

平成23年度

環境研究総合推進費補助金 研究事業

総合研究報告書

人口減および低炭素社会への移行に対応した資源循環施設
の更新と技術選択
(K22010, K2317)

平成24年3月

研究代表者	関西大学	盛岡 通
	関西大学	北詰 恵一
	関西大学	尾崎 平

補助事業名 環境研究総合推進費補助金研究事業（平成 22 年度～平成 23 年度）

所 管 環境省

国庫補助金 17,004,000 円

研究課題名 人口減および低炭素社会への移行に対応した資源循環施設の更新と
技術選択

研究期間 平成 22 年 4 月 1 日～平成 24 年 3 月 31 日

研究代表者名 盛岡 通 （関西大学）

研究分担者名 北詰 恵一 （関西大学）

尾崎 平 （関西大学）

目 次

1 章	はじめに	1
1.1	研究の概要	1
1.2	研究の目的	1
1.3	研究の特色	4
2 章	研究成果の概要	6
3 章	研究計画	8
4 章	廃棄物処理を巡る社会経済状況の分析	10
4.1	日本社会の変貌と廃棄物処理	10
4.1.1	日本社会の少子高齢化と廃棄物処理	10
4.1.2	未来社会とイノベーション	11
4.1.3	日本政府の循環型社会形成の基本方針	15
4.2	資源循環施設の更新の動向	16
4.2.1	ごみ焼却施設のストック	16
4.2.2	ごみ焼却施設の平均的な供用年数	17
4.3	兵庫県の廃棄物処理を巡る社会的状況の分析	17
4.3.1	兵庫県廃棄物処理計画の進捗状況	17
4.3.2	兵庫県下の資源循環に関する特徴的な事項--ひょうごエコタウン事業等	20
4.3.3	兵庫県下の一般廃棄物処理対策の特徴	22
4.3.4	兵庫県の循環型社会形成推進交付事業の特徴	23
4.4	対象とする兵庫県の一般廃棄物の目標設定について	24
4.5	対象とする兵庫県の人口予測について	25
4.5.1	人口推計手法	25
4.5.2	人口推計結果	26
4.6	対象とする兵庫県のごみ焼却施設・人口・財政力の状況	30
5 章	社会動向シナリオに対応しエネルギー回収を意図した焼却施設更新シミュレーションのモデル構築	34
5.1	更新シナリオデザインの全体構成	34
5.1.1	枠組みの設定	34
5.1.2	シナリオのデザイン	34
5.1.3	各種計画・施策および技術・社会情報の収集	35
5.1.4	対策の設定と主要変数の確定	35
5.1.5	パフォーマンス指標の推定	35
5.1.6	評価・提案	36

5.2	パフォーマンスを算定するシミュレータ	36
5.2.1	シミュレータの入力項	37
5.2.2	ごみ排出量勘定モデル	42
5.2.3	収集・運搬距離の勘定モデル	43
5.2.4	中間処理ごみ量勘定モデル	44
5.2.5	焼却処理施設運転勘定モデル	47
5.2.6	焼却処理施設の統廃合モデル	49
6章	シミュレータの兵庫県地域への適用と施設更新で広域化を図り エネルギー回収を進める効果の推定と考察	53
6.1	シナリオデザインの枠組みの設定	53
6.2	シナリオのデザイン	53
6.3	シミュレーションで設定した条件	54
6.3.1	人口の予測	54
6.3.2	ごみ減量対策	54
6.3.3	施設の統廃合条件と基準	54
6.4	施設更新で広域化を図りエネルギー回収を進める効果の推定と考察	56
6.4.1	施設数と施設の処理能力	56
6.4.2	コスト	60
6.4.3	CO ₂ 排出量	62
6.4.4	総発電量	64
6.4.5	リサイクル率	65
6.4.6	最終処分量	65
6.5	焼却施設更新シナリオ分析のまとめ	66
7章	兵庫県南部市街地の廃棄物焼却施設の補修更新実績の分析	67
7.1	施設インベントリ評価システムの必要性と評価の枠組み	67
7.2	兵庫県南部市街地の廃棄物焼却施設の補修更新実績の分析	70
7.2.1	調査方法	70
7.2.2	調査対象施設	70
7.3	ごみ焼却場の施設保全費の実態調査結果	71
7.3.1	施設保全費の経年変化	71
7.3.2	主要設備別の施設保全費	72
7.3.3	主要設備の保全行為別の費用割合	73
8章	施設保全勘定モデルの構築とパラメータ推定および検証	76
8.1	モデル化する対象施設とその位置づけ	76
8.1.1	対象施設の選定	76
8.1.2	モデル化対象施設の位置づけ	76

8.2	モデル構築のための費用特性の分類	76
8.3	構築モデルによる施設保全勘定とその検証	79
8.3.1	モデルパラメータの設定	79
8.3.2	勘定結果とその検証	82
8.4	施設保全勘定モデルに関するまとめ	83
9	9章 焼却施設のアセット・マネジメントモデルによる検討	84
9.1	基本的な考え方	84
9.2	処理量減少変動予想リスク	85
9.2.1	焼却施設別処理量予測	85
9.2.2	焼却施設別焼却余力予測による施設の効率化	86
9.2.3	処理量減少変動予想リスクとアセット・マネジメント	87
9.3	ファイナンスによる支出削減	88
9.4	焼却施設のアセット・マネジメントモデルによる検討のまとめ	89
10	10章 焼却施設における電力消費に関する考察	90
10.1	焼却施設の電力のバランスに注目する背景と目的	90
10.2	分析の方法	90
10.2.1	調査方法	90
10.2.2	重回帰分析	91
10.3	分析の結果	92
10.3.1	稼働年数とごみ焼却量あたり消費電力との関係	92
10.3.2	焼却負荷率とごみ焼却量あたり消費電力との関係	92
10.3.3	低位発熱量とごみ焼却量あたり消費電力との関係	94
10.3.4	ごみ焼却量あたり消費電力を説明する重回帰分析	94
10.4	焼却施設における電力消費に関する考察のまとめ	94
11	11章 人口減少に対応した廃棄物処理施設の運転管理に関する施設管理実務者の意向分析	96
11.1	施設管理実務者の意向調査の目的	96
11.2	施設管理実務者の意向調査の方法	96
11.3	施設管理実務者の意向調査につき回答した施設の位置づけ	97
11.3.1	炉型の特徴	97
11.3.2	処理方式の特徴	98
11.3.3	ストーカ式全連続運転焼却炉が主流を占める状況	98
11.3.4	全連続式ストーカ炉の処理能力の規模	99
11.4	回答した炉の所属する市町の一般廃棄物処理基本計画等の策定状況	100
11.5	循環型社会形成推進交付金の交付・申請状況	101
11.6	廃棄物処理施設の運営方針	102

11.6.1	マテリアル，エネルギー，バイオマスの各利用方針の優先順位	102
11.6.2	処理施設の予定供用年数ならびに供用後の整備計画	103
11.7	安定処理のためのバックアップ体制の構築と実績	104
11.7.1	同一市域（組合）間でのごみ処理の受入・依頼経験	104
11.7.2	他市域（組合）間でのごみ処理の受入・依頼経験	105
11.8	廃棄物処理施設の設備管理の状況	106
11.9	人口減少による低負荷運転時の対応方針	108
11.9.1	低負荷運転への対応方針とその因果仮説	108
11.9.2	低負荷運転時の対応策の回答（単純集計）	109
11.9.3	低負荷運転対応策と影響因子のクロス集計	110
11.9.4	広域で適切な処理規模，施設集約を考える判断に影響する 因子を見るパス解析	113
11.10	低負荷運転時の対応策の導入方針	114
11.11	廃棄物焼却施設の運転管理に関する施設管理実務者の意向分析のまとめ	116
12 章	廃棄物処理施策の転換に向けた住民意識に関する定量的分析	119
12.1	調査目的	119
12.2	市民意識調査の方法および回答者属性	119
12.2.1	質問紙調査の方法	119
12.2.2	調査内容	119
12.2.3	市民意識調査の回答者属性	122
12.3	市民意識調査の単純集計結果	123
12.3.1	廃棄物問題・施設に関わる意識，イメージ	123
12.3.2	廃棄物行政の施策方針（ごみ収集方針）への選好	124
12.3.3	廃棄物行政の施策方針（リサイクル方針）への選好	125
12.3.4	廃棄物行政の施策方針（施設管理方針）への選好	126
12.4	ごみ問題・廃棄物処理施設の現状認識・イメージと方針の関係性	128
12.4.1	分析方法	128
12.4.2	コレスポネンズ分析による現状認識・イメージと方針の関係性	128
12.4.3	廃棄物施策転換に向けた住民メンタルマップ上の重要項目	131
12.5	市民意識調査のまとめ	133
13 章	結論および今後の課題	135
	参考文献	139
	補助事業に関する発表等の状況	140
	関係資料（巻末）	141

1. はじめに

1.1 研究の概要

【研究申請で描いた研究の概要】

少子高齢化及び低炭素社会への移行の中で、循環型社会対応の資源循環システムを構築し、施設を高度化・更新していく代替案として、①広域施設への集約型更新、②エネルギー回収を軸とした改修更新、③延命化により適正処理を基調とする3つの方式について効果を評価する。構築モデルの他地域への適用を視野に入れ、多様な空間・人口・都市・産業の構成をもつ兵庫県下41市町の廃棄物処理施設と公共関与の最終処分施設で扱う一般廃棄物を対象として、施設の集約・再整備・更新を、①施設代替案のパフォーマンス比較、②処理方式を統合する新たな循環社会システムの制度導入の効果の面から、時代別に定量的に明らかにする。施設の安定運転（余裕度）、環境負荷削減、費用便益を評価項目とし、運営事業の規模、更新パターン、官民連携法による事業管理と施設管理（アセット・マネジメント）に優劣が生じることを解釈、評価する。

【研究の枠組み】

研究のタイトルは、人口減および低炭素社会への移行に対応した資源循環施設の更新と技術選択に関する研究、である。ここで社会動向の第一を「人口減」と表現するのは、既に国内の多くの市町、府県で人口の減少が始まっている上に、今後は大都市圏のフリンジや中心市街地においても人口減が顕著となり、自治体の固有の事務とされてきた廃棄物処理サービスを見直し、減少する廃棄物に応じた施設の維持管理（更新を含む）へと転換していく必要があると考えたからである。さらに第二に「低炭素社会」と表現するのは、化石原燃料に過度に依存することのない社会を目標としているので、廃棄物処理の分野では、燃焼プロセスで発生している熱を最大限利用することを目指すからである。

第三に「資源循環施設の更新と技術選択」を掲げているのは、残渣や不燃物のリサイクルも想定しながら、焼却工場を循環施設として位置付けるには、現行の焼却工場を明確な方向性の下で作り替え、将来と現状との落差を埋めて行く遷移的アプローチが欠かせないと考えるからである。

1.2 研究の目的

【研究申請で掲げた研究目的】

資源循環施設を新規導入・更新することで得られる一般廃棄物の環境負荷削減、循環量増大を評価するシミュレーションモデルを開発し、兵庫県を対象に運用する。既存の廃棄物焼却施設の更新と修繕の実績をもとに、焼却施設と破碎分別施設のユニットおよびコンポーネントの残存する効用を表現するサブモデルをつくり、耐用年数に近づくまでに延命や機能増進を図り、減量化に応じた適正規模の探索と低炭素社会形成の社会的要請を含め、循環社会形成に即した

施設更新・統廃合を積極的に図ることで得られる循環パフォーマンスを定量的指標を用いて明らかにすること。特に3Rsの推進に加え、市町行政力の向上から、事業規模の適正化(地域主体の再構築)を図った時の、施設のアセット・マネジメントの効果を評価し、地域の循環政策の戦略に資する。その結果として、リサイクル率の向上と最終処分量の減少を確実に図っていく道筋を示す。

具体的な研究目標を以下に示す。

- 1) 社会シナリオ構築のための都市人口等の情報DBを作成(対象:40余の市町)。
- 2) 廃棄物処理施設のストックと資源勘定を取り扱える資源・資産DB, 技術イノベーションを視野に入れた技術DB, および循環管理指標付きの「循環社会2030のシナリオ」の作成。
- 3) 施設更新・統合による効果を推定するモデルの構築。
- 4) 更新される施設(装置群)の統合・更新の管理の時間的空間的経路を2030年目標年次に向かって描くモデルの開発。
- 5) 施設稼働の環境負荷評価モデルを運用し、社会動向の変化を含めて推定し評価する方式を提示。
- 6) 施設(装置群)の管理の総合的な費用, 技術等のマネジメント資源の課題を明らかにし、官民連携の新方式の根拠情報としてまとめる。

本研究は、今後、低炭素志向が加わった社会変化に応じて、一般廃棄物基本計画の部門実行計画を組み換える『計画プロセス』を明確にでき、効率的かつ効果的な廃棄物施設のストック・マネジメントの制度設計づくりにも貢献するものである。

【研究実施にあたり市民動向や自治体判断の様相を分析する項目として明確にした事項】

なお、研究の実施・展開にあたり、東京都23区の一般廃棄物の一部事務組合や兵庫県の複数の自治体等に聞き取り調査をおこなった結果、地方自治体の廃棄物処理施設の維持管理や経費勘定は自治体の状況と判断によってかなりの幅がある事が再確認されたので、改めて全国的にアンケートを行い、上記の当初の研究目的と実施に活かすこととした。また、3R政策の遂行にあたり、市民の理解と協力は欠かせないが、廃棄物発電に関する関心と共に資源循環に関する選好を問うものとした。これらのアンケートを展開する研究目的は次のとおりである。

- 1) 焼却工場の多くの炉の形式はストーカ炉であり、その炉の持つ特徴はいわゆる適正処理を安定して行える事である。将来的には焼却炉の発電能力を高めて、エネルギー源として利用する事を想定し、既にそのような改善、工夫がなされているかどうかを評価し、将来の地域の発電ポテンシャルを判断することとした。
- 2) ストーカ炉の建設、維持管理の費目構成と時間的変化の詳細は兵庫県南部のいくつかの自治体の焼却炉の詳細調査で得ることができるので、それと全国的動向を、点検・補修・更新のために人平均予算として把握して、比較を可能とすることとした。なお、点検・

補修・更新の費用の項目は、予算と決算、それに焼却工場と自治体の本庁で異なっていることを聞き取りで確認したことから、アンケートでは混乱を避け、一括して捉えるに止めた。

- 3) 長寿命化計画に至る各種の計画を有しているかを問うとともに、いわゆる循環型社会形成推進交付金を申請して、エネルギー回収推進施設や基幹的設備改良事業等に取り組んでいる様相を問い、廃棄物処理の戦略上、エネルギー回収の位置づけが高まっているかどうかを判断する事とした。
- 4) 廃棄物の焼却工場で設備や機器の診断と管理値の設定、それに点検における人材活用、それに既存施設利用の長期化等の管理上の工夫の仕方を把握することとした。
- 5) 2015年の循環型社会形成推進基本計画の目標を計画年次で達成できるか、施設運転の予測を聞き取り、人口や廃棄物の減少の動向のもとで、焼却工場側で取り得る方法を聞き取り、その施策への自治体の選好を評価する。
- 6) 焼却工場では事故時や災害時の処理の相互融通がなされることがあるが、そのような協力が進むと広域連携も実現可能となる事から、そのような実態を把握した上で、広域処理への協力の将来見通しについて展望することとした。

また、アンケートで市民の意向を把握する目的は次の通りである。廃棄物処理とその前段階での収集の形態は、市民の経験によって既に認知され、部分的には是として受け入れられている。それは概ね、適正処理を基礎にしたものであり、衛生的に処理するにはそれ相応の税金を用い、自治体職員が責任を持って、収集(直轄か委託かは別に)を頻度高く行い、施設に集約して焼却し、埋め立てる事は望ましいものとされてきた。これに対して、マテリアルリサイクルを強化するには分別収集の段階で詳細な工夫をより強化すべきであり、焼却時のエネルギーを回収利用する場合なら、その目的への達成度を高めるシステムデザインをすべきと専門家は考える。しかし、いずれにしても、必ず市民の負担が発生し、そのために負担に関する情報をも提供した状況下での判断を積み重ねて、地域の意思決定、政策形成を図っていくことが必要である。このため、次の項目を尋ねることとした。

- 1) 各戸収集の是非、ゴミ収集への課金の是非、ゴミ焼却場のエネルギー回収の強化の是非
- 2) 焼却時の発煙防止装置の必要性の有無、焼却場への嫌悪感の有無、
- 3) 廃棄物処理施策の強化の必要性の判断、分別リサイクルの分別徹底への判断、発電優先の焼却施設操作の妥当性の判断、
- 4) 容器包装リサイクルの分別の徹底への判断、焼却工場の広域化への判断

【研究目的のまとめ】

以上の申請時の研究目的ならびに実施・展開にあたり必要となった研究目的を整理すると以下のようにまとめられる。

第一に、少子高齢化及び低炭素社会への移行の中で、循環型社会対応の資源循環システムを構築し、施設を高度化・更新していくシナリオを評価するため、コスト、CO₂排出量、総発電量、リサイクル率、最終処分量を算定するシミュレーションモデルを開発すること。さらに開発モデルを兵庫県に適用し、その妥当性、有用性を検証のうえ、地域の循環政策シナリオを考察・評価する。

第二に、既存の廃棄物焼却施設の更新と修繕の実績をもとに、焼却施設のユニットおよびコンポーネントの残存する効用を表現するサブモデルを構築すること。さらに、減少していくごみ量および対応するごみ焼却施設に対して、資金調達法を工夫して平準化を行うことによるコスト面での効果を検討し、アセット・マネジメントによる費用削減効果を評価する。

第三に、全国の施設管理者に対して、アンケート調査を行い、焼却施設の長寿命化やごみ量減少時の低負荷運転の対応方針を明らかにすること。また、広域化や低炭素化のためには、市民の合意形成が必要であることから、広域化や低炭素政策への市民の関心と選好を明らかにすること。さらに、得られた結果より地域の意思決定、政策形成支援に有用な知見を得る。

1.3 研究の特色

アジア循環型社会の形成でシナリオを構築し直接間接の効果を算定するモデルシミュレーションをすでに実施している。国レベルのマクロ研究としては UNU の出版物で盛岡が編集・執筆した著作” Establishing a resource-circulating society in Asia: Challenges and opportunities, pp.1-396, 2010 に関連研究を示した。一方、地域の廃棄物を扱う実践や産業形成や革新的技術開発の現場では、この 10 年間に多くの循環形成の個別技術や事業化がなされ、このブレーク・スルーを「廃棄物処理」、有機物の「排水処理」の地域総体に反映し、融合させるべき機会が到来している。例えば兵庫県では、申請者も参加して描いた「資源総合利用(バイオマス技術)調査」、「農のゼロエミッション(兵庫県)」、「ひょうごエコタウン構想」等により、多くの資源循環施設が建設運転されているが、これら民活型の施設レベルの投入産出機能のイノベーションの手順を一般廃棄物、有機廃棄物の資源化にも活用し、既存の焼却施設および破碎処理施設の機能更新・高度化・集約化にも活用していくよい機会である。

廃棄物処理施設を取り巻く環境は、ダイオキシン類等の排ガス規制の強化、ごみ量減少、財政難等、大きく変化してきている。さらに、今後の人口減少、ごみ量減少に対して、従来の適正処理を維持しながら、資源循環、熱回収を中心とした温暖化対策、低炭素化等、新たな役割も担わなければならない。これらの要請に答えるためには、今後、ストック・マネジメントの考えに基づく管理・運営の導入や、長期的に施設を更新・運営管理をしていく基本的な運用モデルが必要である。

平成22年度は、現状におけるストックが非常に多く、今後、適切な機能保全による施設の長寿命化が求められるごみ焼却施設の施設保全勘定モデルを構築した。この施設保全勘定モデルは供用開始から毎年の施設保全内容とその費用を定量するものであり、ライフサイクルコストの算定や費用の平準化の検討、ストック・マネジメント手法導入の検討等、施設保全計画の基本モデルとして活用できる。

また、全国のごみ焼却施設管理者に対して、アンケート調査を行い、焼却施設の長寿命化やごみ量減少時の低負荷運転の対応方針を明らかにし、さらに広域化や低炭素化のためには、市民の合意形成が必要であることから、広域化や低炭素政策への市民の関心と選好を明らかにした。

平成23年度は、ごみ焼却施設の施設整備の力点が、施設の部分負荷運転による効率の低下に対して適正な施設規模を探索する事に置かれ、あるいは人口減少と廃棄物量の減少を見据えて施設の有効で効率的な利用を求めて広域処理を求める動きが一般になりつつあることを踏まえ、かつ、3.11以降、都市自らの再生可能エネルギー供給・活用的手段として廃棄物発電が注目されていることから、将来の一般廃棄物処理の基本構想をシナリオとともに描くのを支援し、かつ中核施設としての焼却施設の維持・更新・建替え・集約等の基本デザインを検討することを支援するプラットフォームをPC上に開発した。また、さまざまなストック・マネジメントの中で、廃棄物の減少下における需要リスクとファイナンスによる費用削減効果を考察した。

