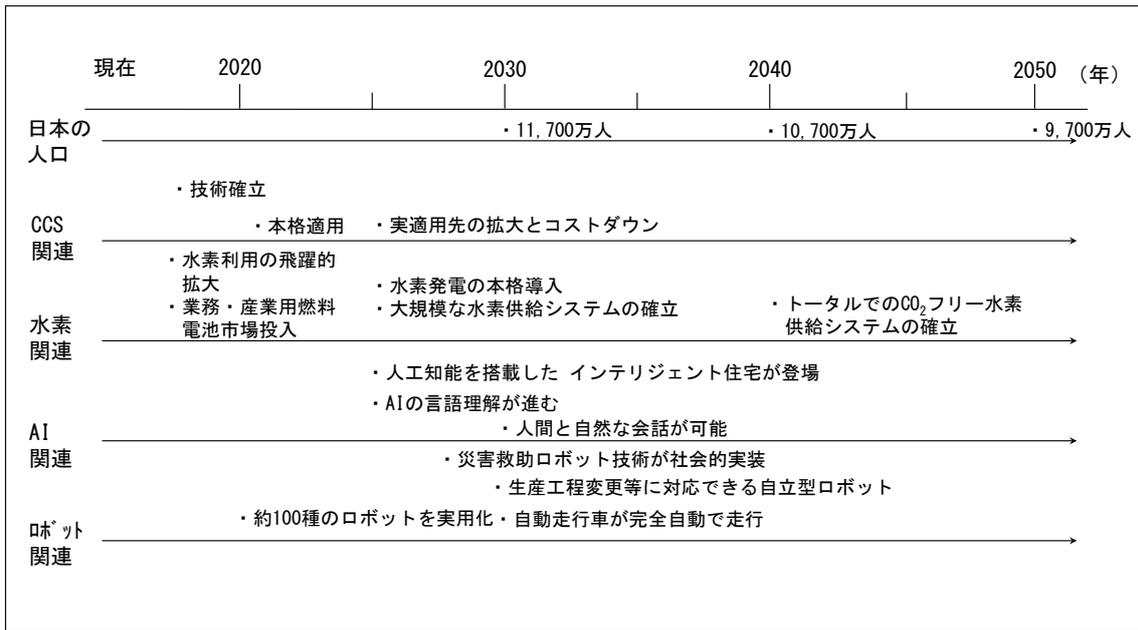


図5-1-4 2050年に向けての各技術のロードマップ

[出典：国立社会保障・人口問題研究所、経済産業省CCSのあり方に向けた有識者懇談会（第1回）RITE資料、水素・燃料電池戦略協議会資料、平成27年版 情報通信白書]

## (2) 低炭素化に向けた研究・実証

### i) CCS 及び BECCS

#### ○はじめに

火力発電所等の大規模発生源での二酸化炭素濃度の高い排ガスからの二酸化炭素を回収し、地中などに貯留する技術は、既に実用段階に入っているものがある。特に、石炭火力発電には排出源 1 カ所あたりの平均排出量が、他の火力発電に比べて多いという特徴があり、燃料である石炭の埋蔵量や価格面からも石炭火力発電は発展途上国を中心に増加すると予想されていることから、石炭火力発電所での二酸化炭素回収装置導入に期待が寄せられている。

#### ○現在の状況

日本でも少しずつ CCS 事業は進められてきている。大規模な CCS 事業としては、苫小牧において 2012 年度から実証試験が行われており、製油所の水素製造過程で生成される二酸化炭素含有ガスを分離・回収し、海底下の貯留層に圧入する事業である（事例 1）。

自治体と企業の連携によって進められている事業もある。佐賀市では、バイオマス産業都市構想の中において、清掃工場の二酸化炭素分離回収事業を 2013 年度から行っており、清掃工場の排ガスから分離回収した二酸化炭素を活用しようとする試みは、世界的にも例を見ないものである（事例 2）。

#### 事例 1) 苫小牧 CCS 実証試験（経済産業省委託事業）

2008 年 5 月、地球温暖化対策としての CCS を推進するという国の方針に呼応する形で、電力、石油精製、石油開発、プラントエンジニアリング等、CCS 各分野の専門技術を有する大手民間会社が結集して民間 CCS 技術統合株式会社である日本 CCS 調査株式会社が設立された（2015 年 4 月現在、株主数は 35 社）。

CCS 技術の実用化のため、「平成 24 年度二酸化炭素削減技術実証試験事業」として、2012 年度から 2020 年度までの 9 年間の事業となっており、2016 年度から 2018 年度まで年間 10 万トン規模の二酸化炭素を圧入・貯留することを目標としている。本事業を通じて、二酸化炭素分離・回収から輸送、圧入・貯留までの CCS トータルシステムの実証を行い、CCS 技術の確立を目指すものであり、日本で初となる実際の大規模排出源を利用した CCS の実証試験を実施する。具体的には、製油所のオフガスから分離回収した二酸化炭素を年間約 10 万トン規模で地中（地下 1,000 m 程度、3,000 m 程度）へ貯留する技術を実証するとともに、長期にわたって二酸化炭素の挙動を予測することが可能なシミュレーション技術や二酸化炭素のモニタリング技術等の基盤技術の実証を行うものである。2016 年度からの二酸化炭素圧入の実施に向け、図 5-2-1 に示すスケジュールで進められている。

また、地上設備の位置関係図を図 5-2-2 に示すが、「ガス供給設備」は製油所の水素製造過程で生成される PSA オフガス（二酸化炭素含有ガス）を、延長 1.4 km のパイプライ

ンで「分離・回収・圧入設備」に送るための設備である。「分離・回収・圧入設備」では、パイプラインで送られてきた二酸化炭素含有ガスから純度99%以上の二酸化炭素を分離・回収し、圧縮機により圧力を高めて、2坑の圧入井から海底下の貯留層へ圧入し貯留することとなっている。

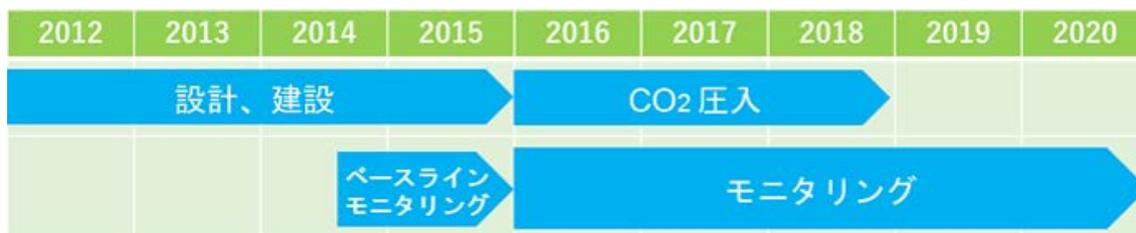


図 5-2-1 苫小牧 CCS 事業のスケジュール

[出典：日本 CCS 調査（株）ホームページ]