以上のように本研究で開発したモデルは、現段階において、限定的な側面があり、今後、改良が必要な部分はあるものの、地域の一般解(地域に即して普及・変容・更新)として展開する科学的学術的根拠、エンジニアリング上の手順を示すものであり、行政的な政策決定支援ツールとして、また、循環社会形成のガバナンスを向上させるツールとしても貢献しうる。

2. 研究成果の概要

第一に、人口減少および低炭素社会への移行の中で、ごみ焼却施設を更新していくシナリオの構築に基づき、広域化とエネルギー回収を評価する手法の開発を試みた。シナリオは、処理の空間的単位の志向性の軸（分散型、広域型）と廃棄物処理方針の軸（3R 推進、エネルギー回収）の2軸でデザインした。この2軸の組み合わせから4つのシナリオを想定し、シナリオ毎に、ごみ焼却施設の更新に伴うコスト、二酸化炭素発生量、総発電量、リサイクル率、最終処分量を算出し、2010年から2030年まで5年毎の勘定値を算定するモデルを構築した。

2030年までの一般廃棄物に関する焼却処理施設の更新に関して、兵庫県を対象に現状の地区内処理で、施設更新を進めるシナリオと広域的に施設の更新、集約化を図るシナリオを試算した結果、発電による売電効果を考慮しない場合は、コスト面において大差はなく、売電価格を8円/kWhとして考慮した場合、広域化シナリオの方がやや有利になることがわかった。また、CO₂排出量に関しては、その大部分がプラスチック類の燃焼によるものから、3R推進施策の一つである、その他プラスチック類の分別が効果的であった。しかし、その他プラスチック類を分別収集しない場合でも、施設更新時に高効率発電を導入し、ごみ発電によるグリーン電力をCO₂の削減効果として計上した場合、現状シナリオよりもCO₂排出量を抑制できた。すなわち、2030年までの一般廃棄物に関する焼却処理施設の更新に関しては、広域的に焼却し、発電エネルギーを回収することより、3R政策に抵触せず、むしろ低炭素社会の形成を促進する点で効果的であることを明らかにした。

第二に、2030年の社会経済的フレーム値から廃棄物発生量を推定する予備作業を行い、発生抑制がこの数年間で県内でも効果的に生じていることを反映した「将来見通しのシナリオ」の代案の作成を試みた。施設の容量（ストック）と資源のフローを表現し、焼却施設のメーカーのヒアリングを行い、維持管理を専門集団に任せるDBO等の管理方式の導入、高効率発電等の機能更新に相応しい技術の採用の動向を分析した。施設資産DBおよび技術DBの代表的な情報を整理した。最大の成果は、5つの焼却場の詳細なデータ（約10年に及ぶ経年データ）をもとに、燃焼、ガス冷却等の主要6つのプロセスの点検、補修、更新の部材取扱いおよび費用支出のイベントリを作成し、25年間を通した保全費の勘定モデルを作成できたことである。

標準耐用年数を通してリーズナブルな設備保全費を勘定することができる炉はまれであり、炉ごとの報告値を標準的な初期、中期、終期の値に換算して比較したところ、日量処理能力トンあたり年間で設備保全費50万円を挟んで分布が見られ、そのうち、ガス冷却、燃焼（水冷壁）、排ガス処理、電気計装の4大項目の占める割合が高い。また、時間経過でみると「一定」、「ステップアップ」、「定期」の3タイプがあり、それらの標準形で保全費勘定モデルを構築し、他の大都市の費用を用いて検証をおこなった。費用ピークは触媒や火格子の更新時に見られ、費用に対する支出の重なりを避ける予測方式として利用できることが分かった。

専門家との意見交換会を阪神間（神戸、播磨を含む）および東京、川崎（日本環境衛生センター）等で開催し、何度かの聞き取り調査をおこなって施設の装置と部材等のインベントリご

との維持管理，経費支出等のフレームワークを作成した．さらに，全国の焼却工場（清掃工場）に質問紙を送り，焼却工場(ストーカ炉)の維持管理で長寿命化やコスト縮減を図っている様子を調べた．その結果，機器や設備の機能診断，劣化管理，機能保全予測等が着手されているものの一部に留まっていること，廃棄物の発生・処理量を削減する目標は達成されるが発電量やリサイクル量の目標設定やその達成管理は十分に内部化されていないことが明らかになった．また，災害時や事故時の廃棄物等の受け入れの相互協力はなされているが，広域的かつ効率的な能力活用システムの構築は強くは意識されておらず，結局のところ，施設容量にゆとりが生まれても炉の運転時間の調整等で内部で可能な施策の実行に留まっていることも判明した．

第三に，施設の広域化やエネルギー回収等の施設の高度化計画を円滑に進めるには，市民意識に合った計画内容であり計画策定手順であることが必要である．約 1000 通のアンケートを婦人会やエコタウン協議会に属している比較的意識が高いと考えられる市民に発送し，現状の廃棄物問題・施設に関わる意識，イメージと今後の廃棄物行政の施策方針への意向と評価について質問紙調査をおこなった．廃棄物問題・施設に関わる意識，イメージを①処理場の嫌悪感・立地への判断，②補償的行為への選好，③ごみ問題の解決と対策の認識への反応で，市民を分類し，特徴付けをおこなったところ，大きくは廃棄物行政の転換に保守的な人と革新的な人の違いが明確になり，その態度を説明できる変数を見いだした．例えば，焼却工場に対して嫌悪を感じ，近隣立地にも否定的であるが，焼却工場の補償的な行為には賛成で，ごみ問題は解決に向かっており強力な施策も必要と感じない人は，施策転換に対して保守的であると判断した．廃棄物および資源循環政策上で施策転換を図る際に，合意形成を得る上で困難な項目は，①施設の集約化，②ごみ処理有料制，③ごみの集積所の変更等，直接的に住民に影響を与える項目であり，これらへの態度表明で，市民意識の深層心理を把握することができ，エネルギー回収や発電を推進する場合でも丁寧な情報と広報が必要であることが伺われた．

3. 研究計画

本研究の構成課題と役割分担を図 3.1 に示す。また、本研究の調査分析フローを図 3.2 に示す。

第一に、兵庫県の循環社会ビジョン等の基本的概念、政策方向に準拠しつつも、2030 年のフレーム値を作成する。シナリオ・アプローチにより、第一軸を処理の空間的単位として、処理の単位をこれまでの基礎自治体とする「分散型」と、人口減に対応し、廃棄物処理の費用負担を軽減する観点から、施設の集約化を図ることにより効率化を目指す「広域型」に分ける。第二軸を処理方針として、これまでの循環社会形成の基本方針であるとして「3R 推進型」と、ごみ焼却施設をドイツ等の諸外国で見られるエネルギー拠点施設へと変容させることを想定した「エネルギー回収型」に分けてとりあげる。

廃棄物処理・リサイクルの分野で向こう 20 年間の評価指標として、①リサイクル率、②最終処分量を設定し、低炭素社会に資源循環から貢献しうるポイントとして、③CO₂ 排出量、④総発電量をとりあげ、加えて財政的な観点からの評価のため⑤総コストを取り上げる。これらを基本循環指標として、シナリオごとの 2030 年の施設更新の方針について考察する。

第二に、一般廃棄物処理では財政上の効率化や支出の削減を図ることが実務上欠かせないので、施設整備にかかる費用の見積もりを可能とするツールの開発も要求される。ここでは、施設整備の初期費用は国の助成を受けて軽減することができても、維持管理費用の大部分は自治体の負担となる見込みが大きいので、焼却施設を維持する技術の効果と関係づけて維持管理モデルを開発することを試みる。技術効果と資金管理効果の両面から見たアセット・マネジメントが必要となっている。地方の負担を強いる維持管理費用が増加し、地方の後年度負担が増大するような処理方式は避けねばならないからである。この維持管理の方式と費用の詳細は、これまで経験知として関係者の知る所であったが、22 年度に都市部の日量数百トン規模の焼却施設の技術者に対するヒアリングとアンケートをおこない、さらに全国的な施設関係者にごみ焼却施設の運営に関するアンケート調査を行った結果も活用して、焼却炉の建設後の時間経過に沿って維持管理費用が変化する過程を表現する勘定モデルの開発を行う。

第三に、ごみ量が減少した場合の焼却施設の対応方針ならびに現状における長寿命化対策の動向を把握するために、全国の焼却工場（清掃工場）に質問紙を送り、焼却工場（ストーカ炉）の維持管理で長寿命化やコスト縮減を図っている様子を調べる。また、施設の広域化やエネルギー回収等の施設の高度化計画を円滑に進めるには、市民意識に合った計画内容であり計画策定手順であることが必要である。そのため、約 1000 通のアンケートを婦人会やエコタウン協議会に属している比較的意識が高いと考えられる市民に発送し、現状の廃棄物問題・施設に関わる意識、イメージと今後の廃棄物行政の施策方針への意向と評価について質問紙調査を行う。

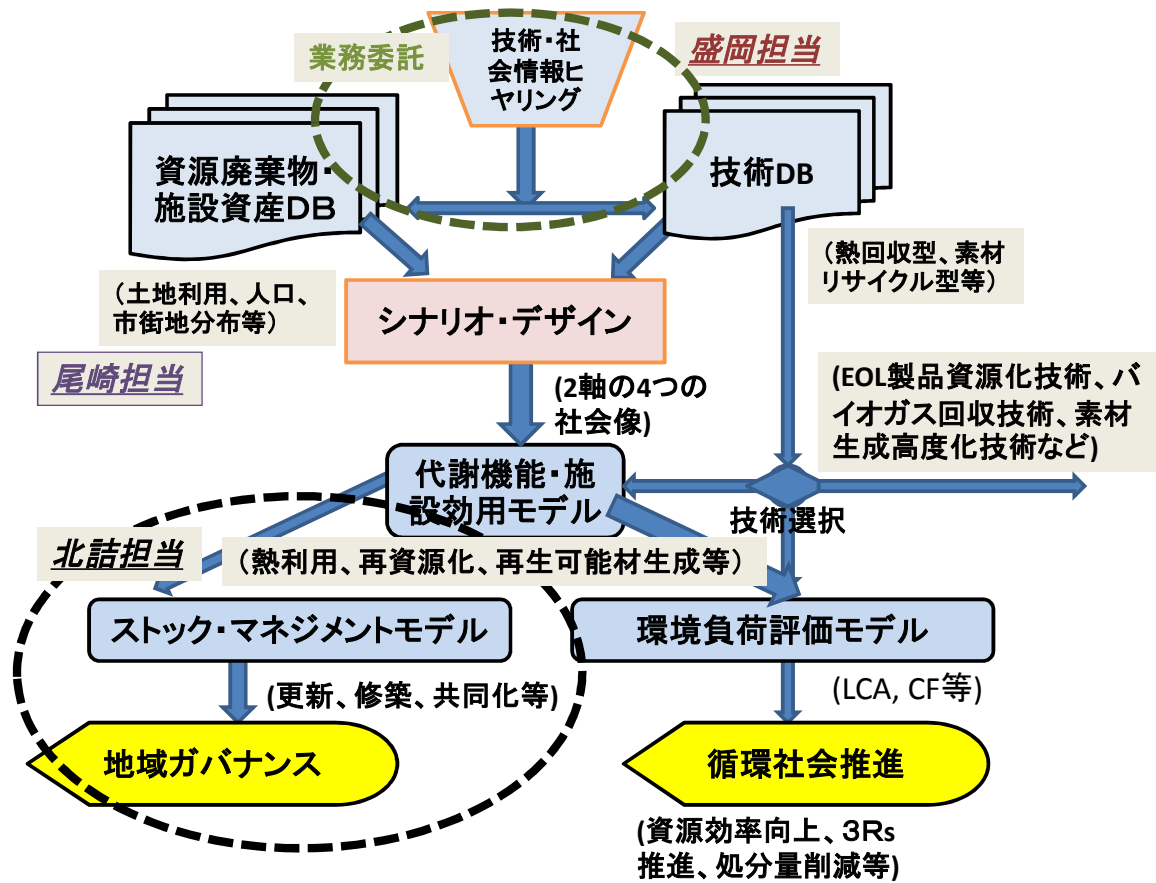


図 3.1 研究課題の構成と分担関係

技術イノベーション 地域資源勘定 地域経営

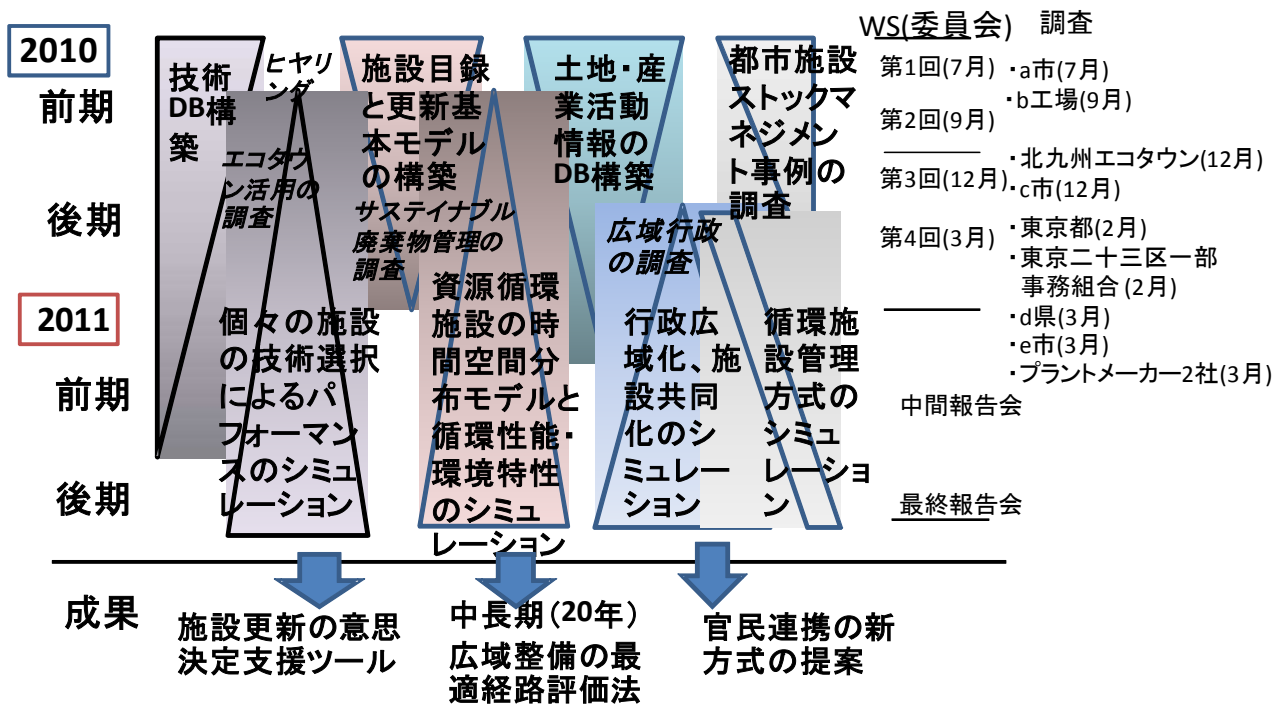


図 3.2 循環社会形成施設の長期更新とストック・マネジメントの調査研究フロー

4. 廃棄物処理を巡る社会経済状況の分析

4.1 日本社会の変貌と廃棄物処理

4.1.1 日本社会の少子高齢化と廃棄物処理

日本社会は先進国の中でも最も急速に高齢化社会を迎えつつあり、2030年には人口減と世代間の不均衡が顕在化することが予想されている。すなわち団塊の世代が姿を消し、人口ピークとして団塊ジュニアの世代がわずかに見えるものの、少子かつ高齢者の多い人口構成で経済活動や地域経営をおこなう姿である。このような人口の歪な姿は、様々に影響を及ぼす。人口は産業活動や都市活動に影響を与えるが、結果として、その活動によって生み出される廃棄物の量と質も変わる。詳細な分析の前の現段階でも予想される事項は、次のことである。これらは十分にあり得る仮説として、研究の視座を形づくる。

- ① 人とともに財やインフラにも新陳代謝で類似の特徴が生まれる。地方のコミュニティはもちろんだ大都市圏でも、廃棄物処理施設および個別設備の長寿命化が試みられ、設備のライフタイムで後半に分布が高まり、いわゆる経年施設の占める割合が増加してくる。人口と同じく、前向きのコホート分析によって、20世紀末のやや特殊な要因を反映した設備特性を持つ一群への手当をその退場まで見届ける必要がある。それは酸性ガス対策やダイオキシン対策で焼却炉やボイラーなどの後に付加した汚染防止装置が、トータルで最適な設計でない状態でEoP技術（End-of-Pipe technology）や継ぎ接ぎ式（patchwork pattern）で構成されている事実への特段の注意である。付加された灰溶融炉の扱いは代表的な例である。
- ② 共同して廃棄物処理をおこなう自治体の規模については、焼却を主流とする限りでは、その技術特性や操作性や効率からみて、ある程度の規模の炉を受け皿とする程度までは集約すべきという判断がなされよう。既に一部事務組合方式で共同化が進み、業務を施設管理会社に委託することもなされているが、さらに、新たな形式の管理運営が追い求められる。廃棄物処理だけでなく、上下水道、医療・福祉、消防、等の市民サービスに必要な施設の技術管理を中期的なスパンで民間セクタと契約し履行する姿である。施設の更新が約20年に一度という間隔サイクルになると、経験を積んでそれをもとに施設の管理や更新の技術的判断を恒常的に行う専門性を将来にわたり基礎自治体で維持していくことが難しくなるからである。官民連携（PPT, Private-public partnership）の様々な形式のなかで、DBO(Design, build and operate)以外にも適用例が多く生まれよう。
- ③ 少子高齢化と同時に経済活力の減退が生まれる中で、地方のコミュニティでは、行政サービスの維持に対する負担とサービスを自主的に評価し、優先つけ、選択していき、結果として従来の「与えられるシビルミニマム」の代わりに、「情報を得た上でのサービスの選択」（Informed choice of community services）という状況に至る可能性がある。このときに廃棄物処理に要する市町の財政負担の費用対効果を判断すると、より簡素で軽い収集、処理、処分のサービス（Simple and light waste treatment）を考案し、選ぶ可能性が生じることにな

る。少子高齢化で脱物質化が進むと、台所の有機物残渣をコンポスト等で家庭あるいはコミュニティで庭や畑に還元する事も有力な代替案となり、廃棄物の収集よりもルール化された資源の回収とその積み替えとしての中間処理を主役とする軽い方式が選ばれる可能性も生まれる。

- ④ 少子高齢化，経済活力減退，脱物質化の傾向が重なると，廃棄物発生の中間項分解から見ても， $[人] \times [経済規模/人] \times [廃棄物発生量/経済規模]$ の積は減少することは確実であり，基本的に現行の処理能力の施設容量から見て余剰が生まれ，これが点検時や災害時の緊急応援等に応じた正当な冗長度に相当するかどうかを吟味していくことになるろう。これまで需要に応じて整備してきたインフラの多くは，立地場所（設置場所）の集約化，あるいはより規模の小さい施設へのダウンサイジングを中長期的に図ることが想定される。この場合，従来に比べ高機能だが規模の小さい設備で置き換える場合や，周辺の自治体で共同して大規模化を図る等，多くの選択肢を比較考量するのが妥当である。処理能力を下回る廃棄物量を受け入れる状態が続く場合，複数の炉の運転時間を調整し，いわゆる部分負荷運転の不効率を回避して，なおかつ運転の余裕度を確保する運転制御法を選んでいくことになるろう。シナリオ研究は，この時間ダイナミズムを検討し，かつ資産の管理運営を考察するのを支援する道具である。
- ⑤ 少子高齢化の社会では，生活の運営にあたり，個別化して専門分化して近代化の成長を支えた学びや商い，取引等をむしろ構成員が分かち合い，かかわって人自身が多元的な役割を演じる百匠（multiple working）の働き方が生まれる。一般には，廃棄物処理施設では専門的維持管理をコミュニティの外からのコンサルティングによって行おう案が理にかなっているとされるが，同時に軽いシステムを構築した場合，廃棄物のフローのかなりの部分の操作にコミュニティ人材が関与することで，管理運営の効果が高まる姿を想定する事もできる。

4.1.2 未来社会とイノベーション

未来は体験したものではない。しかし，萌芽的に生まれている要素を未来に外挿し，さらに複数の要素の相互作用で新たに生み出される姿を描き出すことで，先んじて対処することが可能となる。未来学からビジョン研究へ，さらに目標への道標とその到達を検討するシナリオ研究へと進んできている。とりわけ，人類史的にみれば，地球的制約の中で振舞う事を余儀なくされた未来の探索として，将来のあり方とその道筋を探る「ビジョン研究」が盛んとなっている。その課題には少子高齢化もあるが，既に欧州では，日本の戦後ベビーブームとは反対に出生率の減少が生まれそれにさまざまに対処してきたことから，より不確実なグローバルな文脈の下での人類社会のありように眼を向け，それに研究を深めようとする姿勢が目立つ。

環境分野では，2050年低炭素社会の日本のシナリオづくりがなされた。それは，二酸化炭素の削減というフォーカスを充てる研究なのか，それとも低炭素型の社会像を明確にするのかが

やや、あいまいであった。そのため、2006年に姿を現し、「気候変動の経済学」の名を冠としたスターン報告のように、社会に大きな影響を与えるに至らなかった。それでも技術イノベーションにより負荷（資源投入）に対する効率を飛躍的にあげていく将来イメージと、自然共生のエコライフで脱物質化を図り GDP では測りきれない幸せを求めて行く将来イメージを対置させる事に成功している。

地球規模の環境問題は、資源エネルギー消費や地表面の大幅な改変を伴って行われる産業活動（都市活動）を原因として生起している。それだけに資源消費の結果としての廃棄物問題は、二酸化炭素の排出や生態系の劣化（生物多様性や生態系サービスの悪化）が生み出す諸現象と共通項をもつ。それだけに、いわゆる負荷の強度や負荷効率を経済活動と対置し、あるいは経済活動に内部化する作法は、将来シナリオの作成においても共通項がある。

環境政策をリードする欧州では、この数年の間に、アカデミアの中で「シナリオ研究」や「ビジョン研究」、「社会技術」が多面的に展開された。すなわち、技術イノベーションは専ら技術開発に委ねるだけでは実現できないとの基本認識から、政策研究は実世界への実施へ深くコミットメントするとともに、その提言やコミットメントのパフォーマンスを社会的効果（最終的帰属、副作用、公平性等を含め）として冷静に評価して学術課題としてもフィードバックする事がなされた。

それに呼応して、日本では JST 社会技術センターが設けられ、精力的に社会との橋渡しをする研究を促している。境界領域の難しさがあがり、かつ理論と実践との融合が必要であるだけに、未だ科学を積極的に応用してゆく技術適用の効果論の視点が色濃く残り、楽観的視点到終始しているものも少なくない。時には設備・装置の言葉の実装を用いて社会にも「社会実装」という表現がなされたように、技術的世界観を骨格にしてきた。技術哲学をベースにした TA や欧州流のコンセンサス会議を志向する野心的な試みもあり、その成果の広がりが期待される。「科学技術と社会の相互作用」や「足元からの脱温暖化」などの考察では、個別事例からの積み上げと、トップダウンのイニシアティブとの連携強化がカギだと思いが、日本社会では理念のしっかりした骨太の枠組みの提案が歓迎されることはまれである。

逆に欧州の学術政策では論理を大事にする。欧州の試みは、経済社会のなかでのブレーク・スルーにはまずもって「経済社会のマナーでパラダイム変更」を促すことを徹底し、その上で、社会的、文化的側面を加えると言う方式である。言い換えると、経済社会的フォーカスを徹底しつつ、環境価値を尊ぶエコノミクスとしての作法にまずこだわる。例えば、スターンレポートは、炭素価格政策、グリーン技術政策、行動変化政策の三つの柱を組み立て、その炭素価格政策では、排出規制、市場、排出量取引の三つを社会設計する事を提言している。技術効果の可能性の積み上げではないし、エコライフの情緒的な広報でもない。あくまで、社会的未払いを内部化した経済合理を政策の基礎にしており、その上で、エコノミストや産業人の理解を得るべく、協働のプラットフォームを形成することに力を入れる。

例えば、持続可能な発展のための産業人会議 WBCSD は、自然保護団体 IUCN と協力して、

企業が自らの受け取る生態系サービスの恵みを「依存 (dependence)」として、またそれへの影響として自らの責任を持つべき「インパクト (impact)」して評価する エコシステムサービス・レビュー (ESR) の方式と実践法を提言した。勘定に入っていなかった生態系を評価に入れることで、代替案選択が変わり、あるいは意思決定を変更すると言う効果を期待している。すなわち、生態系への依存とそれへの影響を企業が評価するためのガイド (Guide to Corporate Ecosystem Valuation (CEV, Apr. 2010) では、「ビジネスは生物多様性と生態系サービスに依存していてそれに影響を与えるので、そのガイドの助けを借りてリスクを管理し新たなビジネス機会を勘案し、より良き意思決定をおこなっていくことを促して、その生態系評価は政府、資金投資家、ビジネス顧客によつて的確に考慮され、他のビジネスツールの補完的な役割を担っている」と強調されている。

(http://www.wbcsd.org/DocRoot/gslFp45ojmeO4e1QP2ZD/WBCSD_Guide_CEV_April_2011.pdf)

また、イギリスの気候変動政策は、スターンレポートを受けて展開され、学術的には、ティンダール気候研究センターなどの拠点研究センターで展開されているが、英国では低炭素経済づくりへビジネスセクターの参画が顕著である。たとえば、2011年3月には、再生可能エネルギーと低炭素経済をつくる欧州地域開発基金(ERDF)の包括資金援助(約700万ポンド)をうけて、スコットランド政府は自らの低炭素経済戦略を推進して海上風力、炭素貯留、自然エネルギー活用発電システムなどの幅広い技術開発をすすめるとした。その際には、産業と学术界の連携を支援し、低炭素製品システムに結実することを狙いつつも、再生可能エネルギー技術に関する技量の開発や教育センターの設立運営まで幅広く含んでいる。エネルギー技術パートナーシップでスコットランドの各大学の自然エネルギー研究のネットワークを構築して、欧州のハブ組織として育てることを含む。

12のプロジェクトからなる低炭素スコットランドの包括プログラムは、EUの支援を受けたスコットランドのグリーンエネルギーへのアライアンス(<http://www.scotland.gov.uk/>)として紹介されているが、その源流はEUの再生可能エネルギー政策にあり、2010年末の欧州委員会の声明によれば、27カ国のEUメンバーが欧州経済復興計画の中で展開する再生可能エネルギーへの投資は48億ユーロ、エネルギー効率向上への投資が42億ユーロに及ぶとしている。振りかえってみると、2008年に着手され日本国内でも注目されたアムステルダム取り組みは、やはりEUの支援に基づくものであり、先進情報通信でエコ都市をつくるEU型のスマートシティのプロトタイプであった。市内商店街へLED電燈を大量投入したり、電気自動車のゴミ収集車の充電を街頭で行えるようにしたり、商店街のエネルギー削減をカーボンポイントとして流通させる等の多様な試みを市内旧市街地や自由大学が立地する副都心で展開しており、当時はIBM, Cisco, Accenture等とまち当局とのアライアンスが注目された。その意味ではスコットランドの取り組みは、産官学のアライアンスで再生可能エネルギーを開発し、イノベーションを実現しようというものだろう。

産業界のイノベーション戦略として改めて注目されるのは、WBCSDのビジョン2050である。2050年に90億人の暮らす地球を考えるにあたり、ビジネス社会があらためて社会が望む製品やサービスに投資をおこなってビジネスを通して貢献する道を探っている。示唆に富む質問を掲げ、その答えを用意して

いる。持続可能な社会への道筋や解はどのようなものなのか、その持続可能な未来を得る上でのリスクは何か、持続可能な経路に早く進むのに必要なラバスタな行動、政策、投資とはどういうものなのか、等に応えようとしている。とくに、低炭素エネルギー社会の側面として、二酸化炭素排出は2020年にピークを迎え、2050年には2005年に比較して半減している姿を想定している。需要サイドでのエネルギー効率が大幅に改善され、低炭素モビリティを誰でも利用できる姿を希求していて、その新しいビジョンの根幹は適切な環境価値を反映した価格つけだとしている。すなわち、真の価値は地球の制約の中で私たちが暮らしていくことを前提に考えられるべきとしている。(The difference is that the new solutions will be based on a global and local market place with “true values and costs”, the “truth” being established by the limits of the planet and what it takes to live well and within them.) いわゆる温室効果ガスによる気候変動や生物多様性の劣化がもたらす経済的影響を、たとえ未払いであっても、それを社会的費用として内部化して、その上で費用効率的な考えをとるべきと判断している。

2050年までの道筋を、2020年までに達成すべき点、やや変動下におかれる時期の様相、移行(transition)の姿、そして成功へのカギ、そして2050年の達成像の5つを区分して、9つの主要な領域の特徴を明示している。そのうち、低炭素社会と廃棄物のところについて順に示すと次の通りである。

- ① **【2020年までに達成すべき点】**:地球規模での炭素価格の導入、温室効果ガスの管理についての国際合意、再生可能エネルギーの価格を通減すること、供給サイドのエネルギー効率の向上、及び資源循環経済の面では、生産におけるエネルギー効率の向上、消費者と協力した材料・資源関係のイノベーション、埋め立ての廃止、クローズド・ループ設計、バリューチェーン・イノベーション等
- ② **【行きつ戻りつする変動下での様相】**:エネルギーに対する様々な側面が出て試行錯誤、同時に材料分野では少ない財で多くの製品を提供する
- ③ **【移行過程のデザイン】**:二酸化炭素の排出のピークと減少、および資源循環の輪を閉じる(循環生産消費システム)
- ④ **【成功へのカギ(判断指標)】**:世界の二酸化炭素排出を2005年比で半減を実現、かつ資源循環で2000年比較で自然生産性を4-10倍にあげることに成功
- ⑤ **【2050年の姿】**:低炭素エネルギーを確実に十分な量で供給し、資源としてみて、廃棄物扱いしない

この出版物(pp.12-16, www.wbcsd.org/web/vision2050.htm)では、移行過程に先んじて、あちこちに揺れ動きながら進む10年程度の時期(turbulent teens)において、大事なものは、信頼性の構築(building trust)、業を起こす精神(entrepreneurialism)、そして関係者の参画(inclusiveness)を求めて行く姿だとしている。この時期にも風力は競争力をもち、さらに、次の移行過程の時期の特徴では、太陽光も市場で競争力を持つとしている。エネルギー分野では、次の項目を挙げている。これらは原子力政策で各メンバーが不一致なEUという微妙な課題を含むので英文の表現にも工夫がみられる。温室効果ガスはピークに達し減少に転じ、太陽光は市場で競争力を持つが、同時に、原子力は未だ重要な役割を果たす。総じて、グリーンな技術が普及するイメージを描いている。

このような世界をリードするビジョン研究は、循環型社会の将来にも大いに参考となる。

4.1.3 日本政府の循環型社会形成の基本方針

日本政府の上位の計画は、環境基本法であり、それを受けて循環型社会形成基本法が存在する。循環型社会形成基本計画が目標を達成する手段である。日本の第一次の循環型社会形成基本計画は、2010年に計画年次を終え、第二次計画に引き継がれた。その際、いわゆるマテリアルフロー指標のうちで、資源投入あたりの国民総生産量、最終処分量、それに資源リサイクル率の3つの指標について確かなパフォーマンスの前進（資源生産性は26万円／トンから37万円／トンへ、最終処分量は5700万トンから2800万トンへ、循環利用率は10%から14%へ）があったことを確認してその数値水準を引き上げるとともに、わかりやすさや政策目標の達成の判断として利用できることから、市民行動、ビジネス行動、それに廃棄物発生量（発生抑制）の3群に9つの指標を追加して施策管理を行おうとした。

2015年目標では資源生産性42万円／トン、最終処分量2300トン、循環率15%の目標だが、2000年比の排出抑制で産業廃棄物は6割削減、ビジネス事業系廃棄物は2割減、家庭廃棄物は2割削減、削減行動等の実行は5割の水準（認知は9割水準）へ、さらに簡易な環境マネジメントシステム導入数を6000のオーダーに増やし、グリーン購入を3割に増加させ、環境ビジネスを倍増するという内容を持つものであった。

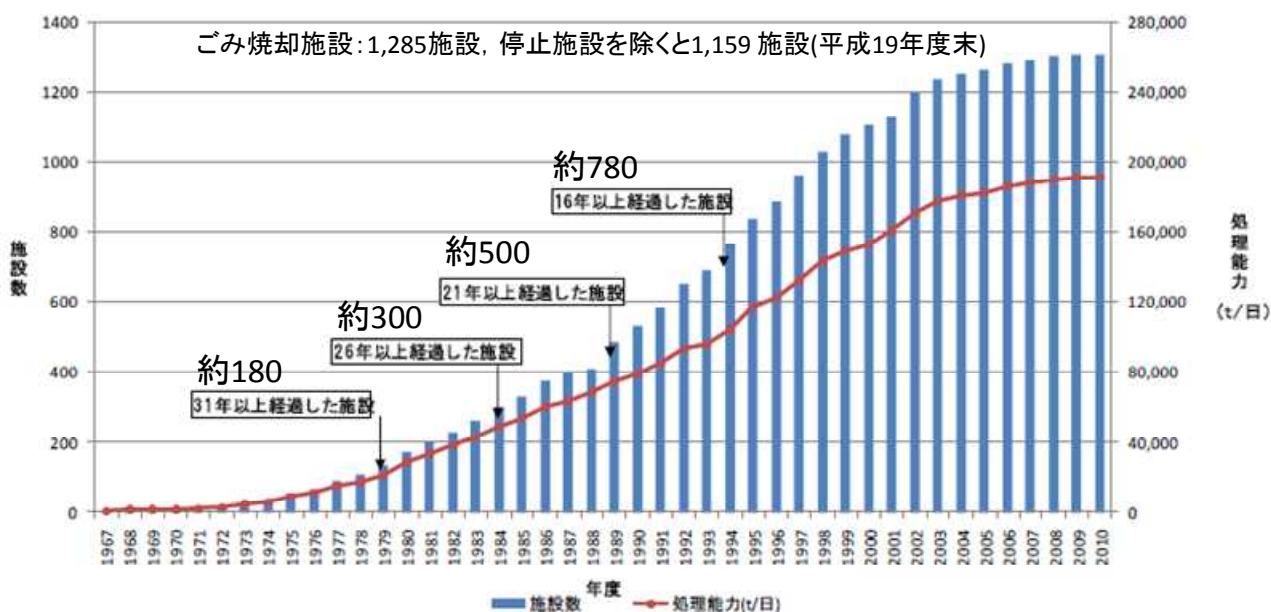
同時に、第二次循環型社会形成推進基本計画では、①低炭素社会づくりと連携した廃棄物発電等のエネルギー利用の促進を図り、②バイオマス利活用等で自然共生社会づくりを進め、③フロー経済から良好なストック活用型を目指し、④地域特性を生かした地域循環圏を形成し、⑤もったいない精神を生かしたライフスタイルの創造、⑥レアメタルやリンなどの資源制約への対応、⑦ゴミゼロ国際行動計画や東アジア循環社会ビジョンづくり、の7つを打ち出していると理解できる。

4.2 資源循環施設の更新の動向

4.2.1 ごみ焼却施設のストック¹⁾

廃棄物処理施設のうち一般廃棄物処理施設の施設数は、平成19年度末でごみ焼却施設が1,285施設である。このうち、ごみ焼却施設について稼働年数毎の施設数（停止施設を除くと施設数は1,159施設）をまとめると図4.2.1のとおりであり、16年以上経過した施設は全施設数の約5割、21年以上経過した施設は全体の約3割に及んでいる。

これらの施設のほとんどは、老朽化が進み、施設の更新ないし延命化措置が必要な段階を迎えているものと推察される。



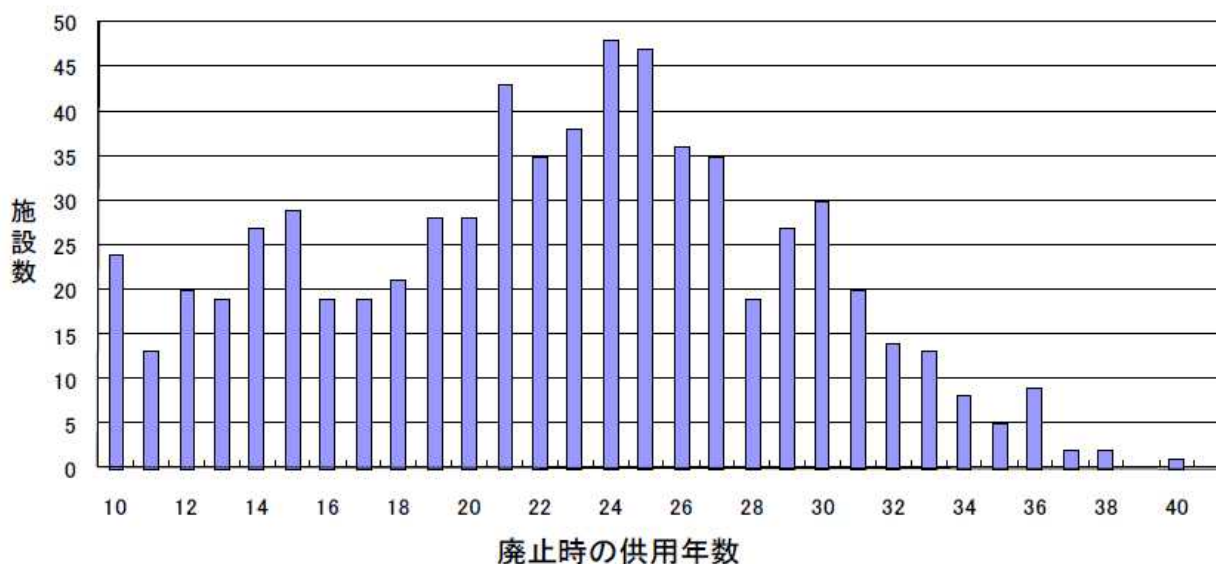
出典：環境省,廃棄物処理施設長寿命化計画作成の手引き（ごみ焼却施設編），平成22年3月

図4.2.1 ごみ焼却施設数(稼働年数別)及び処理能力

4.2.2 ごみ焼却施設の平均的な供用年数¹⁾

一般廃棄物処理施設のうちごみ焼却施設は、焼却が開始された初期においてはごみを処理することだけが目的の簡易な施設であった。しかしながら、近年のごみ焼却施設は、生活環境の保全及び公衆衛生の向上を前提としつつ、循環型社会の形成を推進することに転換が図られてきており、公害防止、自動化、熱回収等に係る技術の集積が進み、維持管理に高度な知識・経験を要するとともに建設に当たっては多額の費用を必要とすることとなった。

その供用年数をみると、**図 4.2.2**に示すように、ごみ焼却施設では、供用年数が概ね 20 ～ 25 年程度で廃止を迎えている施設が多く、多額の資金を投じて建設されたことを考慮すると必ずしも供用年数が十分長いとはいえない。なお、本図は一般廃棄物処理実態調査（平成 11～19 年度実績）を基に、各年度の調査施設（全連続燃焼施設）のうち前年度より同一建設年度の施設数が減少した数を、同年に廃止した施設と想定してカウントして集計されたものである。



出典：環境省,廃棄物処理施設長寿命化計画作成の手引き（ごみ焼却施設編），平成 22 年 3 月

図 4.2.2 ごみ焼却施設における廃止時の供用年数と施設数

4.3 兵庫県の廃棄物処理を巡る社会的状況の分析

4.3.1 兵庫県廃棄物処理計画の進捗状況

兵庫県廃棄物処理計画（2007 年 4 月改定）が策定されて、2011 年度は 5 年目である。この兵庫県廃棄物処理計画は、ひょうご循環社会ビジョンの実施計画として位置づけられ、基本方針を「循環型社会の実現」と「適正処理の確保」として、計画の目標を定め、諸施策を展開している。2011 年には新たに、兵庫県廃棄物処理基本計画（2011）が策定される。兵庫県環境審議会の審議で示された事項より、現行の処理等の特徴を引用してみる。

ちなみに、ひょうご循環社会ビジョン（2001 年 5 月策定）では、目指すべき社会を「持続可能な循環型社会」とし、実現するための具体的戦略を次のとおり示している。

- ① 物質循環の推進のための戦略（有機性未利用資源の有効利用の推進，広域リサイクル拠点の整備推進，持続可能な社会の実現を目指した新規技術の開発等）
- ② 環境負荷の低減とリスク管理のための戦略（広域的かつ公共関与による適正処理の推進，行政と県民が一体となった不法投棄等監視システムの構築等）
- ③ あらゆる主体の参画と協働のための戦略（県民と行政の情報交流，事業者情報の自主的公開の推進等）
- ④ 新たな仕組みづくりのための戦略（ごみ処理の従量料金制の推進等）

兵庫県の策定したひょうご循環社会ビジョンは，国の循環型社会形成ビジョンの策定と並行して作成されたものであり，廃棄物処理に留まらない包括的な性格であったが，国のビジョンはさらに循環の対象を広げて未来を描く姿勢を取っていて，いわゆる三社会論（循環型社会，低炭素社会，自然共生社会）を描く姿勢を取ってきた。2010年に至り，国は第二次の循環型社会形成基本計画を定め，上記のように，いくつかの点で第一次の計画を改定している。県の計画では県の循環社会ビジョンを改定せず，廃棄物処理計画のみを改定する方針を採用している。