図 5-2-2 苫小牧 CCS 事業における地上設備の位置関係

[出典：日本 CCS 調査（株）ホームページ]

## 事例 2) 佐賀市「清掃工場バイオマスエネルギー利活用促進事業」

「清掃工場バイオマスエネルギー利活用促進事業」は、佐賀市バイオマス産業都市構想の事業化プロジェクトのひとつであり、清掃工場のごみ処理過程で発生する排ガスから二酸化炭素を分離回収し、資源として農作物の栽培や藻類の培養に活用するなど新たな産業の創出を目指すものである。試験は、(株) 東芝エネルギーシステムソリューション社と連携して平成 25 年 10 月から取り組まれており、分離回収した二酸化炭素の成分分析やコスト評価などを実施している。この試験装置により得られた知見を活かし、環境省の「平成 27 年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金（二酸化炭素回収機能付き廃棄物発電検討事業）」において、実用規模の二酸化炭素分離回収装置を清掃工場内に設置し、分離回収した二酸化炭素を化粧品などの原料を抽出する微細藻類の培養事業者への供給や採算性の分析、二酸化炭素固定率の評価が開始されている。また、将来的には、高付加価値な農作物の栽培を行う農業用ハウスなどへ供給や、周辺地域に二酸化炭素を利用する工場などの関連産業を誘致し、分離回収した二酸化炭素を利用した産業の創出を図る。



図 5-2-3 二酸化炭素回収試験設備

[出典：(株) 東芝エネルギーシステムソリューション社 ホームページ]

## ii) 水素関連技術（運搬、貯蔵、利用上の安全対策）の研究・開発

### 〇はじめに

水素は、利用段階において二酸化炭素を排出せず、効率的なエネルギー利用が可能であり、地球温暖化対策として重要なエネルギーであるだけでなく、貯蔵も可能であることから、緊急時も含めた様々な利用法が考えられる。近年、家庭用燃料電池（エネファーム）の普及や燃料電池自動車の市場投入等、水素の利活用に対する注目はますます高まっている。

## ○現在の状況

環境省では、地域の再生可能エネルギーや未利用エネルギーを活用して水素を製造、貯蔵、輸送、供給し、燃料電池自動車や燃料電池等へ利用するまでの一貫した水素サプライチェーンの実証を実施している。表5-2に平成27年度地域連携・低炭素水素技術実証事業の採択事例を示す。

表5-2 平成27年度地域連携・低炭素水素技術実証事業の採択事例

代表事業者	実証地域（連携自治体） （予定）	事業期間 （予定）	水素の供給源（予定）	サプライチェーンの概要（予定）
トヨタ自動車株式会社	神奈川県横浜市 （一部川崎市も含む）	4年間	再生可能エネルギー（風力） （未利用エネルギーの活用も検討）	風力発電等により製造した水素を、簡易な移動式水素充填設備を活用したデリバリーシステムにより輸送し、地域の倉庫、工場や場内の燃料電池フォークリフトで利用する。
エア・ウォーター株式会社	北海道河東郡鹿追町	5年間	再生可能エネルギー （バイオガス）	家畜ふん尿由来のバイオガスから製造した水素を、水素ガスボンベを活用した簡易な輸送システムにより輸送し、地域内の施設の定置用燃料電池等で利用する。
株式会社トクヤマ	山口県周南市 山口県下関市	5年間	未利用エネルギー （未利用副生水素）	苛性ソーダ工場から発生する未利用の副生水素を回収し、液化・圧縮等により輸送し、近隣や周辺地域の定置用燃料電池や燃料電池自動車等で利用する。
昭和電工株式会社	神奈川県川崎市	5年間	未利用エネルギー （使用済プラスチック）	使用済プラスチックから得られる水素を精製し、パイプラインで輸送し、業務施設や研究施設の定置用燃料電池等で利用する。
株式会社東芝	北海道釧路市 北海道白糠郡白糠町	5年間	再生可能エネルギー （小水力）	小水力発電により製造した水素を、高圧水素トレーラーや高圧水素カードルにより輸送し、地域内の酪農施設や温水プールの定置用燃料電池や燃料電池自動車等で利用する。

出典：環境省ホームページ

## ○今後の展望と提言

CCS については、炭素税や排出権取引のような二酸化炭素への規制が導入されない場合、回収した二酸化炭素に経済的価値をもたせるために、石油増進回収（EOR：Enhanced Oil Recovery）、温室利用、化学原料利用などのプロジェクトが試みられており、このようなプロジェクト群は CCS の中でも、二酸化炭素回収・利用・貯留（CCUS：Carbon Capture, Utilization and Storage）と呼ばれ、先行実施される可能性が高いと考えられている。

BECCS については、化石燃料 CCS 実証や CCS を伴わないバイオエネルギー利用が前段階として必要であり、これらの大規模導入を合わせて進めることが、BECCS 積極導入に対しての前段階として有効であると考えられている。

水素については、今後、主に2つのことを目的とした実証が行われることとなっており、水素の製造から利用までに排出される二酸化炭素の更なる削減として、サプライチェーン全体の二酸化炭素排出量を削減し、低炭素な水素サプライチェーンを構築していくこと、地域での水素利用の大幅な拡大として、地方自治体等と連携し、地域の資源を活用した地

産地消型の水素供給や地域間での水素の需給体制など、製造から利用までのサプライチェーンを確立することが挙げられている。

これらを踏まえ、次のように提言する。

- CCSについては、現在実施されている各事業の検討を着実に進め、技術を確立させることが重要である。その後、適用範囲の拡大として廃棄物焼却施設を対象とした場合には、技術的にどの程度の規模の廃棄物焼却施設にまでこの技術を採用することができるのかという点が重要になってくると考えられる。その際、採算性は最重要事項と考えられるが、二酸化炭素の削減という共通目標に向かっていることを念頭に、政策、制度面でも支援することが必要である。
  