基準年を2003年とする兵庫県廃棄物処理計画の目標は2010年の中間目標と2015年の目標年次として設定している。そこでは，一般廃棄物の排出量などの目標を設定し，その計画実施の進捗状況に関しては，2010年度の排出量及び最終処分量はまだ集計されていないものの，それらの削減は概ね順調とされている（表4.3.1，図4.3.1）。

詳細に見てみると，兵庫県の一般廃棄物排出量は2009年度に2,108千トンとなり，基準年の2003年度に比較して，507千トンの減少となっている。集団回収を含まない排出量はその90%強である。言い換えると10%もの不要物が回収により資源化されている。2009年度の一人一日当たり排出量は930g（生活系612g，事業系318g）であり，生活系の目標達成に比して，事業系の削減に課題を残す。再生利用率は国全体より高いものの，17%程度に留まっている。2009年度の最終処分量は，2003年度実績に対して27%減であり，ほぼ順調に削減が進んでいる。

表 4.3.1 兵庫県一般廃棄物の現状と目標値

単位：千t/年

	基準 (2003年度)	実績 (2007年度)	実績 (2008年度)	実績 (2009年度)	中間目標 (2010年度)	目標 (2015年度)
排出量	2,625 (100)	2,344 (89)	2,239 (85)	2,108 (80)	2,168 (83)	2,131 (81)
再生利用量 (再生利用率)	353 (100) (13%)	391 (111) (17%)	376 (106) (17%)	364 (103) (17%)	499 (141) (23%)	533 (152) (25%)
中間処理 による減	1,856 (100)	1,613 (87)	1,548 (83)	1,440 (78)	1,370 (73)	1,311 (71)
最終処 分量	416 (100)	340 (82)	315 (76)	304 (73)	299 (72)	287 (69)
1人1日当たり 排出量 (g/人・	1,183 (100)	1,044 (88)	992 (84)	930 (79)	947 (80)	923 (78)
生活系	770 (100)	694 (90)	665 (86)	612 (79)	654 (85)	637 (83)
事業系	413 (100)	350 (85)	327 (79)	318 (77)	293 (71)	286 (69)

注1) 後段の括弧内は基準である2003年度に対する割合を示す。

注2) 四捨五入の関係で合計が合わない場合がある

注3) 兵庫県廃棄物処理計画（2007）

目標値

目標値

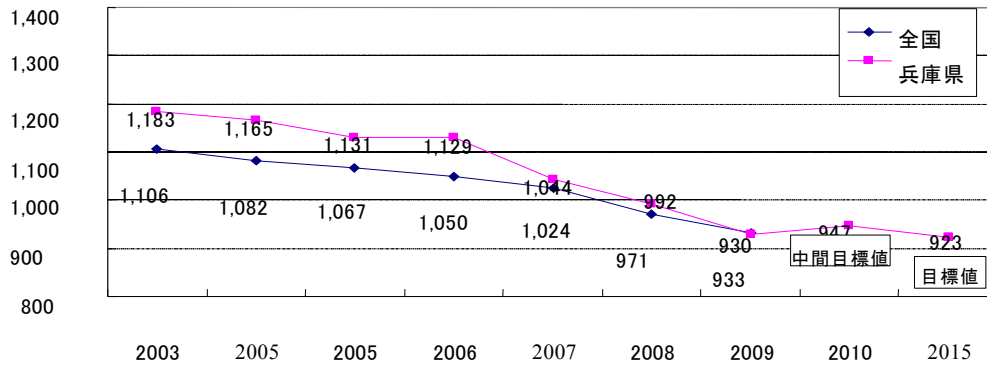


図 4.3.1 兵庫県下の 1 人 1 日当たりのごみ排出量

図 4.3.2 の再生利用量と処分量の推移を見ると、中間処理(焼却)による減量の効果が大きく、むしろ再生利用量はほぼ同じ水準(37 万トン前後)と言ってよい。このため、紙類の分別収集と回収、さらにその他プラスチック容器の分別収集と回収・再生利用に期待する声が高い。粗大ごみの破碎と可燃分燃焼は大きい減量効果を示すが、再生利用には部分的にしか寄与しない。

生活系一般廃棄物の収集袋有料化や粗大ゴミの有料化が促進されている。2009 年度末に、生活ごみの処理に指定袋制など一部に負担を求めている市町は、41 市町のうち、約半数である(表 4.2.2)。

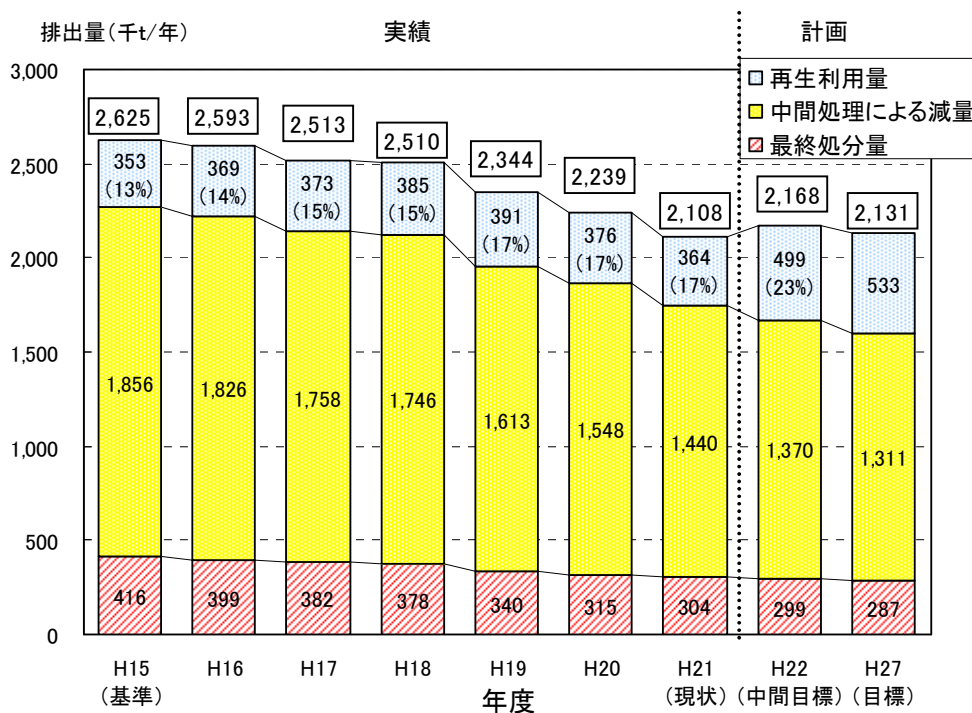


図 4.3.2 兵庫県下の一般廃棄物の再生利用・処分量の推移

表 4.3.2 兵庫県下の生活ごみ有料化等の推移（市町数）

年度	可燃ごみ等の指定袋制		粗大ごみの有料化
	有料化(収入有)	市町価格等(収入無)	
2006	17/41	7/41	19/41
2007	18/41	7/41	25/41
2008	18/41	8/41	25/41
2009	18/41	8/41	25/41

産業廃棄物を管理する目標は、「排出量を増加させないこと」、「再生利用率を増加させて最終処分量を削減すること」におき、排出量、再生利用量、中間処理減量、最終処分量について定量目標を設定してきた。表 4.2.3 に示すように、2007 年度は、排出量は 25,863 千 t と微増、最終処分量は 1,191 千 t（2003 年度に比べ 21% 増）となっており、目標は達成されていない。

表 4.3.3 兵庫県下の産業廃棄物の発生等の現状と目標値

単位：千 t/年

	基準 (実績) (2003 年度)	実績 (2004 年度)	実績 (2007 年度)	実績 (2009 年度)	中間目標 (2010 年度)	目標 (2015 年度)
排出量	25,593 (100)	25,456 (99)	25,863 (101)		25,593 (100)	25,593 (100)
再生利用量 (再生利用率)	9,820 (38%) (100)	10,647 (42%) (108)	10,565 (41%) (108)		19,493 (41%) (107)	10,916 (43%) (111)
中間処理による減量	14,786 (100)	13,662 (92)	14,107 (95)		14,143 (96)	13,739 (93)
最終処分量	987 (100)	1,147 (116)	1,191 (121)		957 (97)	938 (95)

注 1) 後段の括弧内は基準である 2003 年度に対する割合を示す。

注 2) 兵庫県廃棄物処理計画(2007), 2011 年度に策定予定

4.3.2 兵庫県下の資源循環に関する特徴的な事項—ひょうごエコタウン事業等

ひょうごエコタウンは、ひょうご循環社会ビジョンの「広域リサイクル拠点の整備」を具体化したものであり、構想とともに事業化の推進が図られてきた。2003 年に国の承認を受け、廃タイヤガス化リサイクル施設、パソコン等 OA 機器リユース・リサイクル施設、廃プラスチック高炉還元剤化施設などが整備された。

構想を推進するため、同年 12 月にひょうごエコタウン推進会議が設立され、各種の研究会で新たな事業化が検討されている。食品バイオマス飼料化研究会で検討を進めてきた食品バイオマス飼料化施設が平成 20 年 10 月から稼働している。ここ 2-3 年の代表的な取り組みを示したのが表 4.2.4 である。このうち、故繊維や小型家電、食品残さ等の一部で、混入する一般廃棄物のリサイクルで減量化が図られる。

表 4.3.4 ひょうごエコタウン推進会議の研究会活動（2010 年度）

事業名	概要	実施期間
バイオ燃料事業化検討	酵素法を用いた BDF 製造技術の小規模実証試験を実施し、県内での事業モデルを構築する。	19 年度～
都市型食品残渣の有効利用	飲食業から排出される廃棄物残渣から、油とプラスチックのエネルギーを利用する処理システムを構築する。	20 年度～
鉄鋼スラグの利用拡大	鉄鋼スラグの資源有効利用のため、海域での藻場造成効果等の実証試験、陸上の盛土等の基礎実験を行う。	20 年度～
小型家電製品からのレアメタルリサイクル	使用済みの小型家電製品に含まれている希少金属を効率的に回収して資源として希少金属を抽出する。	22 年度～
混合故繊維からの効率的リサイクル	家庭からの故繊維を天然繊維と化学繊維への分離し、県内で効率的なリサイクルモデルを提案する。	22 年度～
フッ化水素酸廃液のリサイクル事業化検討	液晶パネル等の表面処理後のフッ化水素酸の廃液等を化学処理し、リサイクルする事業を構築する。	22 年度～

家庭や事業所で発生する一般廃棄物の中で、容器包装廃棄物は、容器包装リサイクル法（1995 年末施行）によって分別され、リサイクルされる。すなわち、住民が分別し、市町が収集した容器包装廃棄物を、容器包装製造・使用事業者の負担により再商品化するものであり、県策定の「兵庫県分別収集促進計画」及び市町・事務組合策定の「分別収集計画」に基づき、再商品化が進められている。2011 年より 2015 年までの第 6 期分別収集計画（2010 年策定）では、10 品目分別収集を実施する市町の割合実績（54%、2008 年）と容器包装廃棄物分別収集率実績（32%、2008 年）をそれぞれ、93%、48%に向上させることをうたっている。

家電リサイクル法（2001 年施行）により、小売店やメーカー等に対し廃家電 4 品目（エアコン、テレビ、冷蔵庫・冷凍庫及び洗濯機・衣類乾燥機）の回収と再商品化が義務づけられている。県では、兵庫県電機商業組合及び(財)ひょうご環境創造協会と協力して、購入店以外の家電小売店でも回収するシステム(兵庫方式)を構築し運用している。2009 年度の指定引き取り場所での引き取り台数は約 78 万個、その 5%強が兵庫方式によるものであり、0.5%相当が不法投棄されてきた。

建設リサイクル法（2002 年施行）により、一定規模以上の建築物や土木工作物の解体工事、新築工事等については、コンクリート、アスファルト、木材等についてこれらを現場で分別し、再資源化することが義務づけられている。コンクリート、アスファルトについては、県下の再資源化率の目標（2010 年:99%）をほぼ達成しているが、木材については、再資源化等率の目標（2010 年：95%）が未達成（86%）である。

このほか、自動車リサイクル法（2005 年施行）に基づき、使用済自動車のリサイクルと適正処理が推進されていて、県では、事業者に対し法の周知を図るとともに、登録・許可業務及び指導監督を行っている。この他、貴金属・希少金属（レアメタル）を含む携帯電話等の小型電気電子機器については、2010 年より県内家電量販店において、県と連携した自主回収の取組を

行っている。

(財)ひょうご環境創造協会資源循環部(旧(財)兵庫県環境クリエイトセンター)は、フェニックス事業に協力するとともに、但馬最終処分場を受け皿として広域処分事業を行っている。2010年には「焼却灰及びばいじんのセメントリサイクル事業」を住友大阪セメント(株)との共同事業として開始した。この焼却灰およびばいじんのセメントリサイクルでは、全国的にもまれな新たな広域処理処分への府県の公的関与であり、かつての公的関与のいくつかが排出者責任制度の厳格運用と財政的不都合から撤退した時代にあって、広域廃棄物処理事業の新たな事例となっている。すなわち、エコタウン事業で、ごみ燃料化(RDF)や廃プラスチックの燃料化を推進した広島県(福山ではJFEと連携)の事例は以前から運用されてきたが、焼却後に電気炉による灰熔融に偏りがちな実態に対し、市町と技術を持つ民間セクタとを広域行政で結びけた事例となっている。

4.3.3 兵庫県下の一般廃棄物処理対策の特徴

市町では、一般廃棄物処理基本計画に基づき、廃棄物の排出抑制に努め、可能なものは極力リサイクルを行い、その後になお排出される可燃性のものは焼却処理等を行うとともに、積極的に熱エネルギーの活用等を図るための施設整備が行われている。

兵庫県では、各市町間で検討・合意した結果を集約した「兵庫県ごみ処理広域化計画」(平成1999年)を策定し、これに基づき、広域化ブロックの市町では、広域化推進協議会等を設置し広域化に向けた取組を進めてきた。また、市町等が的確な施設整備が出来るよう、循環型社会形成推進交付金制度が活用されてきた。一般廃棄物処理施設の整備状況を表4.3.5に示す。

表 4.3.5 一般廃棄物処理施設の整備状況(2010年4月現在稼働中、コミプラ等を除く)

施設種別	兵庫県下 施設数
ごみ焼却施設	47
ごみ燃料化施設	2
粗大ごみ処理施設	27
廃棄物再生利用施設	45
埋立処分地施設	37
廃棄物運搬用パイプライン施設	1
合計	159

広域化は、猪名川や川西等の一般廃棄物処理事務組合での経験、さらに大阪府の豊中と兵庫県伊丹市の下水処理広域処理(寝屋川流域下水道)およびゴミ焼却場の共用、等興味深い例を生み出してきている。阪神間の焼却場の建替えが検討される一方で、広域化を進めてきた西播磨では、あぼしエコパークがガス爆発事故の後処理を急いでおり、さらに但馬地域や東播磨地域で広域化が推進されている。このうち、東播磨や但馬では、広域化の場合に得られる便益と

失われる事項との比較がなされ、地域での一体化による広域処理の推進が図られていて、近隣住民や市民との協議が続いている。県下での一般廃棄物処理計画を空間的な連携協力として面的に考察した時に、特記すべき点をいかにあげる。

①建て替えもしくは基幹的設備の更新をおこなう場合には、既存の炉の改修をおこなった場合の便益を代替法として計測比較し、費用節約分（現在価値でのキャッシュフロー）や発電等の増大による追加便益等を計上して、その有利さに注目することが多い。

②処理施設の広域化を提案する場合には、広域化の費用便益分析がなされている。一般には、焼却工場の規模の経済により建設費や運転・維持管理費用が安くなることに注目している。収集運搬経費の増大を補償して上回る建設・維持管理費用の低減が見られることが必要条件の一つだが、自治体ごとにこの条件を満たす必要がある。

③施設整備計画でその立地の候補地を比較し、選択していくプロセスの途中では、その施設の建設、運用（運転）、維持管理の方式を確定するには至っていない。しかし、国の循環型社会形成推進補助制度の採択の手順から見ても、民間との連携で建設・運用・管理を委託もしくは契約する範囲を決める必要があり、これに環境アセスメントが運用されるとなると、周辺整備計画を含めて、それらの計画が互いに相互依存になる。こうして見ると処理施設の処理方式、規模、想定場所、経営主体に関するスケルトンを先に決めて行く段階的意思決定が欠かせない。

4.3.4 兵庫県循環型社会形成推進交付事業の特徴

2005年開始の循環型社会形成推進交付金制度は、循環型社会形成を推進するべく、従来の廃棄物処理施設の建設整備等にかかる地方交付金制度を改革したもので、環境省の説明によれば次の特徴（<http://www.jefma.or.jp/zyunkan/manual.pdf>）を持つ。

① 地方の実情に即した柔軟な計画と予算配分が可能

交付金は地域計画に位置づけられた各事業に対し、どのように充てても自由（事業間流用・年度間流用が可能）である。

② 明確な目標設定と事後評価を重視

廃棄物の発生抑制やリサイクルの推進、最終処分量の抑制等に関する明確な目標を設定し、その達成状況や計画の進捗状況について事後的に評価し、公表する。

③ 国と地方が構想段階から協働し、循環型社会づくりを推進

地域計画の作成に当たり、国、都道府県、市町村が意見交換を行うことにより、我が国全体として、さらには国際的な連携も視野に入れて、最適な3Rシステムを構築。一方、自由度の高い制度の創設により、地方の独自性、自主性の発揮も確保する。

しかし、地方からは、適正処理であれば焼却施設や埋立施設等への補助がなされた過去に較べると、とりわけ、「温暖化対策あるいは低炭素要件」とされる大規模改修（2分の1交付対象）事業のように施設機能への要求水準が高くなっていると解釈する声もある。JFEエンジニアリングが受託した川口市の300トン炉の大規模改修は、発電設備付の都市ごみ処理施設として初

めて2010年に交付事業として選定されたもので、燃焼設備、ガス冷却設備、排ガス処理設備、余熱利用設備などの主要設備を更新・改造することで、既存施設を有効活用しながら、エネルギー使用量の削減や発電効率を向上させるものである。その結果、改良前に比べ、二酸化炭素排出量が約50%削減されるとしている。

兵庫県下では、2009年度の対象事業として採択されたのは次の10事業であり(表4.3.6)、この年には本格的な大規模改修は含まれていない。

表4.3.6 兵庫県下の循環型社会形成推進交付金事業（2009年度）

対象事業	事業	交付額(千円)	備考
熱回収施設	1	222,647	西宮市
高効率原燃料回収施設 リサイクルセンター	1	14,467	南但広域行政事務組合
ストックヤード	2	146,643	洲本市, 加古川市
熱回収施設 リサイクルセンター	4	3,216,245	姫路市, にしはりま環境事務組合, 丹波市, 北但行政事務組合
最終処分場	1	34,160	三木市
高効率ごみ発電施設 サテライトセンター	1	42,963	神戸市
合計	10	3,677,125	

※ 高効率原燃料回収施設：微生物による嫌気性分解でメタン等バイオガスを回収

4.4 対象とする兵庫県の一般廃棄物の目標設定について

兵庫県環境審議会廃棄物部会(平成24年2月3日 開催)の兵庫県廃棄物処理計画の改定にかかる資料に基づく、一般廃棄物の再生利用率、最終処分量、ごみ発電能力の実績値(平成19年度)と目標値(平成27, 32年度)を表4.4.1に示す。

表4.4.1 兵庫県一般廃棄物に関する目標設定(再生利用率, 最終処分量, ごみ発電能力)

	再生利用率	最終処分量	ごみ発電能力
平成19年度実績 <基準年度>	16.7%	340千トン	79,450kW
平成27年度 (2015年)	25%	238千トン (-30%)	119,000kW (+50%)
平成32年度 (2020年)	25%	204千トン (-30%)	127,000kW (+60%)

この目標値は以下の観点から設定されている。

○ 平成12年度以降、一般廃棄物総排出量及び1人1日あたりごみ排出量は減少が進み、1人1日あたりごみ排出量の平成21年度実績は930g/人・日となり、全国平均（934g/人・日）を下回るまでごみの減量が進んでいる。

今後も継続的に排出量の減量が進んでいくことが予想されることから、県としてごみ排出量は現状レベル（全国平均レベル）を維持しながら、全国と比較して取り組みが遅れている再生利用率（全国平均を約3%下回っている）及び最終処分量（全国ワースト4位）について目標を定め、重点的に取り組む。

また、熱回収利用の手段としてごみ発電の活用を進めていく必要性が高いと判断されることから県内施設におけるごみ発電能力を向上させるため、ごみ発電能力について目標を定める。

以上のように、近年、兵庫県は、ごみの減量が進んでおり、1人1日あたりごみ排出量は概ね全国平均に近い状況にあるものの、再生利用率ならびに最終処分量に関しては、全国平均よりも低い水準にある。

そのため、再生利用率の目標値は、現状のままでは20%程度に留まるものと考えられていることから、国が基本方針で定める25%を目指すべき目標としている。

また、最終処分量については、平成21年度で全国ワースト4位であり、一層の削減を進めて行く必要があることから、国が基本方針で定める平成19年度比22%削減及び大阪湾フェニックス事業における減量化目標平成12年度比60%削減（平成19年度比換算で26%削減）を上回る30%削減を達成すべき目標としている。