- 水素エネルギーについては、既に燃料電池バス等、様々な実証試験が始まっている。今後は、実証試験結果等を踏まえ、さらなる技術開発を進める必要があるが、CCSと同様に政策、制度面での支援も必要である。また、水素エネルギーを利用した産地消型のまちづくりを進めるためには、産官学が連携して取り組むことが重要である。さらに、再生可能エネルギー由来水素を活用した二酸化炭素フリー水素製造・供給システムの確立に向けて、技術開発・実証を進めることが必要であり、将来的には、廃棄物の処理施設及び収集運搬自動車においてもこれらの普及を目指すことが必要である。

## 参考資料 ～燃料電池による水素利活用の取り組み～

燃料電池は、水素と空気中の酸素の電気化学反応から電気エネルギーを直接取り出すため発電効率が非常に高い。また、反応時に生じる熱を有効利用することで、非常に高い総合エネルギー効率を得ることが可能である。このため、燃料電池の活用を広げることで、大幅な省エネルギーにつながり得ると考えられる。

また、水素は、製造原料の代替性が高く、副生水素、原油随伴ガス、褐炭といった未利用エネルギーや再生可能エネルギーを含む多様な一次エネルギー源から様々な方法で製造することができる。将来的に再生可能エネルギーから製造された水素を利活用することで、エネルギー自給率向上につながる可能性もあると考えられている。

さらに、燃料電池等の水素利活用技術は、利用段階では二酸化炭素を排出しないことから、水素の製造方法次第では、二酸化炭素排出量を大幅に削減、更には二酸化炭素フリーのエネルギーとして活用し得ると考えられる。

以上のように、エネルギー政策の観点だけでなく、産業政策の観点からも水素エネルギー利活用の意義は大きいと考えられる。日本の燃料電池分野の特許出願件数は世界1位であり、2位以下の各国と比べて5倍以上と諸外国を大きく引き離している。また、水素・燃料電池関連の市場規模は、国内だけでも2030年に1兆円程度、2050年に8兆円程度に拡大するとの試算があり、水素エネルギー利活用分野における日本の競争力は高いと考えられる。

しかし、水素利活用には、次のような課題が挙げられ、これらの課題を一体的に解決できるかが鍵と考えられている。

- ① 燃料電池の耐久性や信頼性等の技術面の課題
- ② 現状では、一般の許容額を超過するコスト面の課題
- ③ 水素を日常生活や産業活動でエネルギー源として使用するために必要となる規制の整備等の制度面の課題
- ④ 水素ステーション整備といったインフラ面の課題

このため、主として技術的課題の克服と経済性の確保に要する期間の長短に着目し、ステップ・バイ・ステップで水素社会の実現を目指すためのロードマップが、水素・燃料電池戦略協議会から公表されている。

## ～水素燃料電池戦略ロードマップ～

水素・燃料電池戦略協議会

### ○フェーズ1（水素利用の飛躍的拡大）

#### i) 定置用燃料電池

定置用燃料電池は、都市ガスパイプライン（又はLPガス容器）により供給される都市ガス（又はLPガス）を機器内で改質した水素と、空気中の酸素を電気化学反応させて電気と熱を発生させるコージェネレーション・システムであり、我が国で最も社会的に受容されている水素利活用技術である。電気化学反応から電気エネルギーを直接取り出すためエネルギーロスが少なく、電気と熱の両方を有効利用することで更にエネルギー効率を高めることが可能となる。

家庭用燃料電池（エネファーム）が530万台（全世帯の約1割）普及すると、増加を続ける家庭部門におけるエネルギー消費量を約4%削減、二酸化炭素排出量を約4%（年間約800万トン）削減する効果が見込まれ、家庭部門の省エネルギー対策にも有効である。

2014年から停電時に自立的に起動・運転可能な家庭用燃料電池が投入されており、BLCP（業務・生活継続計画）の観点からも有効である。家庭用燃料電池は500～1000点程度の機器・部材から構成されており、関連作業も、素材産業を含む製造業、ガス・石油・電気等のエネルギー産業と多岐にわたる。また、特に補機（ポンプ、ブロワ等）については、中小企業を含む多数の企業が参画している。

業務・産業用燃料電池についても、エネルギー消費量削減効果や二酸化炭素排出量削減効果等が期待されているが、多くの課題がある。

#### 課題1：家庭用燃料電池の経済性の向上

現在、エンドユーザーの負担額は、PEFC型で140万円、SOFC型で175万円程度であり、光熱費メリットは4人世帯でそれぞれ年間6万円、8万円程度である。本格的な普及に向けては、経済性を向上させる必要がある。

コスト低減の手法としては、量産化や技術開発だけでなく、既設給湯器をバックアップボイラーとして活用するといった創意工夫や新たな技術を有する新規事業者の参入を促進することで競争原理を働かせることも大きな効果を有する。発電効率や耐久性を更に高めることも重要である。

- a) 家庭用燃料電池の導入支援（国主体）
- b) 家庭用燃料電池の低コスト化、新規市場開拓、ユーザー利便性向上等の一体的推進（民間主体）

- c) SOFC 型等の低コスト化・高耐久化等に向けた技術開発（国主体）
- d) 家庭用燃料電池関連部品の新規事業者参入を促進する取組（民間主体）
- e) 家庭用燃料電池の余剰電力に係る取引円滑化（国主体）

### **課題 2：家庭用燃料電池の対象ユーザーの拡大**

現在の主なユーザーは、大都市を中心とする都市ガス使用地域における、新築の戸建て住宅のユーザーである。本格的な普及に向けては、この対象ユーザーを拡大していくことが必要である。特に、集合住宅への設置はほとんど行われていないことから、集合住宅への訴求が重要となる。

- a) 集合住宅等に対応する家庭用燃料電池の在り方の検討（民間主体）
- b) 家庭用燃料電池の低コスト化、新規市場開拓、ユーザー利便性向上等の一体的推進（民間主体）
- c) SOFC 型等の低コスト化・高耐久化等に向けた技術開発（国主体）
- d) 廃熱の新たな用途の開発（民間主体）
- e) 販売チャネルの拡大（民間主体）
- f) リサイクルシステムの構築・マニュアルの策定（民間主体）
- g) 東京オリンピック・パラリンピック競技大会での活用（国主体）