ごみ発電能力については、市町等における施設整備に合わせて導入を促していくことにより、平成27年度において平成19年度比50%増を達成すべき目標としている。

4.5 対象とする兵庫県の人口予測について²⁾

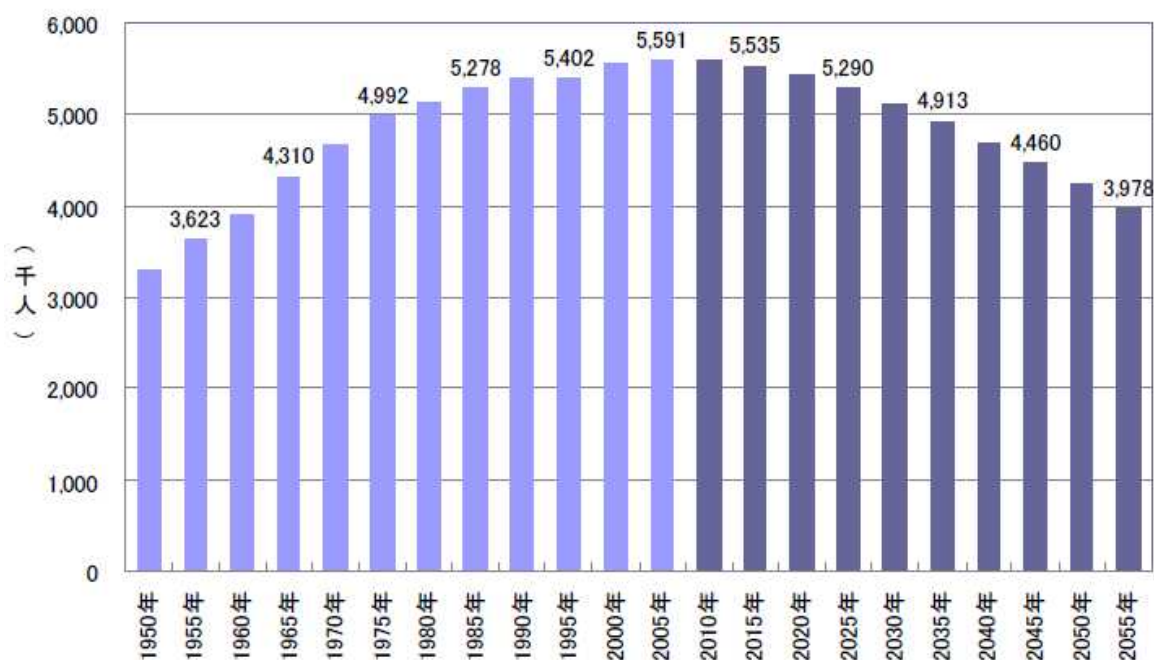
4.5.1 人口推計手法

兵庫県（企画県民部）では、平成20年5月に「兵庫県将来推計人口について」を公表している²⁾。推計期間は2005（平成17）年～2055（平成67）年の50年間であり、5年間隔での推計である。推計手法は、コーホート要因法を用い、仮定値（①基準人口、②将来の出生率、③将来の生残率、④将来の純移動率、⑤将来の出生性比）については、国立社会保障・人口問題研究所（以下；社人研）の推計を参考に、独自の設定を行うとともに、感度分析的に複数の仮定値を設定している。

その主なパラメータとして、出生率について高位・中位・低位の3パターン、純移動率について標準型・移動型の2パターンの仮定値を設定し、 $3 \times 2 = 6$ パターンの推計を全県・市区町別に実施している。

4.5.2 人口推計結果

基準推計（出生率中位・純移動率標準型）の算定結果より、兵庫県全体としては、2005年以降減少し、2055年には2005年より約160万人少ない3,978千人となる（2005年の概ね7割、**図4.5.1**）。2005年に比べ人口が1割減少するのは2030～2035年頃、2割減少するのは2045年頃である。



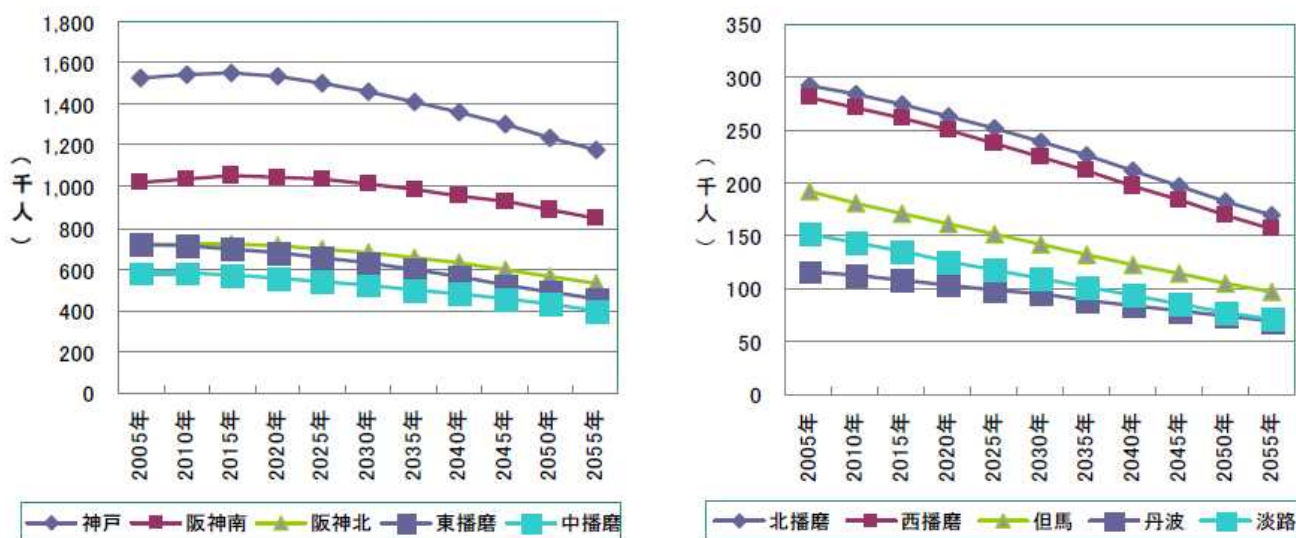
(出展：兵庫県：兵庫県将来推計人口について,兵庫県企画県民部, 2008.)

図4.5.1 総人口の実績値(1950～2005年)と今後の推計値(基準推計)

兵庫県の県民局、市区町のエリア分けを**図4.5.2**に示す。また、地域別の推計結果を**図4.5.3**に、各市町の推計結果を**表4.5.1**に示す。



図 4.5.2 兵庫県下の県民局と市区町



(出展：兵庫県：兵庫県将来推計人口について,兵庫県企画県民部, 2008.)

図 4.5.3 推計結果【地域別】(総人口：基準推計)

地域別の推計結果(図 4.5.3)より,以下のことが読み取れる.

- ・神戸, 阪神南, 阪神北以外の地域では, 2005 年以降一貫して人口が減少する. 神戸は 2010 ~15 年頃, 阪神南は 2015~20 年頃, 阪神北は 2010~15 年頃をピークに人口減少局面に入る.
- ・2005~55 年の期間で減少率が高い地域は, 淡路 (54%減), 但馬 (49%減), 西播磨 (44%減), 北播磨 (42%減), 丹波 (41%減) の順となっている.

また, 市区町別の推計結果(表 4.5.1)より

- ・神戸・阪神間では今後しばらく人口が増加する市区町が多く, 特に, 神戸市東灘区, 西宮市, 芦屋市, 神戸市灘区, 同中央区などでは 2020~25 年頃まで人口増加が続き, 結果として, 人口の減り幅も他地域に比べて小さくなっている.
- ・但馬, 淡路, 西播磨の市町では人口減少が著しい.
- ・都心部への集住化により, 人口の偏在化が進む.

以上のような地域により, 人口の減少傾向が異なるものの 2030 年および 2050 年にかけて人口は減少する.

表 4.5.1 地域別・市区町別の推計結果（総人口：基準推計）

	総人口(単位:千人)											対05年比 2055年
	2005年	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	2040年	2045年	2050年	2055年	
兵庫県	5,591	5,586	5,535	5,434	5,290	5,116	4,913	4,688	4,460	4,227	3,978	71.2%
神戸地域	1,525	1,544	1,548	1,534	1,504	1,463	1,413	1,356	1,299	1,239	1,174	77.0%
神戸市	1,525	1,544	1,548	1,534	1,504	1,463	1,413	1,356	1,299	1,239	1,174	77.0%
東灘区	206	218	227	232	233	232	229	224	219	212	204	98.9%
灘区	128	134	138	139	138	135	132	128	124	119	114	88.7%
兵庫区	107	106	103	100	95	91	86	81	77	72	68	63.3%
長田区	104	101	98	94	89	84	79	75	70	66	61	58.9%
須磨区	172	169	166	161	156	150	143	135	128	121	114	66.6%
垂水区	223	218	213	207	200	193	185	176	168	160	152	68.0%
北区	226	225	223	218	213	206	198	189	180	171	161	71.1%
中央区	117	123	127	128	127	123	118	112	107	101	95	81.3%
西区	244	250	254	256	254	250	244	236	226	217	207	84.9%
阪神南地域	1,019	1,039	1,049	1,047	1,034	1,013	988	958	926	891	849	83.3%
尼崎市	463	456	448	437	424	410	394	377	361	344	326	70.4%
西宮市	465	487	502	510	510	505	498	488	476	461	442	94.9%
芦屋市	91	96	99	101	100	98	96	93	90	86	81	89.8%
阪神北地域	713	720	720	713	699	680	656	628	598	567	534	74.8%
伊丹市	192	191	189	186	182	179	173	167	160	153	145	75.4%
宝塚市	220	224	225	223	218	211	204	195	185	175	165	74.9%
川西市	158	160	159	157	152	146	140	133	126	119	112	71.0%
三田市	114	115	115	116	116	114	110	106	101	95	89	78.7%
猪名川町	30	31	31	31	31	30	29	27	26	24	23	75.3%
東播磨地域	718	710	697	678	654	627	595	561	527	493	457	63.7%
明石市	291	287	280	272	263	252	240	226	213	199	185	63.4%
加古川市	267	266	262	256	247	237	226	213	200	187	174	65.2%
高砂市	95	93	91	88	85	81	77	72	68	63	59	62.2%
稲美町	32	32	31	30	29	27	26	24	22	21	19	59.7%
播磨町	34	33	32	31	30	29	27	26	24	22	21	61.2%
北播磨地域	292	283	274	263	251	239	225	211	197	183	169	58.1%
西脇市	44	42	40	38	36	34	32	30	28	26	24	54.7%
三木市	84	82	79	76	72	68	64	59	55	50	46	54.9%
小野市	50	50	49	48	46	44	42	40	38	36	33	67.0%
加西市	49	48	46	43	41	39	37	34	32	29	27	54.7%
加東市	40	39	38	37	35	34	32	31	29	27	25	63.7%
多可町	24	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	54.6%
中播磨地域	584	580	572	559	542	523	501	477	453	428	402	68.8%
姫路市	536	533	525	513	498	480	460	438	416	393	369	68.8%
市川町	14	14	13	12	12	11	10	9	9	8	7	50.9%
福崎町	21	22	22	22	22	22	21	21	20	19	18	88.8%
神河町	13	13	12	11	11	10	10	9	9	8	7	56.9%
西播磨地域	280	272	262	250	238	225	211	197	183	170	157	55.9%
相生市	32	31	29	27	25	24	22	20	18	16	15	46.2%
赤穂市	52	51	50	48	46	44	42	39	36	34	32	60.8%
宍粟市	43	41	39	37	35	33	31	29	27	25	23	52.7%
たつの市	82	79	77	74	70	66	62	58	54	50	46	56.5%
太子町	33	33	33	32	31	30	29	27	26	25	23	70.8%
上郡町	18	17	16	15	14	13	12	11	10	10	9	50.0%
佐用町	21	20	18	17	16	15	14	12	11	10	9	44.7%
但馬地域	191	181	171	161	151	142	133	123	114	105	97	50.5%
豊岡市	89	85	81	77	73	68	64	60	55	51	47	52.6%
養父市	28	27	25	23	22	20	19	17	16	15	14	47.9%
朝来市	35	33	32	30	29	27	26	24	22	21	19	54.9%
香美町	21	20	18	17	15	14	13	12	11	10	9	42.3%
新温泉町	17	16	15	14	13	12	11	10	10	9	8	45.5%
丹波地域	116	112	108	104	99	94	89	84	79	74	69	59.5%
篠山市	45	44	42	41	39	37	35	33	31	29	27	58.8%
丹波市	71	68	66	63	60	57	54	51	48	45	42	59.9%
淡路地域	151	143	135	126	118	110	102	93	85	77	70	46.5%
洲本市	50	48	45	42	40	37	35	32	30	27	25	49.6%
南あわじ市	52	49	46	43	41	38	35	32	29	26	24	45.7%
淡路市	49	46	43	40	37	35	32	29	26	24	22	44.1%

*市区町別の推計結果は千人未満の単位を四捨五入しているため、その計は表示している地域別の計に一致しない場合がある。

(出展：兵庫県：兵庫県将来推計人口について、兵庫県企画県民部，2008.)

4.6 対象とする兵庫県のごみ焼却施設・人口・財政力の状況

兵庫県は、先に示したとおり 10 の県民局，41 市町(2010 年)で構成されており，面積が約 8,396km²，その中にごみ焼却施設が 43 施設，RDF 化施設が 2 施設ある（図 4.6.1，現状）。

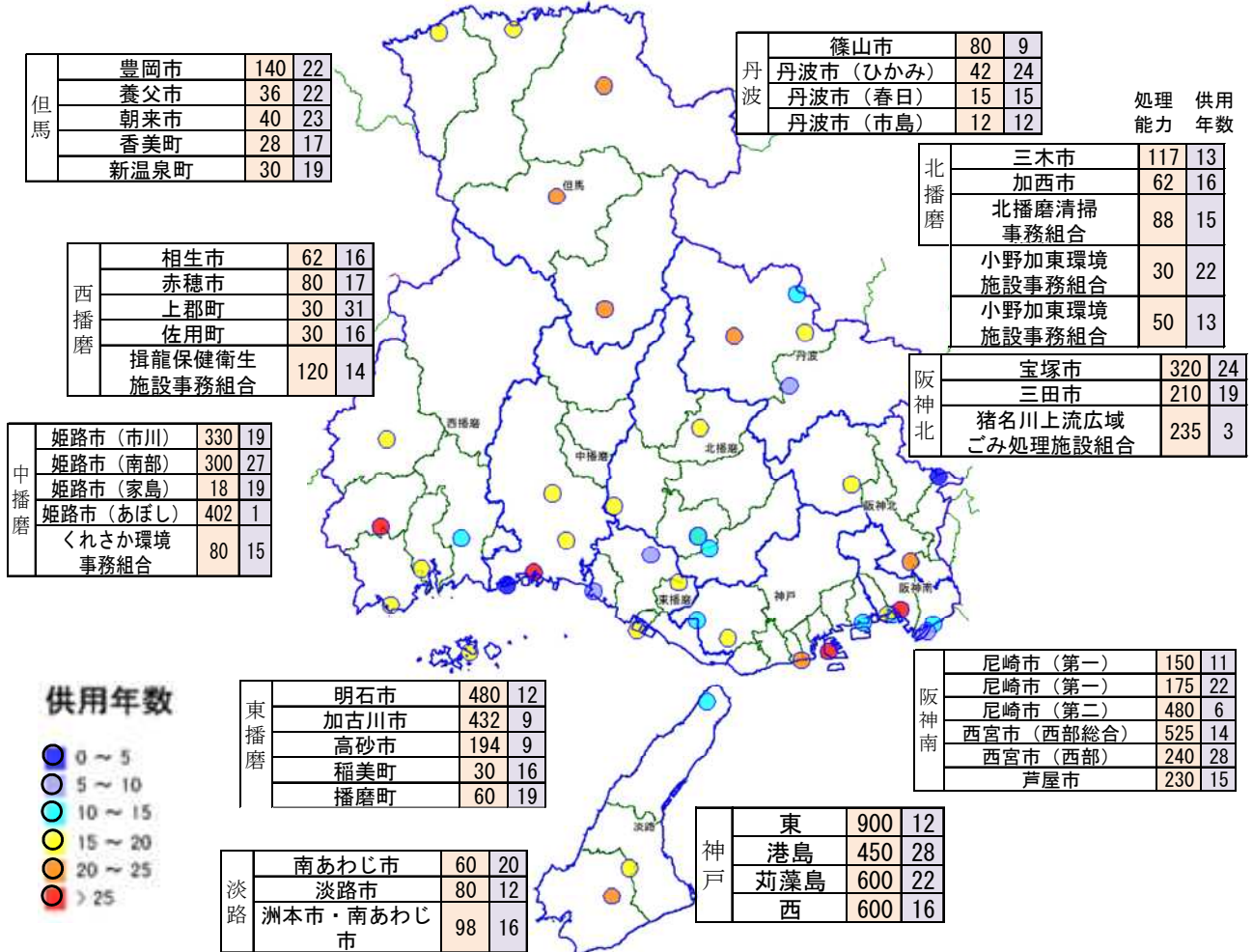


図 4.6.1 現状の兵庫県のごみ焼却施設の分布と処理能力

また、先ほどの人口推計値に基づく空間的な人口分布を図 4.6.2 に示す。1990 年と 2005 年の実績に基づく人口増減率について、但馬、丹波、北播磨は人口減少率が高く、一方、神戸、阪神間は増加している。推計値に基づく 2030 年時点の増減率（2005 年比）について、多くの市町では、10%以上の人口が減少し、西宮、芦屋、神戸市の一部の区において人口増加が見られる。

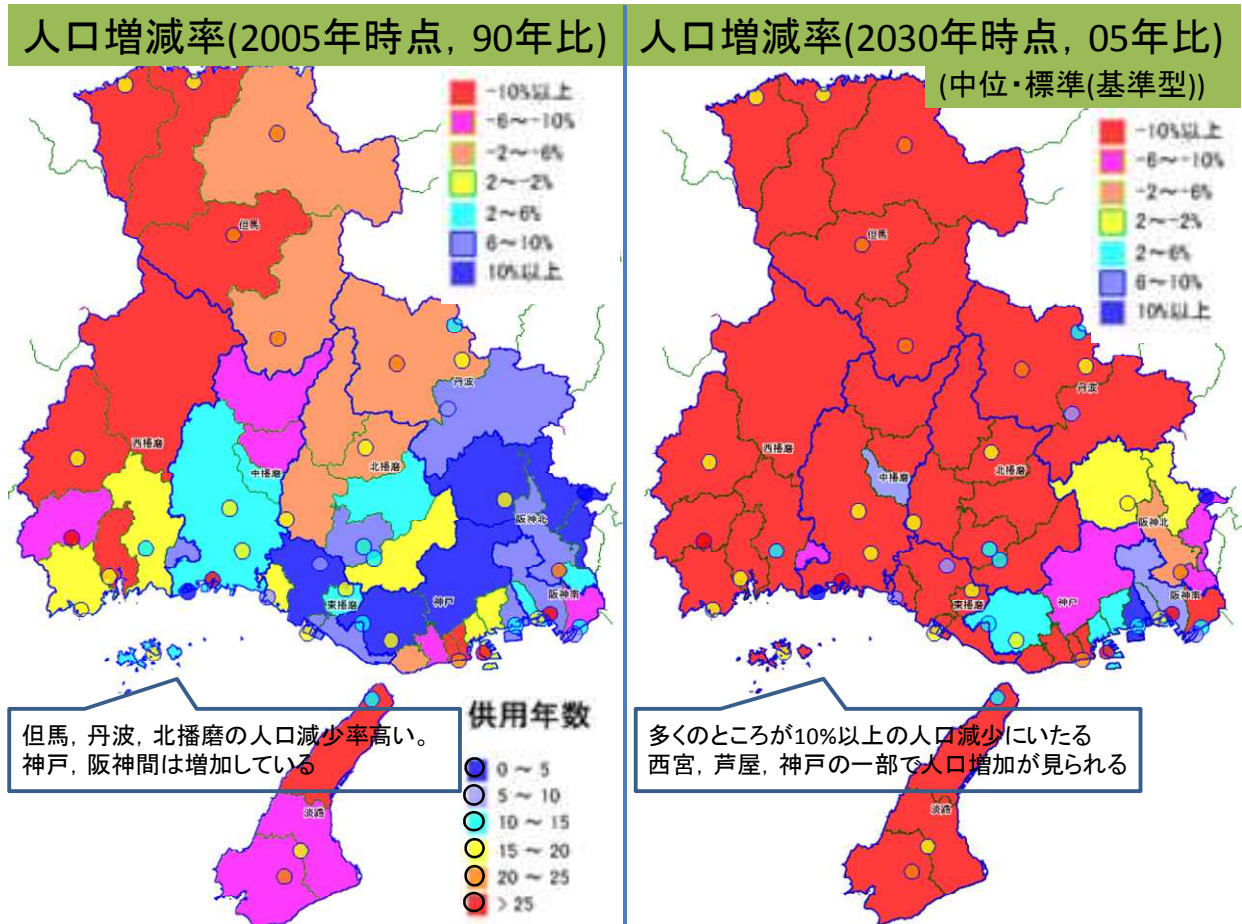


図 4.6.2 兵庫県下の人口増減率(左:2005年(90年比), 右:2030年(05年比))