### **課題 3：家庭用燃料電池の海外展開**

電力価格に比べてガス価格が比較的安く、熱需要が多い欧州等の地域においては、ガスから取り出した水素を活用して、高い効率で電気と熱を発生させる家庭用燃料電池の潜在的なニーズは高いと考えられる。実際に 2014 年から一部の事業者は現地ボイラーメーカーと提携して海外展開を開始し始めたが、我が国が技術的に大きく先行しているこの時期にこそ、海外展開をさらに積極的に進めることが重要である。この量産効果が生じ、国内製品の低コスト化にもつながると考えられる。

- a) 国際標準化の推進（民間主体）
- b) 海外展開に必要な基盤環境の整備（民間主体）

海外のガス事業者やガス機器メーカー等との連携を推進する。その際、国内向け製品とのシナジー効果を得られるよう、可能な限り部品の共通化等に取り組む。また、国も必要な支援を行う。

### **課題 4：業務・産業用燃料電池の普及拡大**

SOFC 型の業務・産業用燃料電池以外の既存のコージェネレーション・システムに比べて発電効率が高いため、熱需要が豊富にある病院やホテル等に加えて、熱需要が少なく、現在は分散型エネルギーの活用が比較的進んでいないデータセンター等の施設での活用も期待されている。このため、実用化に向けた技術実証が行われているところであるが、特に

イニシャルコストの問題からユーザーへの訴求力が不十分であることから一層の経済性の向上が必要となる。

2017年に市場投入予定のSOFCとガスタービンを組み合わせたハイブリッドシステムや2025年度頃に技術確立を目指している、ハイブリッドシステムと蒸気タービンを組み合わせた次世代の火力発電技術であるトリプルコンバインド発電がある。燃料電池は発電効率には優れるものの、大型化によるスケールメリットが得られにくい。今後、製造コスト低減のための技術開発やハイブリッドシステムの普及拡大による量産効果の実現等を通じ、コストの低減化を図っていく。

### **課題5：純水素型の定置用燃料電池の利活用**

純水素型燃料電池は、改質器が不要なためコンパクト化・低コスト化が図られるだけでなく、高効率かつ負荷応答性の高い分散型電源となり得る。山口県周南市の徳山動物園・地方卸売市場における実証実験をはじめ、純水素型燃料電池の利活用に関する取組が広がっている。今後は、副生水素の活用に加えて、水素ステーション近傍への水素パイプラインでの水素供給等が行われることにより、純水素型燃料電池の利用拡大が期待される。このため、水素供給網の構築状況等を見極めつつ、必要な技術開発を行っていく必要がある。

a) 純水素型定置用燃料電池に関する技術開発・実証（時期に応じて国主体）

#### **ii) 運輸分野における水素の利活用**

運輸部門は、我が国のエネルギー使用量の約2割を占め、そのほぼ全てを原油・石油製品に頼っている。燃料電池自動車（FCV）の燃料となる水素は、当面の間は主にナフサや都市ガス等の化石燃料からの改質によるものが中心となるが、将来的には海外の褐炭や原油随伴ガス等の未利用エネルギーや国内外の再生可能エネルギーを用いて製造できる可能性がある。

FCVが仮に600万台（自家用普通乗用車の全保有台数の約1割）普及すると、運輸部門のうちの旅客部門における二酸化炭素排出量を約9%削減する効果が見込まれる。また、FCVは、分散電源としても機能し得る。このため、災害等の非常時において避難所などに対して電力供給を行うことが期待できる。

### **課題1：燃料電池システム等の更なるコスト低減**

FCVの燃料電池システムは、2000年頃の開発初期には1億円超であったが、2014年の市場投入時には500万円程度までに低減した。しかし、依然ユーザーの許容額を超過すると考えられるため、更なるコスト低減が必要となる。

a) FCVの導入支援（国主体）

b) 車両の低コスト化・高耐久化・燃費性能向上等の技術開発（国主体）

## 課題 2 : FCV の基本性能等の向上

現在、FCV は、航続距離や燃料充填時間等についてガソリン車並みの性能を達成しているが、対応可能な車格は比較的大型の普通乗用車に限られている。その他の業務車両の導入を積極的に進めるところが重要であり、2025 年頃からの普及本格期においては、比較的小型の普通乗用車等の向けの FCV を投入するなど、ラインアップを拡大することも重要となる。

- a) ボリュームゾーン向けの FCV 車両の市場投入（民間主体）
- b) 車両の低コスト化・高耐久化・燃費性能向上等の技術開発（国主体）

## 課題 3 : FCV の海外展開

FCV については、国連の枠組みの下、自動車の安全性能等に関する世界統一基準策定のための活動や、ある国の政府が認証した自動車の装置は他国もこれを認める相互承認の実現に向けた国連協定規則策定のための活動が行われているところである。2013 年 6 月には、「水素及び燃料電池の自動車に関する世界技術規則」のフェーズ 1 が採択された。

こうした取組によって、我が国が競争力を有する燃料電池自動車分野において、輸出の拡大や自動車メーカー等のコスト低減に繋がることが期待されることから、引き続き、積極的に議論に参加、主導していくことが重要である。

- a) FCV の世界統一基準と国内法令の調和や相互承認（国主体）

## 課題 4 : FCV の認知度や理解度の向上

FCV の認知度は向上してきているものの、他の次世代自動車に比べると低く、基本的な仕組みや性能等に関する理解も低い。工業用途など限られた用途でしか用いられてこなかった水素が新たに日常の生活でも用いられることを踏まえると、今後、円滑な普及拡大を図っていくためには、社会一般にとっての水素に対する認知度や理解度を向上させることが必要である。こうした目的のため、2015 年 5 月に水素や FCV、水素ステーション等に関する情報を包括したウェブサイトである「水素エネルギーナビ」を開設した。今後はさらにコンテンツを拡充させ、社会一般に対して広く情報を提供する取組を推進していく必要がある。

一方、水素の安全性に関する一般の理解を促すことも重要である。水素の安全性については、水素・燃料電池自動車安全評価試験施設（Hy-SEF）において、様々な車両衝突試験や耐爆火災試験等を実施しており、水素脆化を受けにくい金属等の使用、充填回数の制限、衝突後の高圧水素・高電圧の自動的遮断等の措置を講じているところである。また、そもそも水素は最も軽い気体であるため空気拡散性が高く、空気中に漏れてもすぐに拡散して燃焼可能濃度よりも低い濃度になるといった性質もある。このように、水素は 70MPa 以上といった高圧状態で取り扱うことに伴い、爆発等のリスクを有しているが、設計技術や適切な管理等を施すことで安全に利用することは可能である。水素に対する一般的な危険と

いうイメージを払しょくするためには、リスクコミュニケーションを含む安全・安心の取組を進めることが重要である。

- a) 水素に係る安全・安心の確保に向けた取組（国主体）
- b) マスメディアを活用した広報活動（民間主体）
- c) 地域と連携した水素サプライチェーン構築実証（国主体）
- d) 東京オリンピック・パラリンピック競技大会での活用（国主体）
- e) FCV 普及促進のための地方公共団体との連携
- f) 水素ステーションの設置場所に関する情報提供等（民間主体）

#### **課題 5：燃料電池の適用分野の拡大**

FCV に活用される燃料電池の用途は、乗用車やバス向けのみならず、フォークリフトなどの産業用車両、船舶などにも広がっていくことが期待される。FC フォークリフトについては、欧米で既に普及が進みつつあり、我が国でも実証が進められ、2016 年中の市場投入が予定されている。また、燃料電池船舶についても、国内外で実証が進められており、2020 年に強化が予定される SOx 規制や二酸化炭素対策として導入が進む可能性がある。このほかにも、多様な運輸用途について国内外で研究開発が進められている。

- a) 新たな用途の開発
- b) 燃料電池の耐久性等の性能向上

#### **課題 6：従来のガソリン車等と遜色のない燃料代となる水素価格の設定**

水素ステーション導入初期において、FCV 向け水素のコストの約 6 割を水素ステーションの整備・運営費が占めている。国内の他のエネルギー供給設備よりも割高で、他国の水素ステーションよりも割高な整備費を大幅に低減することが必要である。さらに、水素ステーションの稼働率の高低によって水素コストは大きく変動することから、市場初期の稼働率が低い期間の水素ステーションを如何に下支えし、稼働率を早期に高めていくかが重要となる。

- ① 水素ステーションの整備・運営コストの低減
  - a) FCV の普及状況に見合った仕様の確立（国主体）
  - b) 水素ステーションに関する規制見直し（国主体）
- ② 水素ステーションの低稼働率期間への対応
  - a) パッケージ型や移動式水素ステーション等の活用（国主体）
  - b) 需要創出活動への支援（国主体）
  - c) FC バスの水素需要の活用（国主体）
  - d) 地域と連携した水素サプライチェーン構築実証（国主体）
  - e) 次世代エネルギー供給インフラとしての魅力の向上（民間主体）
- ③ 水素の安価で効率的な国内流通システムの確立

- a) 液化水素や有機ハイドライド等の国内流通に関する開発・実証（国主体）
- ④ ポスト 2030 年を見据えた世界最先端の規制の整備（時期に応じて国主体）
  - a) 市場化を先取りした規制整備の推進
  - b) 新たな技術革新に対応する規制の整備

#### **課題 7：水素ステーションの戦略的な整備**

水素ステーション 100 か所の整備を進める 2013～2016 年度を四大都市圏を中心とした先行整備期間として位置づけ、これまで整備が進められているところであるが、施工期間の長期化、東京 23 区等の高需要地における高い地価、用地不足等の問題が顕在化しつつある。また、水素ステーションの先行整備期間とそれに続く FCV の普及初期においては、FCV の普及台数が限定的であることから、水素ステーションの運営は容易ではないと考えられる。

FCV の需要創出を効果的・効率的に進めるためには、短期的には比較的大きな需要が見込まれる大都市圏において水素ステーションの整備を進める必要があるが、中期的には四大都市圏の周辺部や地方中核都市等に整備を広げ、戦略的に開拓していくことが必要となる。

一方、個々のインフラ事業者は収益性の高い大都市圏にステーションを整備するインセンティブを持つため、各事業者が経済合理的な行動をとることで、例えば、ある一部地域に過剰に水素ステーションが整備されるなど、社会全体として非効率な投資となり、FCV の需要の効果的な取り込みにつながらない恐れがある。

- a) 関係者間の役割分担及び整備方針の再整理（国主体）
- b) 地方公共団体との協力体制の構築（国主体）
- c) パッケージ型や移動式水素ステーション等の活用（国主体）
- d) 水素に係る安全・安心の確保に向けた取組（国主体）

#### **○フェーズ 2（水素発電の本格導入/大規模な水素供給システムの確立）に向けて**

##### **課題 1：水素発電ガスタービンに関する制度的・技術的な環境整備が必要**

自家発電用水素発電については、一定の実用性能を有する水素発電ガスタービン用燃焼器の実機試験が行われる等、市場投入に向けた取組が既に進められているものの、本格的な普及には、NOx の排出量を抑えつつ、水素混合割合や発電効率を更に向上させること等が必要である。また、発電事業用水素発電については、理論上は一定程度の水素混焼が可能であり、自家発電用であれば水素混焼の実績もあるものの、実運転による検証等が行われておらず、水素発電に関する技術基準も確立されていない。

- a) 自家発電用水素発電ガスタービン等の技術開発・実証
- b) 発電事業用水素発電ガスタービン等の技術開発・実証
- c) 発電事業用水素発電に関する保安規制等の検証

## **課題2：海外からの水素供給に関する制度的・技術的な環境整備等が必要**

海外からの水素供給については、有機ハイドライドは技術的には実用段階にあるが、トルエンを循環的に使用するなど従来の制度が想定していなかった事態への制度的な対応を行うことが必要である。液化水素は実用段階に近づいているものの、液化水素のローディングや運搬船等に関する技術的、制度的な課題があることから、当該課題への対応に取り組むことが必要である。

いずれの方法についても、導入当初は小ロットで効率が悪く、プラント引渡しコストで国内水素（20～40 円/Nm<sup>3</sup> 程度）と比較すると高い水準となる見込みだが、供給規模の拡大によって、設備機器の大型化や大量輸送等によるコストダウンが見込まれる。ただし、燃料代替が加速して、市場が自律的に拡大していくまで多くの投資と時間を要することが予想されることから、この間の下支えを如何に行うべきかが重要である。

- a) 海外からの水素供給に関する技術開発・実証等
- b) 水素供給チェーンの自立化に向けた支援

## **フェーズ3（トータルでの二酸化炭素フリー水素供給システムの確立）に向けて**

### **課題1：水素供給国における CCS**

海外の副生水素、原油随伴ガス、褐炭等の未利用エネルギーから製造された水素を国内に輸送する場合、地球規模での二酸化炭素排出量削減を目指すためには、水素供給国において排出される二酸化炭素を回収・貯留する CCS 等を行うことが必要である。