また、人口減少率（実績値：1990年に対する2005年）と財政力指数（実績値：2007年）の関係を図4.6.3に示す。人口減少率が高いエリアは、財政力指数も小さい傾向にあることがわかる。すなわち、人口減少が進むエリアは、今後、財政力が弱体化していくことが予見される。

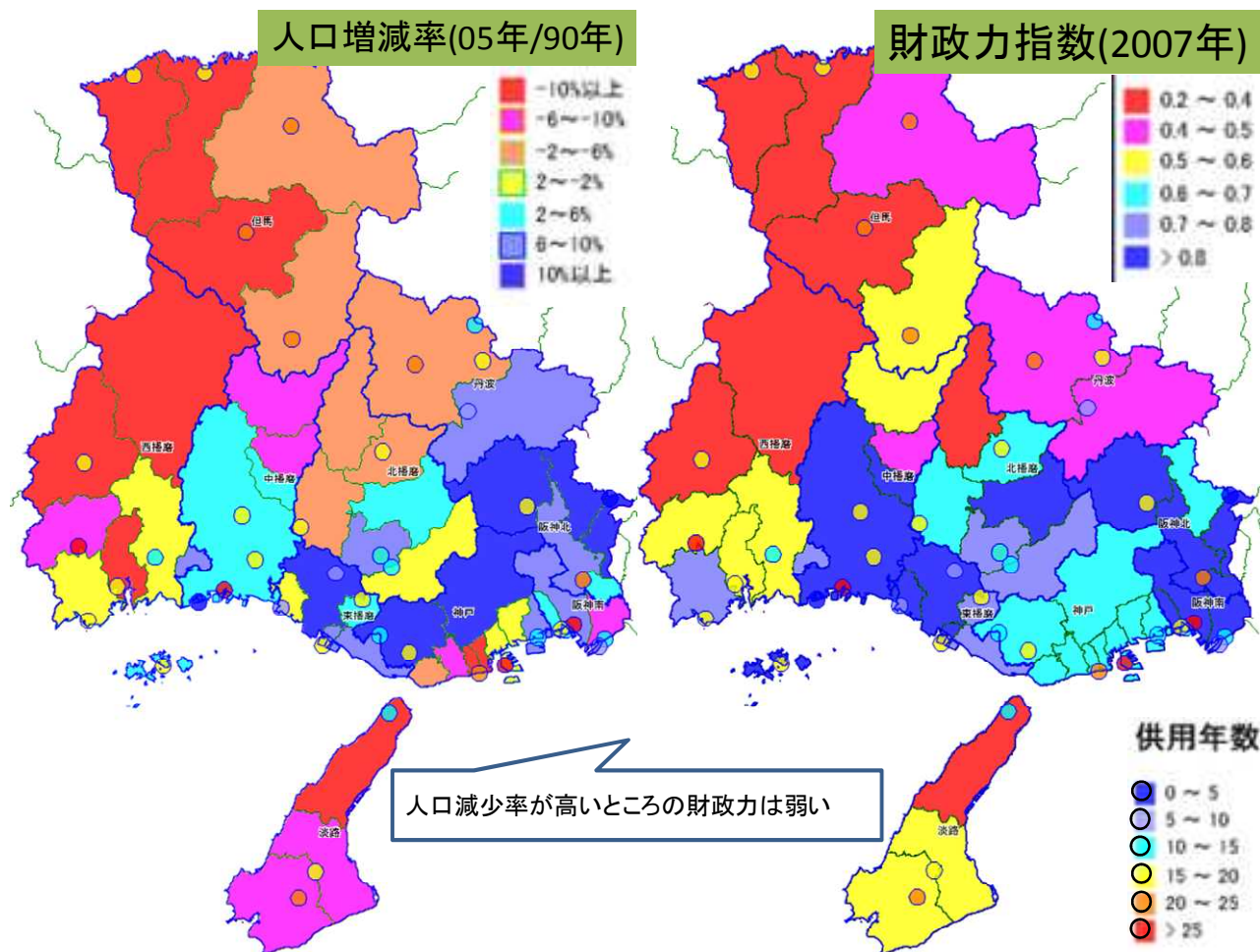


図 4.6.3 人口増減率と財政力指数の関係

2007年の財政力指数と2005年と1990年の財政力指数の差を図4.6.4に示す。財政力指数の差より、平成の大合併で合併したところは、財政力指数は回復している（プラスになっている）が、財政力指数そのものは小さい。これは、特に但馬、西播磨、丹波の地方において見られる。

一方、阪神、神戸のエリアは、1990年と比べる財政力指数は低下しているが、0.6～0.8以上と但馬や丹波のエリアと比較すると財政力指数は高い状況にある。

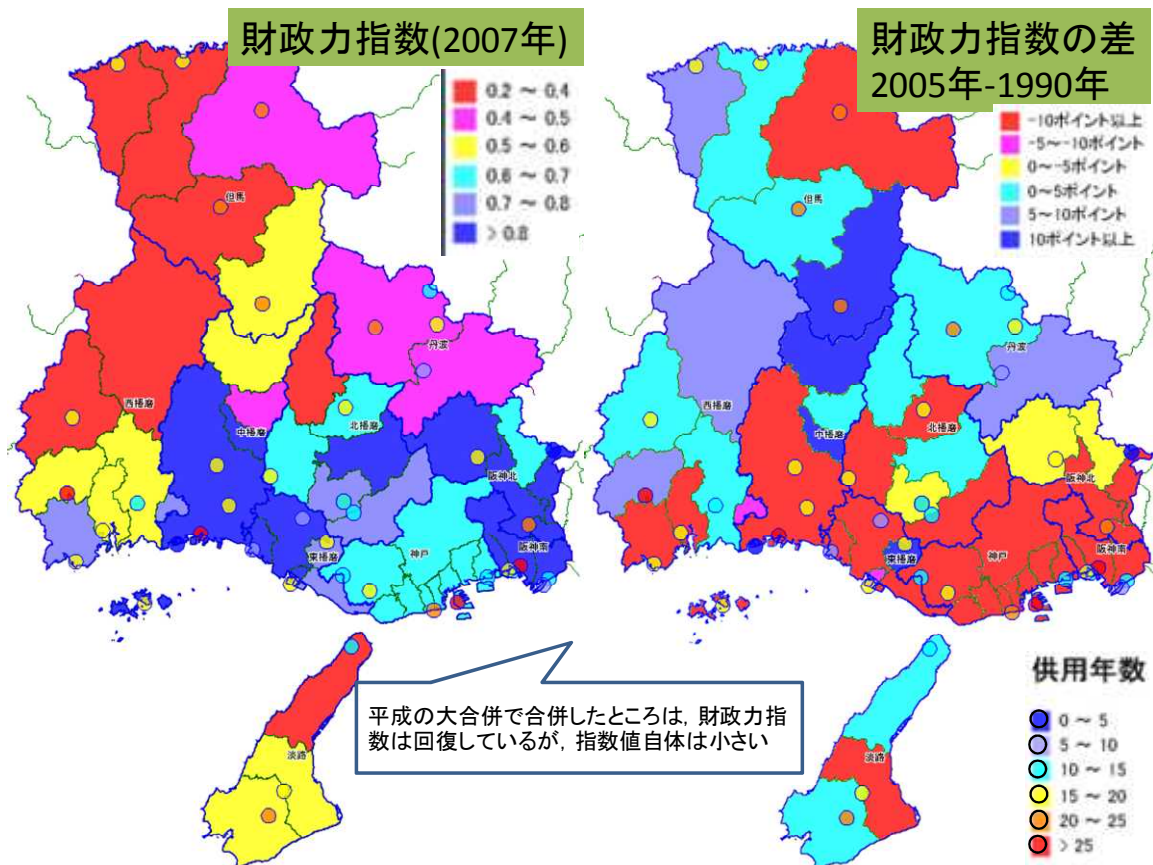


図 4.6.4 財政力指数(2007年)と財政力指数の変化(2005年-1990年)

5. 社会動向シナリオに対応しエネルギー回収を意図した焼却施設更新シミュレーションのモデル構築

5.1 更新シナリオデザインの全体構成

開発するモデルは、将来に人口減が進む社会において、循環形成でごみ量の減少に適応し、財政状況の悪化が予見される中で費用効果的な代替案を希求し、複数のごみ焼却施設を統合して、収集・輸送と施設立地の広域化も含めて施設を更新、管理する方策を組み立て、かつ、循環、低炭素、財政の各指標から評価することを可能とするものである。意思決定者に対して政策決定を支援システムとして開発した手法の全体像を図5.1.1に示す。

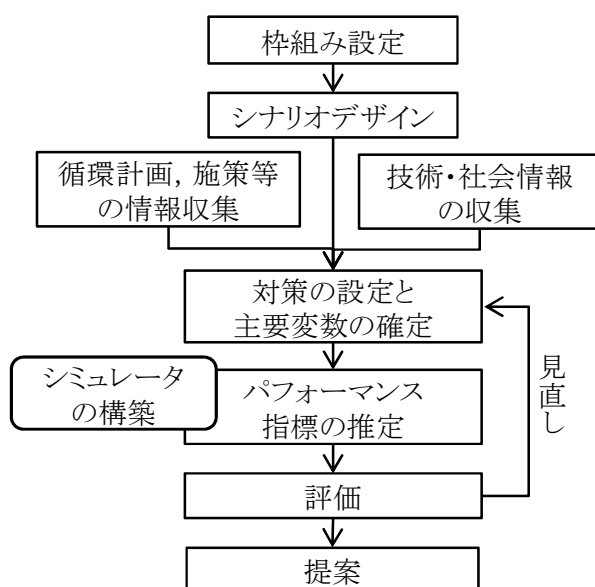


図 5.1.1 更新シナリオデザインの手法の全体像

5.1.1 枠組みの設定

ごみ焼却施設の更新シナリオ全体の枠組みを決める。基準年、目標年、シナリオ数、パフォーマンス指標、等である。ごみ焼却施設の更新のため目標年の設定は、20～30年後が妥当である。それよりも相当に短ければ、稼働後の年数の浅い施設群の既定の操業を大胆に変更（廃止等）することを余儀なくされ、社会的な犠牲が大きくなる。逆に、相当に長ければ、高効率発電の高圧・高温・コンバインド等の運転に耐える材料・装置の技術開発を的確に予想できなくなり、見通しに余りにも不確定項が色濃くなる。

5.1.2 シナリオのデザイン

将来社会のシナリオ研究では、複数のシナリオを立案し、それらを比較することがあり、政策の意思決定者に利用される^{3),4)}。この手法は、将来の社会像と社会要素（技術、制度、価値意識等）の不確実性に対して、複数のシナリオと対策のオプションを描き、また重要な仮定に対

して感度分析を行うことで、将来の社会変数の変化とその影響を推定し、比較検討することにも用いられる。

本研究でも、一般廃棄物の処理と管理に関して、複数の将来シナリオを設定し、代替的な選択がもたらす廃棄物管理の費用対効果を考察する。まず、シナリオデザインの段階では将来イメージを定性的に記述し、考慮すべきオプションおよびパラメータ、パフォーマンス評価指標等を抽出する。

シナリオデザインの基本的な方向性は、国の循環型社会形成推進基本計画や地域の一般廃棄物処理基本計画の方向性を基本としつつ、時にはそれを先取りする知見を基に行政、学識経験者、各種団体が共同で探索する過程で明らかになる。

5.1.3 各種計画・施策および技術・社会情報の収集

目標年に導入可能と思われる施策ならびにごみ焼却施設の技術対策に関する情報を収集する。施策情報は、分別収集によるごみ組成の変化量や有料化によるごみ発生抑制量、資源ごみの増加量等である。

技術に関しては、これまでの焼却、排ガス対策技術に加え、低炭素化技術として、特にごみ焼却施設の高効率発電（エネルギー回収法と発電効率）、省エネルギー（省エネ率）、あるいは施設の長寿命化に関する技術が考えられる。また、ごみ焼却施設は運営時にも多大な費用がかかることから施設の運営方式に関しても、これまでの公設公営形態以外に公設民営（DBO、長期包括的運営）、PFI（BOO、BOT、BTO）に関する情報を収集する。

5.1.4 対策の設定と主要変数の確定

収集した対策・技術の情報をもとに、比較衡量すべき施策と技術を選択する。それらの代替案の効果を左右する変数、すなわち、ごみの発生抑制率、回収率および発電効率、費用関数等の政策的、技術的な変数の想定しうる範囲を得る係数を定める。大規模施設への更新には施設の規模効果の関数形、広域化には距離の増大に伴う費用（犠牲）効果の関数形、発電便益には施設規模の関数形 等が大きな役割を果たす。

5.1.5 パフォーマンス指標の推定

後述の開発したシミュレータを用いて、ごみ焼却施設に関わる循環（最終処分量、リサイクル率）、低炭素（GHG排出量、総発電量）、財政（総費用）の各指標の値を算定する。収集・運搬、中間処理、施設更新の各ユニットのシナリオ別、エリア別、経過時間別の変数値ならびに対象期間中の総量等の予測値を得る。

5.1.6 評価・提案

5.1.5で推定されたごみ焼却施設の空間配置，処理能力，ごみ処理量，総発電量，必要人員数，費用等をもとに，意思決定者は，5.1.4で設定した施策と技術の効果を評価し，代替案同士の比較，目標値との比較を通し，あるいは得られる複数の指標の動向から総合的な判断を行う．施策の取り上げに見直しが必要と判断する場合は，政策や技術対策の設定（データセット）を変更し，再度，パフォーマンス指標の推定を行う．

5.2 パフォーマンスを算定するシミュレータ

図5.2.1に開発したシミュレータの構造を示す．本シミュレータは，7つのデータベース，5つのサブモデルから構成している．

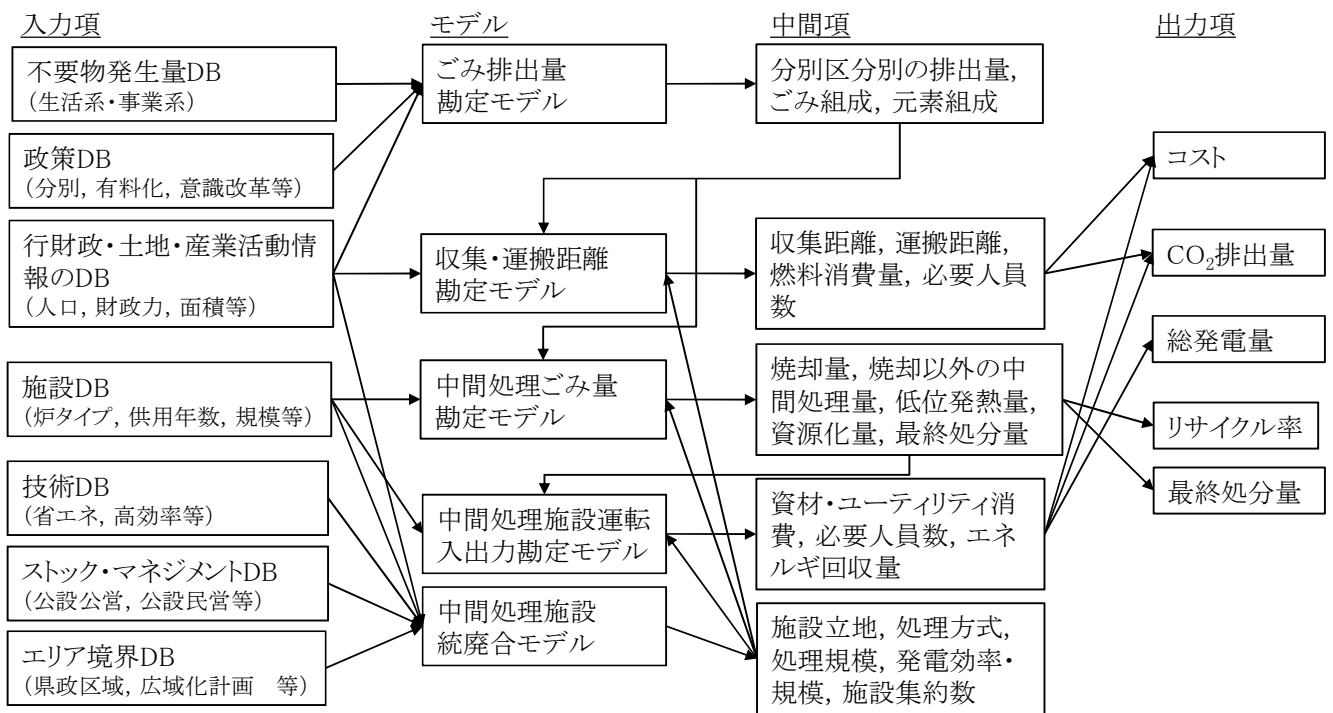


図5.2.1 ごみ焼却施設更新シミュレータの全体構造

5.2.1 シミュレータの入力項

インプットは7つのデータベース（DB）からなる。

(1) 不要物発生量DB

不要物発生量DBは、ごみ排出量勘定モデルのインプットデータとして活用される。本DBのデータソースは、各市町において主催な調査実績があれば、そのデータを活用するが、詳細な調査実績がない場合は、環境省がとりまとめている一般廃棄物処理実態調査⁵⁾のごみ処理状況を活用する。本調査結果は、全国の市区町単位毎に、生活系ごみ、事業系ごみ別のごみ搬入量、計画収集ごみ量、直接搬入ごみ量のそれぞれについて、混合ごみ、可燃ごみ、不燃ごみ、資源ごみ、粗大ごみ、その他の分別区分毎のデータが整理されている。また、焼却処理およびその他の中間処理の処理量、直接資源化量、施設資源化量、集団回収量に関するデータも整理されている。

作成したDBは、後述のモデルでの取り扱いを考え、1人1日当たり排出量に換算し、厨芥、紙類、布類、プラスチック類、金属類、ガラス類、陶磁器類、ゴム・皮革、草木、大型ごみに区分し、それらを表5.2.1に示す細区分毎に、総排出量、可燃、不燃、粗大、資源毎に配分した。

表5.2.1の区分毎のごみ量が実際に集計されていれば、モデルの精度は高まるが、現実的には、困難であることから、ここでは、既往研究⁶⁾により調査されたデータを参考に配分比率を求め、作成した。

ここで1人1日当たり排出量に換算した理由は、ごみの収集プロセスを計算する際に、GISのメッシュデータを用いることを想定しており、メッシュ内人口からごみ量を推定できるようにするためである。

表5.2.1 不要物発生量データベースの一例（神戸市）

1人1日当たり排出量		総排出量	排出量	可燃	不燃	粗大	資源ごみ1	資源ごみ2	資源ごみ3	資源ごみ4	集団回収量
厨芥		324.8	324.8	324.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
紙類	新聞紙	109.7	32.9	32.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.8
	雑誌	72.3	43.4	43.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.9
	上質紙	12.9	12.9	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	段ボール	48.3	38.6	38.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7
	飲料用紙パック	6.2	6.2	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	紙箱、紙袋、包装紙	92.7	92.7	92.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	その他の紙(手紙、おむつ等)	122.9	122.9	122.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
布類		21.4	19.2	18.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
プラスチック	PETボトル	12.9	5.2	5.1	0.1	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0
	PETボトル以外のボトル	10.5	10.0	8.8	1.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	パック・カップ、トレイ	17.9	17.9	17.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ブラ袋	67.8	67.1	66.5	0.7	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	その他のプラ(商品等)	18.9	18.7	10.3	8.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
金属類	スチール缶	15.5	6.2	6.0	0.2	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	アルミ缶	7.8	3.1	3.0	0.1	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	缶以外の鉄類	8.4	8.3	1.2	7.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
	缶以外の非鉄金属類	1.8	1.8	0.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ガラス	リターナブルびん	7.8	7.8	0.8	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ワンウェイびん(カレット)	36.2	14.5	1.4	13.0	0.0	21.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	その他のガラス	3.9	3.1	0.3	2.8	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0
陶磁器類		3.2	3.2	0.3	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ゴム・皮革		4.9	4.9	4.1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
草木		23.8	23.8	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大型ごみ	繊維類(布団、カーペット等)	5.3	5.3	1.6	0.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	木材(タンス、椅子等)	14.8	14.8	1.5	0.0	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	自転車、ガスレンジ等	11.6	11.6	0.0	1.2	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小型家電製品	4.0	4.0	0.0	1.2	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	大型家電製品	8.2	8.2	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計		1,096.6	933.3	845.5	49.3	38.4	45.7	0.0	0.0	0.0	117.6