- a) CCS と組み合わせた水素製造技術開発・実証等

### **課題2：再生可能エネルギー由来の水素製造等に関する技術開発・実証等**

水電解による水素製造は、小規模な工業用として一定程度は行われているものの、水電解による大規模な水素製造はほとんど行われていない。このため、大規模で安定かつ安価に水素製造をできる技術開発が必要となる。また、風力や太陽光発電等の再生可能エネルギーは天候の変化等に伴い発電量が変化することから、出力変動に対応することも必要となる。

他方、上記の技術が実用化すれば、再生可能エネルギーの時間変動を水素に変換することで吸収することも可能となり、再生可能エネルギーの導入量拡大に資する可能性がある。海外では、ドイツを中心として、再生可能エネルギー由来の電力を水素に変換する Power to Gas の取組が積極的に行われている。

- ドイツにおけるマインツ・ヘツハイムでは、地域内の既存の風力発電施設と接続し、余剰電力を活用した水素製造を行い、都市ガスグリッドへの混入や、水素ステーションからFCVへの供給に活用している。
- 6,000kWの風力から、1,000m<sup>3</sup>/hの水素を製造

↓水電解プラント



↓施設の全体像



参考図2 ドイツにおける Power to Gas プロジェクトの例

(水素・燃料電池戦略ロードマップ 水素・燃料電池戦略協議会より)

日本においても、二酸化炭素削減の観点から、再生可能エネルギー由来水素の利活用に係る実証プロジェクトが2015年度から開始されたところである。Power to Gasは、競合する蓄電池技術との比較優位の観点において、現在、大規模かつ長時間の蓄エネ領域における適用可能性が高いと見られている。今後、我が国において、再生可能エネルギーの導入が拡大してく中で、系統関係等の問題への対応策の一つになりうると期待される。しかし、電気を異なる二次エネルギー形態である水素に変換し、利用時に電気等に再変換するため、基本的なエネルギーロスが大きく単純なエネルギー効率は低いといった課題もあり、経済性も含めて効率的なエネルギーシステムとなるような検討が必要である。これらのことを踏まえ、引き続き、メタネーションなども含め、再生可能エネルギー由来水素を有効活用するための技術開発・実証を行っていくべきである。

- 再生可能エネルギー由来水素の導入に関する具体的な検討
- 再生可能エネルギーからの安価・安定・高効率な水電解技術の開発
- 再生可能エネルギー由来水素導入を目指したシステムの開発・実証
- 改革2020プロジェクト等の先進的取組の推進

### **課題3：その他の中長期的な技術開発**

CCS や再生可能エネルギー由来電気の活用に加え、現時点ではより基礎的な技術開発段階ではあるものの、将来的に二酸化炭素フリー水素供給システムの実現に資する技術としては、光触媒による水素製造技術、高温ガス炉等の熱を活用した IS プロセスによる水素製造技術、アンモニアの水素エネルギー・キャリアとしての活用などが検討されている。

こうした技術は、実現までは一定程度の時間を要すると考えられるものの、将来のより安定、安価かつ低環境負荷な水素供給システムの実現に資する可能性があることから、技術開発も含めて必要な取組を行っていくべきである。

### **本ロードマップの実効性を確保するための取組**

家庭用燃料電池に続き、FCV が市場に投入され水素社会の幕開けを迎えた。現在は水素社会の実現に向けたフェーズ1の入口にあると言える。水素エネルギーの社会実装を進めていく上では、安全性を確保しながら低コスト化を同時に進めていく必要があり、民間の主導的な取組が期待される。

本ロードマップは、2040年頃までの超長期の取組を描いたものであることから、その内容に過度に固執することは適当ではないが、方針転換が必要な場合にはそのような事態が生じた原因を真摯に追及し、十分な反省のもとで方針転換を含めて取り組んでいくことが重要となる。







# 日本廃棄物団体連合会

日本廃棄物団体連合会は、廃棄物関係団体が有機的連携を図ることによって、団体相互間の融和と協調を図り、その事業活動によって我が国の廃棄物関連事業の健全かつ円滑な発展に寄与し、もって国民の生活環境の保全と公衆衛生の向上に貢献することを目的として、平成3年10月に設立されました。

現在、会員17団体、賛助会員1団体で構成しています。

## 日本廃棄物団体連合会 会員名簿

(平成28年9月1日現在)

会 長 南川 秀樹 (一般財団法人日本環境衛生センター 理事長)  
副会長 上山 健治郎 (一般社団法人全国浄化槽団体連合会 会長)  
加藤 幸男 (公益財団法人産業廃棄物処理事業振興財団 理事長)  
監 事 加藤 秀平 (一般社団法人日本廃棄物コンサルタント協会 専務理事)  
森谷 賢 (公益社団法人全国産業廃棄物連合会 専務理事)

### [会員]

(一社) 環境衛生施設維持管理業協会	(特非) 最終処分場技術システム研究協会
(公財) 産業廃棄物処理事業振興財団	(一社) 浄化槽システム協会
全国環境整備事業協同組合連合会	(公社) 全国産業廃棄物連合会
(一社) 全国浄化施設保守点検連合会	(一社) 全国浄化槽団体連合会
(公社) 全国都市清掃会議	(一社) 日本環境衛生施設工業会
(一財) 日本環境衛生センター	(公財) 日本環境整備教育センター
(一社) 日本環境保全協会	(公財) 日本産業廃棄物処理振興センター
(一社) 日本廃棄物コンサルタント協会	(一社) 廃棄物処理施設技術管理協会
(公財) 廃棄物・3R研究財団	

### [賛助会員]

全国浄化槽推進市町村協議会

# 追 補

2018（平成 30）年 3 月

日本廃棄物団体連合会事務局



## 廃棄物分野における温室効果ガス排出量

### 現状

日本の温室効果ガス総排出量における  
廃棄物分野の割合(2015年度)



日本の温室効果ガス総排出量における  
廃棄物分野の割合：2.9%

廃棄物分野の温室効果ガス排出量：  
14.5%減(2005年度比)

低炭素社会・循環型社会の統合的な実現に向けて、廃棄物(特に化石燃料由来)の発生抑制、再使用、再生利用をさらに進めつつ、その上でエネルギー回収を進めていく必要がある。

排出側	処理側	再生可能エネルギー導入の促進
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ごみ有料化等を通じた発生抑制</li> <li>・分別排出の徹底 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3Rの一層の推進</li> <li>・生分解性廃棄物の直接埋立量の削減</li> <li>・廃棄物発電の推進 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオマス発電の利用</li> <li>・バイオマス熱利用</li> <li>・その他 (太陽熱利用、廃棄物熱利用等)</li> </ul>

## 廃棄物分野における地球温暖化対策

### ■地球温暖化対策計画(平成28年5月)

削減ガス	対策名	対策評価指標	2013	2020 目標	2030 目標
エネルギー起源CO <sub>2</sub>	廃棄物焼却施設における廃棄物発電の導入等	ごみ処理量当たりの発電電力量(kWh/t)	231	284~312	359~428
非エネルギー起源CO <sub>2</sub>	廃棄物焼却量の削減	一般廃棄物であるプラスチック類の焼却量(千t)	2,856	2,675	2,458
メタン	廃棄物最終処分量の削減	有機性の一般廃棄物の最終処分量(千t)	371	105	10
	廃棄物最終処分場における準好気性埋立構造の採用	一般廃棄物最終処分場での準好気性埋立処分量割合(%)	60	73	77

### ■廃棄物処理法等に基づく各種計画における温暖化対策の位置づけ

#### ○廃棄物処理施設整備計画(平成25年5月)

- 焼却時に高効率な発電を実施し、回収エネルギー量を確保
  - ・期間中に整備されたごみ焼却施設の発電効率の平均値：16%(平成24年度整備)
  - 21%(平成29年度整備)

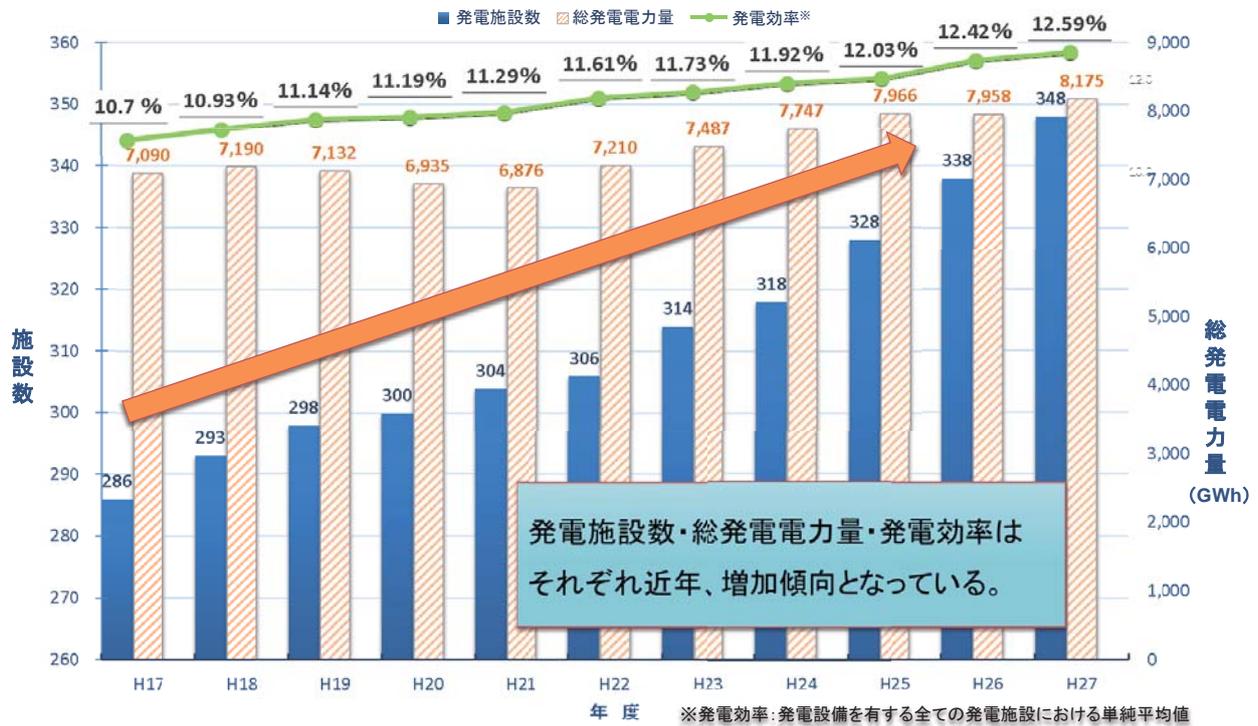
#### ○廃棄物処理法に基づく基本方針の変更(平成28年1月)

- 「焼却された一般廃棄物量のうち発電設備が設置された焼却施設で処理されたものの割合」を平成24年度(約66%)に対し、平成32年度において約69%に増加させる。

#### ○ごみ処理基本計画策定指針の変更(平成28年9月)

- 温暖化対策の推進を明記
  - ・平成28年5月に閣議決定された地球温暖化対策計画との整合性
  - ・3Rの推進や廃棄物発電等のエネルギー回収の更なる推進 等

## 一般廃棄物処理における熱回収 (発電施設数・総発電電力量・発電効率※の推移)



## 一般廃棄物処理における地球温暖化対策の推進方策等

一般廃棄物の処理の各工程(収集・運搬、中間処理、最終処分)を通じて、廃棄物エネルギーの利活用や省エネ、再エネを総合的に推進。

### 財政的支援

- 今後増大が見込まれる廃棄物処理施設の更新ニーズに備えて、循環型社会形成推進交付金等を活用し、「**高効率エネルギー利用**」及び「**災害廃棄物処理体制の強化**」の両方に資する包括的な取組を行う施設整備に対して、**交付率1/2の交付対象を重点化**。
- **施設の改良・改造による長寿命化**においても、同様の包括的な取組を支援。

### 技術的支援

モデル事業	マニュアル類
廃棄物処理事業におけるエネルギー利活用・低炭素化対策支援事業 <small>&lt;平成30年度予算案 900百万円&gt;</small>	<b>中間処理施設</b> 廃棄物系バイオマスの有効利用 ・廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル ・メタンガス化施設整備マニュアル(改訂版)
中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価事業 <small>&lt;平成30年度予算案 750百万円&gt;</small>	
廃棄物発電の高度化支援事業 <small>&lt;平成29年度予算 210百万円&gt;</small>	<b>中間処理方法の検討</b> ・廃棄物エネルギー利用高度化マニュアル
廃棄物埋立処分場等への太陽光発電導入促進事業 <small>&lt;平成28年度予算 160百万円&gt;</small>	<b>最終処分場</b> 最終処分場跡地の有効利用(太陽光発電) ・廃棄物最終処分場等への太陽光発電の導入・運用ガイドライン ・廃棄物最終処分場への太陽光発電導入事例集