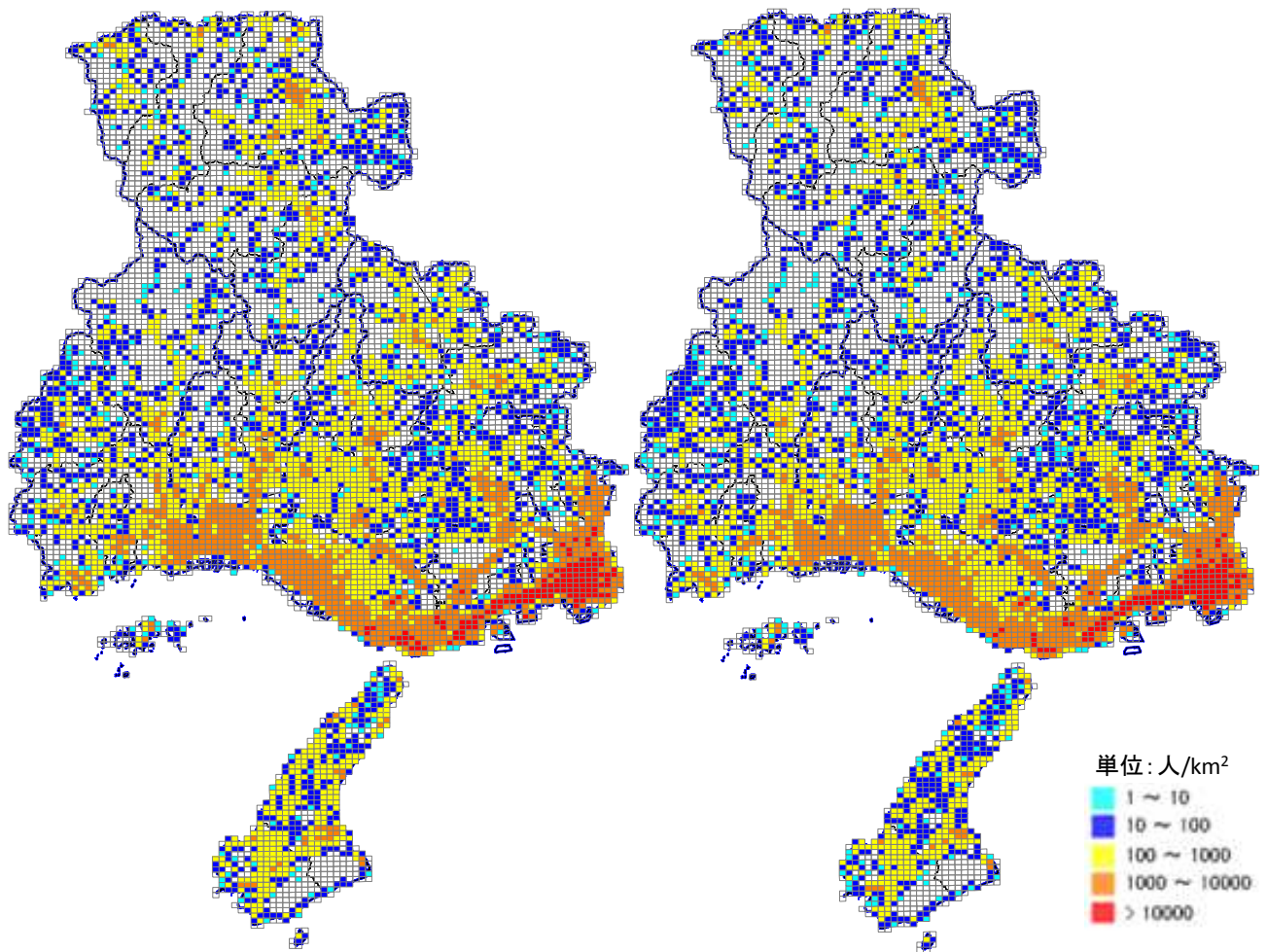
(2) 政策DB

政策DBは、ごみ排出量勘定モデルにおける政策導入によるごみ排出量の変化に関わるパラメータ設定の基礎データとして活用する。本DBのデータソースは、各市町の一般廃棄物処理基本計画、日本の廃棄物、および、これまでの廃棄物処理等科学研究費補助金の報告書、廃棄物施策に関する文献、図書である。

このDBは、一般廃棄物の有料化の導入によるごみ減量効果、分別収集の導入による分別種別毎のごみ量の変化、事業系古紙のリサイクル導入による効果、大規模事業所に対するごみ量削減指導による削減効果等を調査し、整理することを目的とした。しかし、各種のごみ量削減効果は、都市の規模やこれまでのごみ行政の変遷の差など、多くの要因が影響し、一義的に決定することは困難である。神戸市や豊中市では、その他プラの分別収集を全市的に行う前に、地域を限定し、モデル的に先行実施し、効果を検証後、全市に導入している。これまでの先行事例や調査研究を参考に、政策導入の効果のパラメータを設定することは可能であるが、このように実地域での検証に基づくパラメータの設定の方がよりモデルの精度は高くなる。そのため、後述するが、モデルとしては政策導入による効果のパラメータを任意に設定できる形とした。本DBは、意思決定者がパラメータの設定をする際の参考になるものである。

(3) 行財政・土地・産業活動情報DB

行財政・土地・産業活動情報のDBのデータソースは、国勢調査、商業統計、工業統計、住宅・土地統計調査、住宅地図、道路地図、土地利用、社会生活基本調査等である。これらのデータを、GISを用いて、各市町単位あるいは、1kmメッシュ単位での整理を行った。各種のデータを、GISを用いて有機的に重ね合わせることで、空間的に状況を把握することが可能である。また、時間断面毎によるデータを収集し、整理することにより、時間的な変化の情報の整理も可能である。ここでは、一例として、ごみ排出量の基本単位として用いた人口の空間分布を**図5.2.2**に示す。



(a) 2010年

(b) 2030年(推計値)

図5.2.2 行財政・土地・産業活動情報DBの一例 (人口分布)

(4) 施設DB

施設DBのデータソースは、環境省がとりまとめている一般廃棄物処理実態調査⁵⁾の施設整備状況である。このデータは、全国のごみ処理施設の供用開始年度や処理能力、年間処理量、発電量、ごみの物理組成（厨芥、紙、プラ類等）割合等が整理されている。

このデータソースを基に、施設の立地位置を調べ、GISを用いて、施設の諸元を空間的に整理した。一例を図5.2.3に示す。

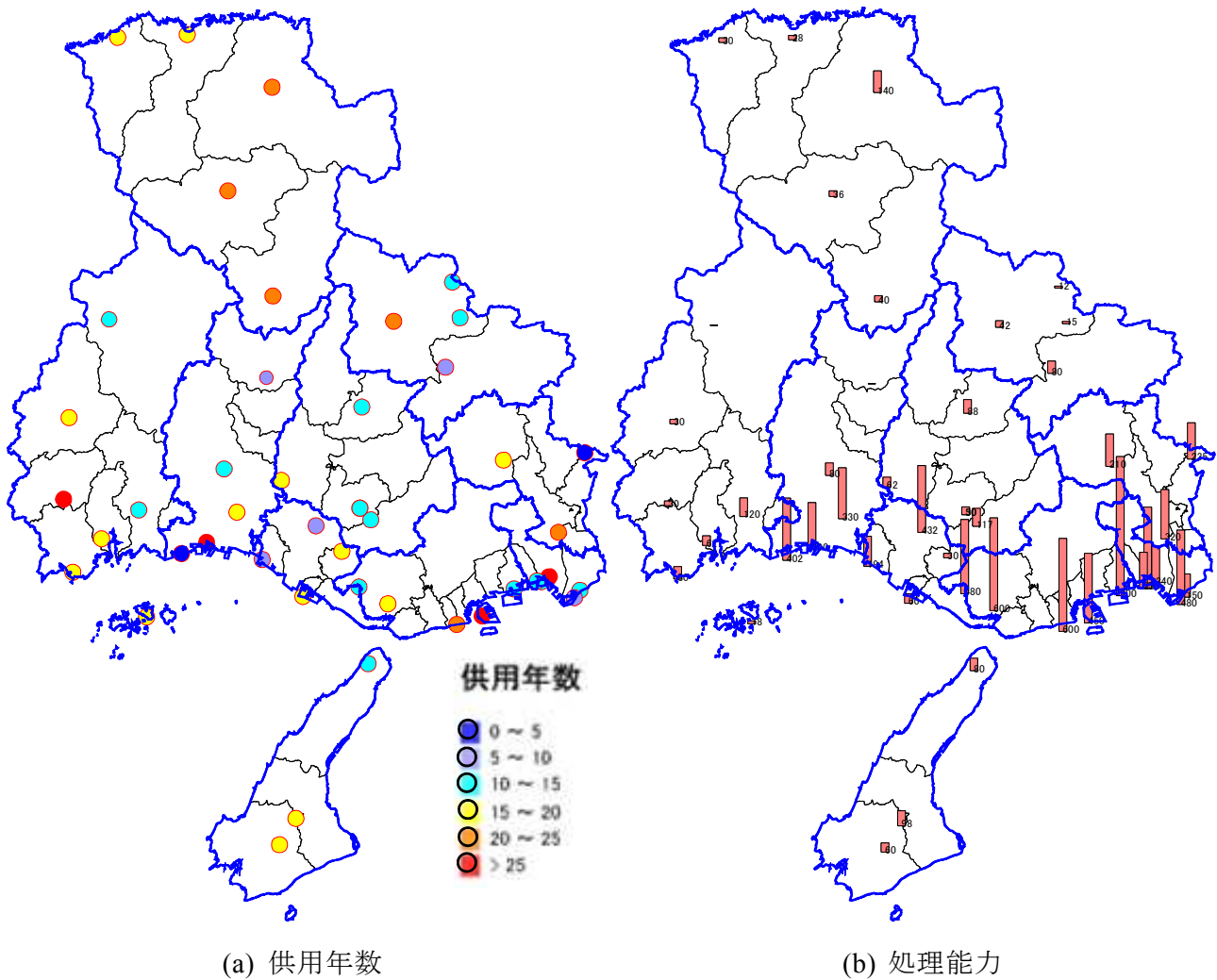


図5.2.3 施設DBの一例

(5) 技術DB

技術DBのデータソースは、実処理施設への複数回にわたるヒアリング、プラントメーカーを招いてのワークショップ、意見交換会を通じて得た現段階におけるごみ焼却施設の省エネ技術、発電の高効率化技術に関するものである。これらを通じて得た処理規模と発電効率、ボイラ出口排ガス温度と発電効率、排ガス処理方式の違いによる発電効率等を関数形として表現し、モデルへ適用することとした。特に、近年、採用技術が増えてきている4MPaG×400℃方式における処理能力と発電効率の関数形を図5.2.4に示す。

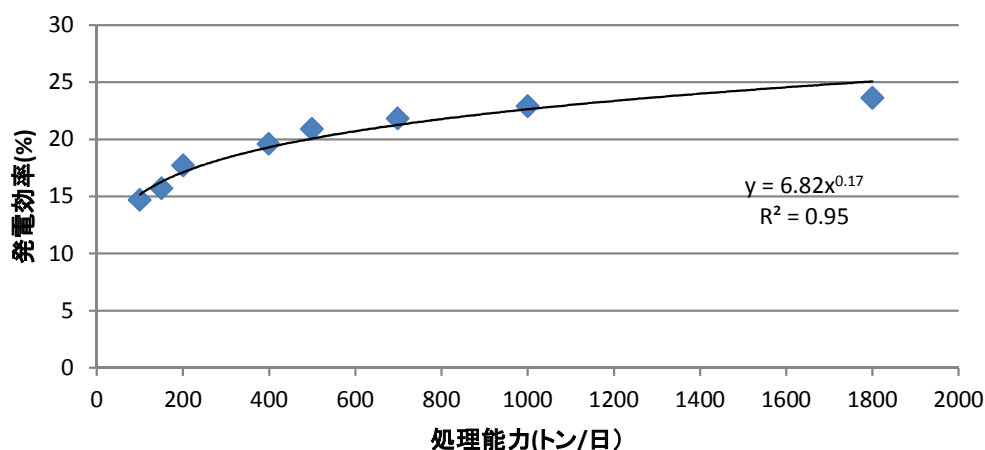


図5.2.4 技術DBの一例（処理能力と発電効率の関係）

(6) スtock・マネジメントDB

ストック・マネジメントDBは、廃棄物処理分野におけるPFI/PPP手法の導入に関するデータを整理し、ストック・マネジメントの基本的な考え方をまとめた。廃棄物分野のPFI/PPP手法の調査の先行事例としては、PFI/PPP推進協議会により、平成22年度 廃棄物処理施設官民連携推進部会 調査報告書⁷⁾がある。

また、本研究における廃棄物処理施設に対するストック・マネジメントを導入する重要性は以下のように考えた。

- ・再資源化が進み、また、人口減少が予想される地域が多いため、処理量が減少する。施設能力の余剰分をどのように取り扱うかをあらかじめ定める時期に来ている。
- ・廃棄物需要の量だけでなく、その質の変化が、施設の機能・能力に大きく影響する。質の変化の見通しと、その見通しを超えた場合をも想定したリスク管理が求められる。
- ・施設の立地場所が分散している。1自治体に複数の施設がある場合の空間的な要素を考慮する必要があるとともに、複数の自治体での連携を視野に入れる時代となり、その場合の連携のあり方が問われるようになった。
- ・複数の施設で構成される場合、その施設の技術水準や製造時期（すなわち経過年数）がまち

まちである。個々の施設の能力に応じた総合的なマネジメントが必要である。

・ひとつの施設の複数の部品によって構成され、全体の施設に対する重要度、劣化速度、維持・管理の容易さなどが多様である。複雑な部品構成の関連を踏まえながら、最適なマネジメントを求める問題を解かねばならない。

(7) エリア境界DB

今後の人口減少に対する廃棄物処理，行財政の健全化のためには，施設の集約化，処理の広域化を図っていく必要がある。エリア境界DBは，その集約化，広域化を図るエリア単位を検討する際に活用する。本DBのデータソースは，現況における県民局や県政局と呼ばれる，各県，地域により既に分類されている複数の市町にまたがるエリア境界に関するもの。また，平成10年頃のごみ焼却施設のダイオキシン対策の一環として検討された廃棄物処理の広域化計画に関する資料などが参考となる。このエリア境界DBは広域化などの管理運営をオペレーションの空間単位の変更を容易にするための機能を有す。

5.2.2 ごみ排出量勘定モデル

人口減等の活動の変化および収集方式と分別類型の変更に従って，ごみの成分，量，排出量が増える。1kmグリッド毎の人口とごみ排出量は，次のように配分し直し，現状の総量で一致するように配分する。人口は，2005年の国勢調査データをベースとし，グリッド毎の人口比率を設定する。

比率を設定するにあたり，2010年以降の将来人口の分布の推定では，①国勢調査時のメッシュ間の比率を用いる方法（各メッシュの増減率は一律であると仮定）と②時間経過による人口変化率（例えば，2005年と2010年の比）より，メッシュ毎に人口増減率を設定（各メッシュの過疎化と集約化を考慮）し，配分する方法が候補となる。本研究では①の2005年の国勢調査時の比率を用いる方法を採用した。

ごみ量は，先述の不要物発生量DBをもとに，1人1日当たり総ごみ排出量（＝生活系（計画収集量＋直接搬入量）＋事業系（計画収集量＋直接搬入量）＋集団回収）を市町毎に定め，各メッシュの人口に乗じて算出した。

ごみの物理組成に関しては，既往研究⁶⁾より表5.2.2の比率を用いた。この比率は，実績値がある場合は，それを使用できるように変更可能なモデルパラメータとしている。

政策導入によるごみ量の減少は，関数形で表現する線形型，指数型，基準年に対して年度毎に低減率を設定できる任意設定型をインターフェースとして用意した。線形型，指数型を選択した場合はモデルパラメータとして，係数を，任意設定型を選択した場合は，各年度の低減率を直接入力する。表5.2.2にごみの物理組成別のパラメータ入力インターフェースを示す。

表5.2.2 ごみの物理組成のモデルパラメータ（初期値）

不用物発生量 ごみ組成		既往研究 の設定値 [g/(人・日)]	百分率 [(%)]
厨芥		251	30%
紙類	新聞紙	84.8	10%
	雑誌	55.9	7%
	上質紙	0	0%
	段ボール	37.3	4%
	飲料用紙パック	4.8	1%
	紙箱、紙袋、包装紙	71.6	9%
	その他の紙(手紙、おむつ等)	95	11%
布類		16.5	2%
プラスチック	PETボトル	10	1%
	PETボトル以外のボトル	8.1	1%
	パック・カップ、トレイ	13.8	2%
	プラ袋	52.4	6%
	その他のプラ(商品等)	14.6	2%
金属類	スチール缶	12	1%
	アルミ缶	6	1%
	缶以外の鉄類	6.5	1%
	缶以外の非鉄金属類	1.4	0%
ガラス	リターナブルびん	6	1%
	ワンウェイびん(カレット)	28	3%
	その他のガラス	3	0%
陶磁器類		2.5	0%
ゴム・皮革		3.8	0%
草木		18.4	2%
大型ごみ	繊維類(布団、カーペット等)	4.1	0%
	木材(タンス、椅子等)	11.4	1%
	自転車、ガスレンジ等	9	1%
	小型家電製品	3.1	0%
	大型家電製品	6.3	1%
		837.3	100%

(引用元：北大-総合廃棄物処理評価プログラム(2005))

5.2.3 収集・運搬距離の勘定モデル

ごみ排出量勘定モデルにて算定したメッシュ毎のごみ量は、メッシュ重心にて発生するとし、当該メッシュの輸送先のごみ焼却施設を現状の収集エリアをもとに設定する。将来、施設の集約化がなされた場合は、集約先の施設を輸送先として設定する。

ごみ焼却施設への収集・運搬距離は、メッシュの重心と焼却施設の2点間の直線距離をGISで計測し、直線距離に道路状況を考慮するための換算係数を乗じて算定する。また、収集区分毎（可燃、不燃、粗大、資源等）に収集するものとし、積み込み作業の作業時間、収集頻度を考慮し、作業人員、往復回数、収集距離、人件費等を算定する。収集車両の燃料消費率、価格、整備費等は既往研究^{6),8)}を参考に設定し、原単位法によりコスト、CO₂排出量を算出した。算定式を以下に示す。

$$\text{総輸送(収集・運搬)距離[km]} \quad \text{式(5.1)}$$

$$= \Sigma \{2\text{点間の道路距離[km]} \times 2(\text{往復}) \times \text{輸送回数}\}$$

$$\text{輸送回数} \quad \text{式(5.2)}$$

$$= \text{輸送量[t]} / \text{積載量[t/回]} / \text{充填率}$$

$$\text{CO}_2\text{排出量[t-CO}_2\text{]} \quad \text{式(5.3)}$$

$$= \{ \text{総輸送距離[km]} / \text{燃料消費率[km/kl]} \} \times 2.62(\text{軽油の排出係数})[\text{t-CO}_2/\text{kl}]$$

$$\text{燃料費(軽油)[円]} \quad \text{式(5.4)}$$

$$= \{ \text{総輸送距離[km]} / \text{燃料消費率[km/l]} \}$$

$$\text{収集時間[h/年]} \quad \text{式(5.5)}$$

$$= \text{年間の廃棄物収集量[t/年]} \times \text{単位重量当たり収集時間[h/t]} \\ + \text{総輸送距離[km/年]} / \text{収集速度[km/h]}$$

$$\text{一日の総収集時間[h/日]} \quad \text{式(5.6)}$$

$$= \{ \text{総収集時間[h/年]} / 365 \} \times \text{収集回数} / 7[\text{日}]$$

$$\text{輸送車の必要台数[台]} \quad \text{式(5.7)}$$

$$= \text{一日の総収集時間[h/日]} / \text{輸送車一台あたり収集時間[h/台・日]}$$

$$\text{収集の必要人数[人]} \quad \text{式(5.8)}$$

$$= \text{輸送車の必要台数[台]} \times \{ 1(\text{運転人員})[\text{人/台}] + 2(\text{収集人員})[\text{人/台}] \}$$

$$\text{年間の人件費[円/年]} \quad \text{式(5.9)}$$

$$= \text{収集の必要人数[人]} \times \text{人件費単価[円/年・人]}$$

また、広域化を行う際には、中継施設を設置する場合とそうでない場合とが想定される(図 5.2.5)。中継施設を設置する場合は、中継施設からごみ焼却施設へは、輸送効率を高めるために大型車へのごみを積み替える。本研究では、オプションとして中継施設を設置した場合を想定したが、後述の兵庫県を対象とした計算においては、中継施設の設置は考慮していない。