- 平成29年度以降
- 廃棄物処理システム全体(収集運搬・中間処理・最終処分)の低炭素化対策の推進
  - (仮称) 廃棄物エネルギー利活用計画策定指針の策定検討(H28~)
  - 中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価事業(H29~)
  - 各種マニュアル等の周知(随時)



# 廃棄物処理事業におけるエネルギー利活用・低炭素化対策支援事業

平成30年度予算案  
900百万円(610百万円)

## 事業目的・概要等

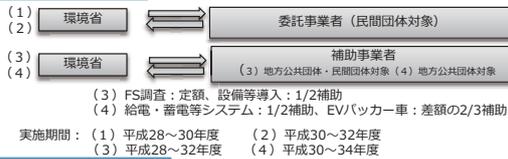
### 背景・目的

- 廃棄物処理システムにおいて排出割合が特に大きな廃棄物処理施設について、施設の計画・構想段階から、廃棄物エネルギーを有効活用するための検討をする枠組みが必要である。
- さらに、収集運搬・中間処理・最終処分等につながる廃棄物処理システム全体の低炭素化・省CO<sub>2</sub>対策を促進する必要がある。
- そこで、廃棄物処理システムにおける低炭素・省CO<sub>2</sub>対策を普及促進するために、各種検討調査を行うとともに、廃棄物焼却施設等からの余熱や発電電力を有効利用し、地域における低炭素化及び防災能力の向上を図る。

### 事業概要

- (1) 廃棄物エネルギー地域活用計画策定検討調査 (100百万円)
- (2) 廃棄物処理システムにおける低炭素・省CO<sub>2</sub>対策普及促進事業 (FS調査・ガイドライン策定事業) (200百万円)
- (3) 廃棄物焼却施設の余熱等を利用した地域低炭素化モデル事業 (余熱の有効活用に係るFS調査・設備等導入補助) (400百万円)
- (4) 廃棄物発電電力を有効活用した収集運搬低炭素化モデル事業 (200百万円)

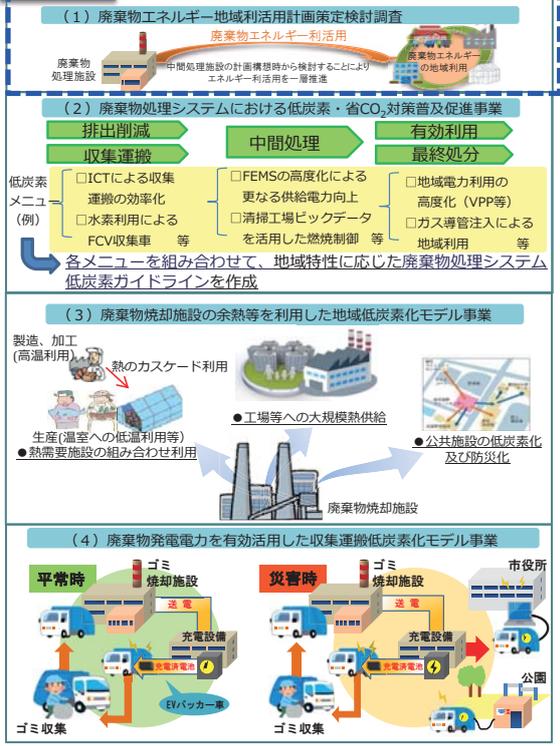
### 事業スキーム



### 期待される効果

- ・ 収集運搬・中間処理・最終処分につながる廃棄物処理システム全体における低炭素化・省CO<sub>2</sub>対策の促進
- ・ 廃棄物焼却施設等による未利用熱及び廃棄物発電の有効活用 (CO<sub>2</sub>削減量：当該年度6,395t-CO<sub>2</sub>、2030年度 約22万t-CO<sub>2</sub>)

## イメージ



出典：平成29年度廃棄物エネルギーの地域での利活用促進に関する説明会 予稿集

# 日本廃棄物団体連合会

日本廃棄物団体連合会は、廃棄物関係団体が有機的連携を図ることによって、団体相互間の融和と協調を図り、その事業活動によって我が国の廃棄物関連事業の健全かつ円滑な発展に寄与し、もって国民の生活環境の保全と公衆衛生の向上に貢献することを目的として、平成3年10月に設立されました。

現在、会員19団体、賛助会員1団体で構成しています。

## 日本廃棄物団体連合会 会員名簿

(平成30年3月1日現在)

会 長 南川 秀樹 (一般財団法人日本環境衛生センター 理事長)  
副会長 加藤 幸男 (公益財団法人産業廃棄物処理事業振興財団 理事長)  
監 事 加藤 秀平 (一般社団法人日本廃棄物コンサルタント協会 専務理事)  
森谷 賢 (公益社団法人全国産業廃棄物連合会 専務理事)

### 〔会員〕

(一社) 環境衛生施設維持管理業協会	(特非) 最終処分場技術システム研究協会
(公財) 産業廃棄物処理事業振興財団	(一社) 浄化槽システム協会
全国一般廃棄物環境整備協同組合連合会	全国環境整備事業協同組合連合会
(公社) 全国産業廃棄物連合会	(一社) 全国浄化施設保守点検連合会
(一社) 全国浄化槽団体連合会	(一社) 全国清掃事業連合会
(公社) 全国都市清掃会議	(一社) 日本環境衛生施設工業会
(一財) 日本環境衛生センター	(公財) 日本環境整備教育センター
(一社) 日本環境保全協会	(公財) 日本産業廃棄物処理振興センター
(一社) 日本廃棄物コンサルタント協会	(一社) 廃棄物処理施設技術管理協会
(公財) 廃棄物・3R研究財団	

### 〔賛助会員〕

全国浄化槽推進市町村協議会

## 日本廃棄物団体連合会

事務局：一般財団法人 日本環境衛生センター

管理部 企画広報課 担当：杉田

〒210-0828 川崎市川崎区四谷上町 10-6

TEL：044-288-5095 FAX：044-288-5217

URL：<http://www.jesc.or.jp/>

○本提言の内容に関する問い合わせ先 担当：村岡

TEL：044-288-4818 FAX：044-288-4952

E-mail：[muraoka@jesc.or.jp](mailto:muraoka@jesc.or.jp)