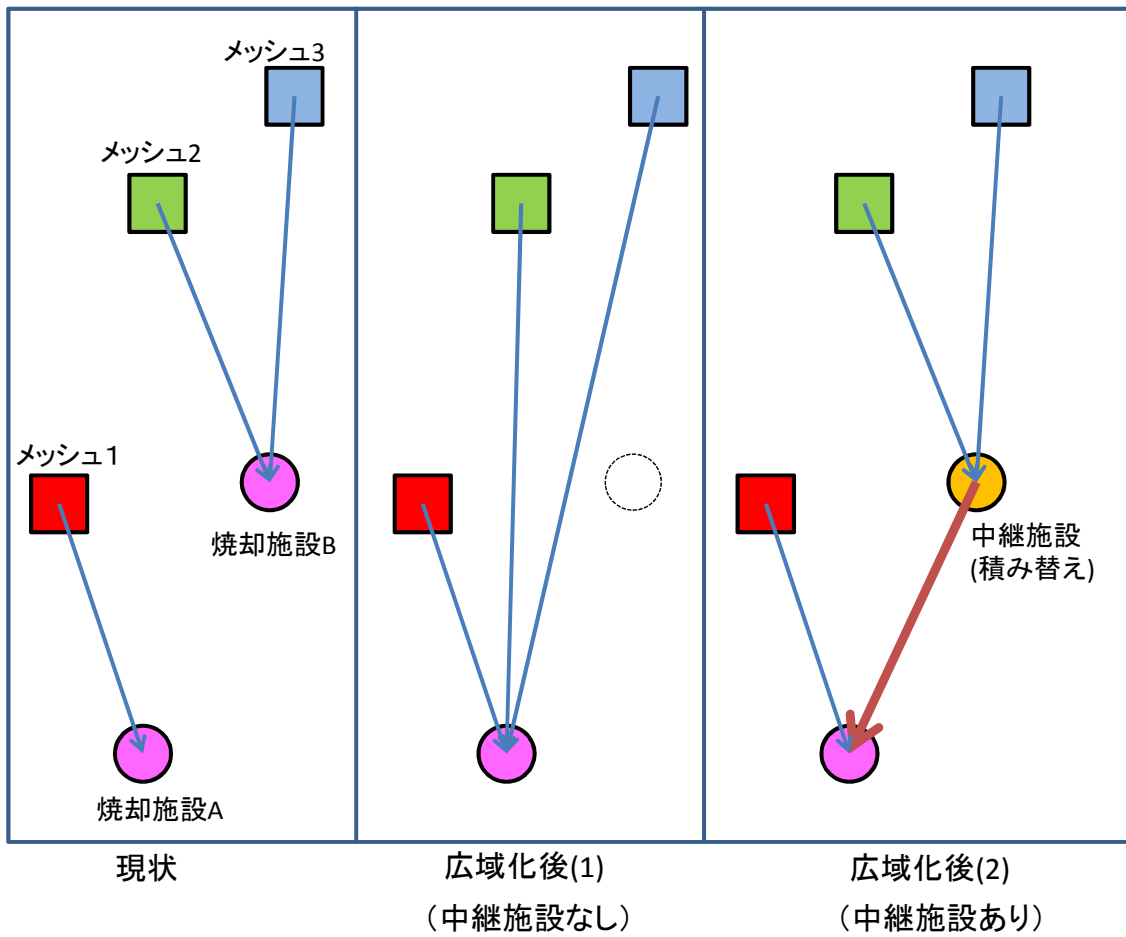


図5.2.5 広域化後の輸送オプションの概念図

5.2.4 中間処理ごみ量勘定モデル

中間処理ごみ量は、収集されたごみの流れを受け止める変数である。収集ごみは、①直接焼却処理、②焼却以外の中間処理（粗大ごみ処理施設、資源化等を行う施設等）、③直接資源化、④直接最終処分の各プロセスユニットへと流れる(図5.2.6)。基本的に可燃ごみは直接焼却され、不燃、粗大ごみは選別施設、資源ごみは資源化施設を経る。不燃、粗大、資源ごみの一部は選別・資源化のあとで焼却され、焼却残渣として一部は埋立処分される。プロセス毎に実績値⁵⁾をもとにモデルパラメータ（配分比）を設定し、算定する。一例として資源化施設のモデル化パラメータの入力インターフェースを図5.2.7に示す。

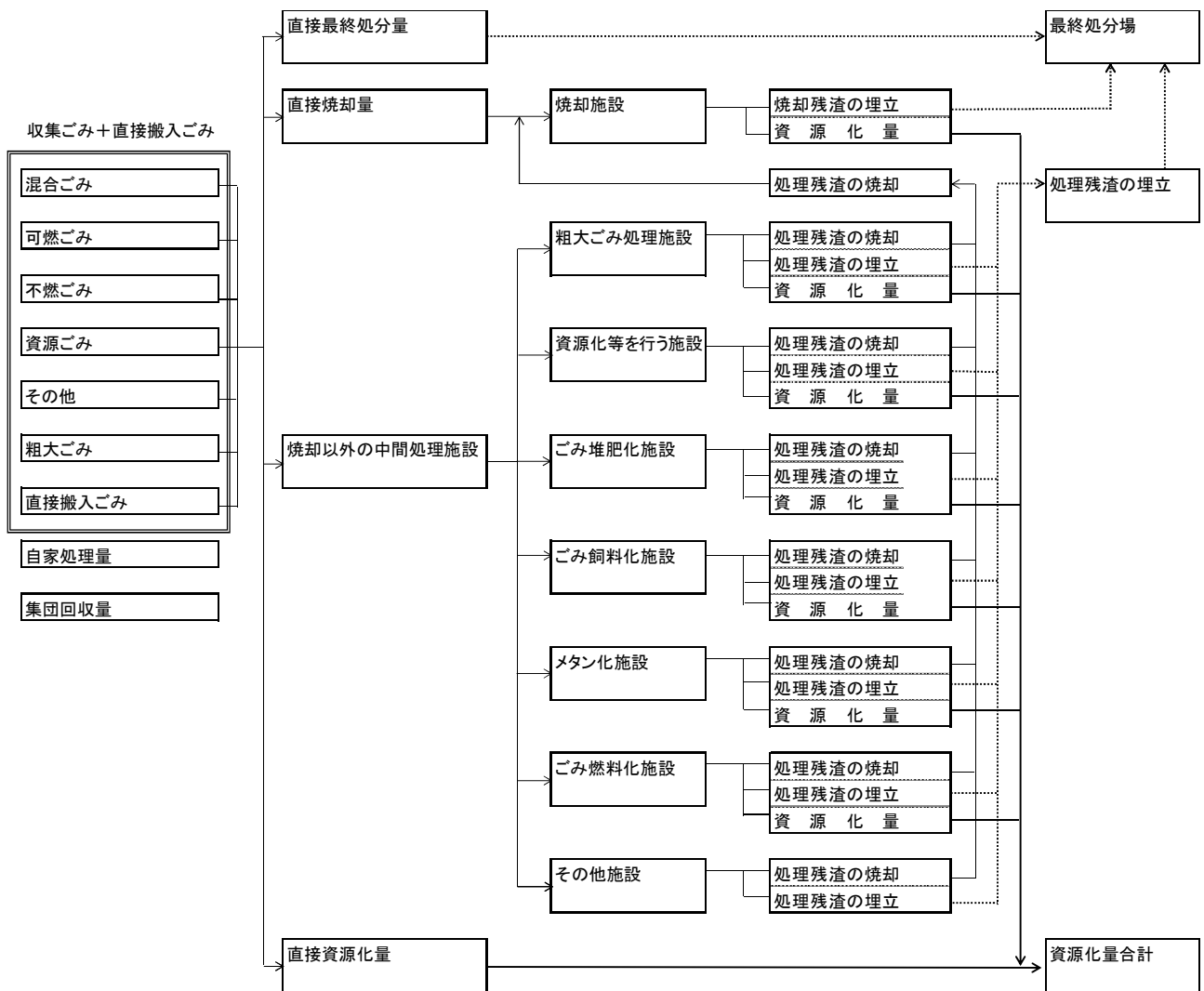


図5.2.6 中間処理ごみのフロー図

<資源物回収率>	紙	布	PET	ガラス	鉄	アルミ	
	rP	rC	rPT	rG	Mm	rA1	rA2
厨芥	0	0	0	0	0	0	0
新聞紙	0.95	0	0	0	0	0	0
雑誌	0.95	0	0	0	0	0	0
上質紙	0	0	0	0	0	0	0
段ボール	0.95	0	0	0	0	0	0
飲料用紙パック	0.95	0	0	0	0	0	0
紙箱、紙袋、包装紙	0	0	0	0	0	0	0
その他の紙(手紙、おむつ等)	0	0	0	0	0	0	0
布類	0	0.95	0	0	0	0	0
PETボトル	0	0	0.95	0	0	0	0
PETボトル以外のボトル	0	0	0	0	0	0	0
パック・カップ、トレイ	0	0	0	0	0	0	0
ブラ袋	0	0	0	0	0	0	0
その他のブラ(商品等)	0	0	0	0	0	0	0
スチール缶	0	0	0	0	0.95	0	0
アルミ缶	0	0	0	0	0	0.95	0.95
缶以外の鉄類	0	0	0	0	0.95	0	0
缶以外の非鉄金属類	0	0	0	0	0	0	0
リターナブルびん	0	0	0	0.95	0	0	0
ワンウェイびん(カレット)	0	0	0	0.95	0	0	0
その他のガラス	0	0	0	0	0	0	0
陶磁器類	0	0	0	0	0	0	0
ゴム・皮革	0	0	0	0	0	0	0
草木	0	0	0	0	0	0	0
繊維類(布団、カーペット等)	0	0	0	0	0	0	0
木材(タンス、椅子等)	0	0	0	0	0	0	0
自転車、ガスレンジ等	0	0	0	0	0	0	0
小型家電製品	0	0	0	0	0	0	0
大型家電製品	0	0	0	0	0	0	0

手選別 アルミ選別機

図5.2.7 中間処理ごみ量勘定モデルのパラメータインターフェースの一例
(資源化施設の回収率)

5.2.5 焼却処理施設運転勘定モデル

焼却施設の焼却規模、焼却量に基づき、施設運転に必要な人員数、光熱・薬剤量、エネルギー回収量等を算定し、人件費、施設保全費、光熱薬剤費ならびにCO₂排出量を算定する。また、施設の建て替えに伴うコスト、CO₂排出量の算定も行う。算定式、設定値は既往研究^{6),8)}をもとに設定した。

$$\text{ごみ焼却施設人件費[百万円]} \quad \text{式(5.10)}$$

$$= \text{必要人員[人]} \times \text{費用原単位[百万円/人]}$$

$$\text{必要人員[人]} \quad \text{式(5.11)}$$

$$= \text{基準人員[人]} + \text{一炉当たりの運転人員の追加[人/炉]} \times \text{炉数[炉]}$$

$$+ \text{施設規模当たりの炉運転以外に従事する人員の追加[人/(トン/日)]}$$

施設保全費[百万円] 式(5.12)
 =施設建設費[百万円]×2%
 (施設建設費は、5.2.6を参照)

光熱・薬剤費[百万円] 式(5.13)
 =Σ (使用量[*]×費用原単位[百万円/*])
 (使用量：電力[kWh]，重油[kl]，水[m³]，薬剤[t])

電力使用量[kWh] 式(5.14)
 =電力消費量[kWh]－発電量[kWh]

電力消費量[kWh] 式(5.15)
 =(1+付加係数)×単位重量のごみ処理に必要な電気使用量[kWh/t-ごみ]×ごみ量[t]
 +単位重量の集塵灰処理に必要な電気量[kWh/t-灰]×集塵灰量[t]

重油使用量[kl] 式(5.16)
 低位発熱量が1000[kcal/kg]以下の場合のみ計上。今回は計上しない。

水使用量[m³] 式(5.17)
 =焼却ごみ量あたりの水使用量[m³/t]×ごみ量[t]
 +単位重量の集塵灰処理に必要な水量[m³/t]×集塵灰量[t]

薬剤使用量[t] 式(5.18)
 =単位重量当たり薬剤使用料[t/t]×ごみ量[t] or 集塵灰量[t]
 (薬剤：消石灰，苛性ソーダ，セメント，キレート剤)

施設保全に伴うCO₂排出量[t-CO₂] 式(5.19)
 =施設保全費[百万円]×CO₂排出原単位[t-CO₂/百万円]

光熱・薬剤消費に伴うCO₂排出量[t-CO₂] 式(5.20)
 =Σ (使用量[*]×CO₂排出原単位[t-CO₂/*])
 (使用量：電力[kWh]，重油[kl]，水[m³]，薬剤[t])

プラスチック類の燃焼に伴うCO₂排出量[t-CO₂] 式(5.21)
 =プラスチック類の重量[t]×CO₂排出原単位[t-CO₂/t-プラスチック]

なお、ここで、プラスチック類以外のごみはバイオマス由来と考え、区別する。

5.2.6 焼却処理施設の統廃合モデル

(1) 建て替え時の必要処理規模の算定方法

平成10年頃に検討された広域化計画あるいは、その後に見直しが図られた広域化計画をベースとし、広域化を行う空間単位の設定、施設立地の設定、処理方式・規模の設定を行う。

広域化の空間単位は、地域の歴史的な経緯や関わりを踏まえ設定することが妥当である。その枠組みの例としては、県民局や県政局等の範囲が候補となる。それらは、エリア毎に行政の支所等があり、広域的な地域振興計画や地域計画の際に、一単位として利用されてきた。また、処理規模の設定にあたり、ごみ量の代理指標として広域化によって集約される人口により作成した関数を判断の基礎とした（図5.2.8）。

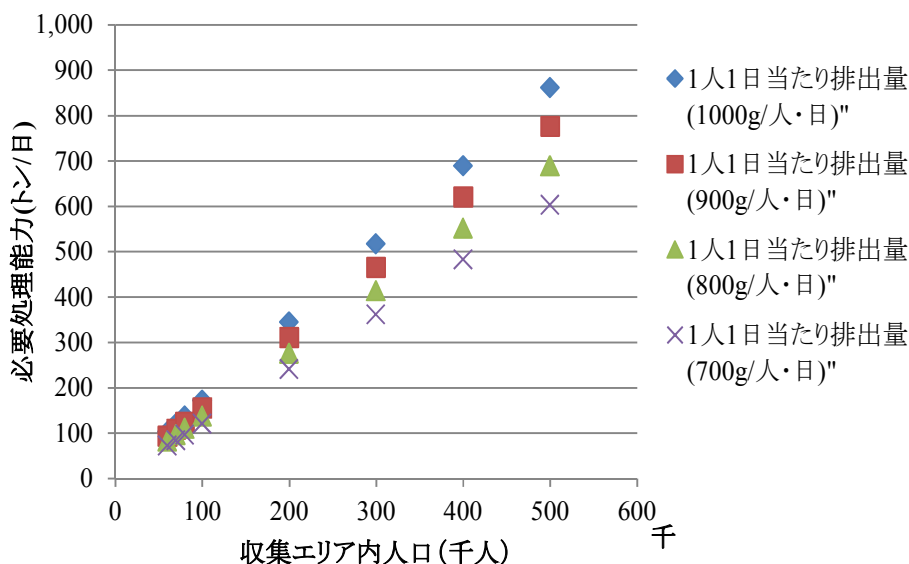


図 5.2.8 処理規模の設定時に使用した収集人口と必要処理能力の関係

(2) 建て替え時の施設建設費の算定方法

建替時の費用を算定するには、廃棄物・3R研究財団発行の「ごみ焼却施設台帳 全連続燃焼方式編 平成21年度版」⁹⁾より、1990年以降の建設、焼却方式がストーカ炉、ガス冷却方式が全ボイラあるいは半ボイラ形式、の3条件をいずれも満たし、かつ処理能力が200トン/日以上、900トン/日以下の施設を選び費用関数を設定した（図5.2.9、対象施設数は33）。

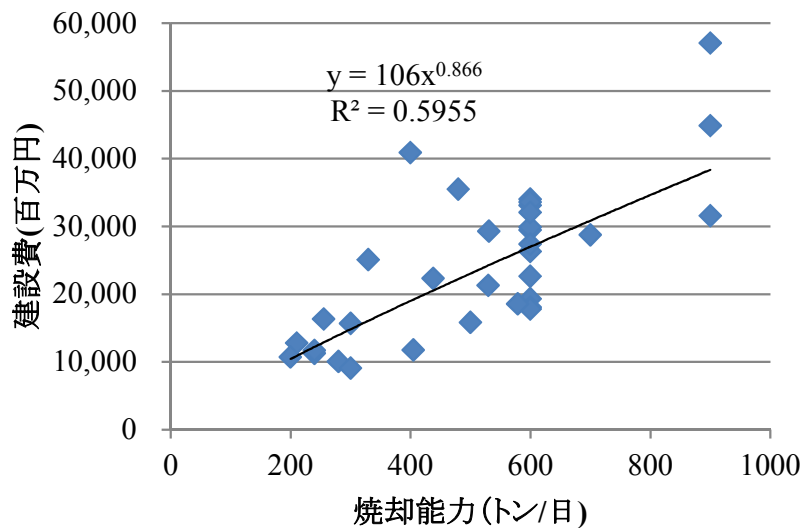


図5.2.9 処理施設の更新時に用いた費用関数(全連続運転炉)

また、小規模施設（80～200トン/日）に関しても、建設時期、焼却方式、ガス冷却方式が同条件として費用関数を求め比較した（対象施設数6）。その結果、大規模施設の費用関数により算定した結果は、小規模施設の費用関数の結果と比べて、200トン/日の施設で約4%、100トン/日の施設で約12%費用が安価となる差異が見られた。

全連続炉運転の施設更新の際の統廃合の効果は、図5.2.9で設定した大規模施設の費用関数を用いて求める。全連続運転以外の運転方式（准連続、バッチ等）を同規模水準の連続炉へ更新するにあたっては、現状施設の処理能力当たりの費用原単位(実績値)より算定する。

また、全連続運転炉の発電効率は、年代を追う毎に上昇してきている¹⁰⁾。400トン/日の焼却規模でみた場合、1990年代の発電効率は8%程度であったが、2000年代は15%程度に達している。また、現在の主流である蒸気条件が3MPaG×300℃方式の場合では15%を超え、近年採用されつつある4MPaG×400℃方式では、20%に達している。このように、技術発展と施設の大規模化に伴い、発電効率が上昇している効果を反映し、本モデルでは、施設更新に伴い、より高い発電効率を発揮する技術を選択できるものとした。

(3) スtock・マネジメントモデルの考え方

廃棄物処理施設におけるストック・マネジメントは、他の社会基盤と同様に、一定の予算の中で維持・管理が行われている。この場合、あらかじめ計画されている大規模更新に対する予算化を行える場合を除いて、何らかの予算の平準化が求められる。一般的には長寿命化がライフサイクルコスト削減には効果があるものの、この予算の平準化のために、部品・消耗品等の取り替え時期を調和させることもマネジメントのひとつの視点となる。過去の施設更新は、ダイオキシン問題への対応等による不連続な更新が主であり、単純なサイクルの調整が平準化に繋がるかどうか不明な点も指摘されている。これらを踏まえた修理・修繕の時期の調整が必要である。

そのため、マネジメントモデルの枠組みは、図 5.2.10 のようになる。

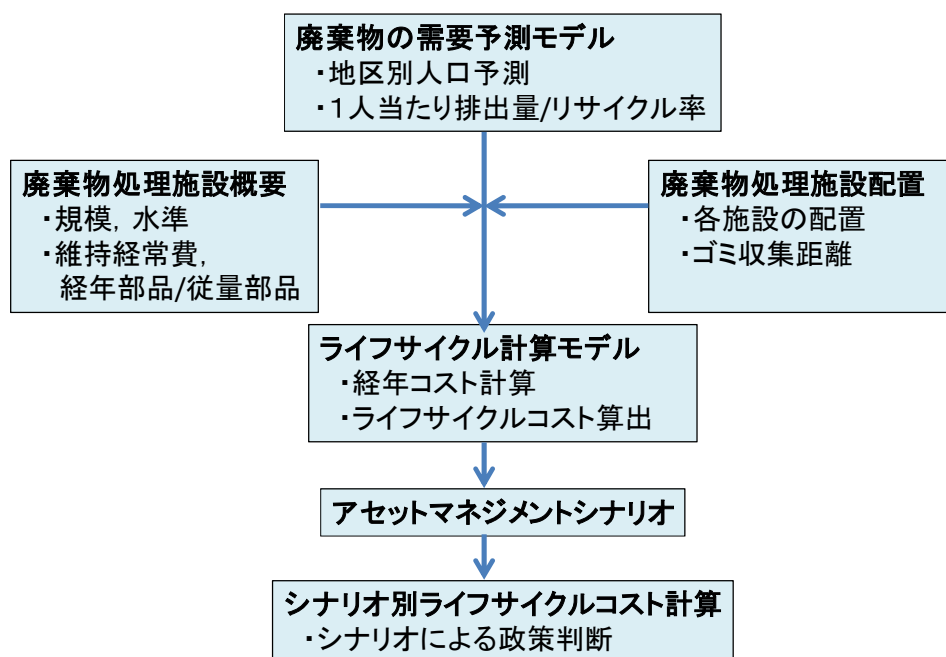


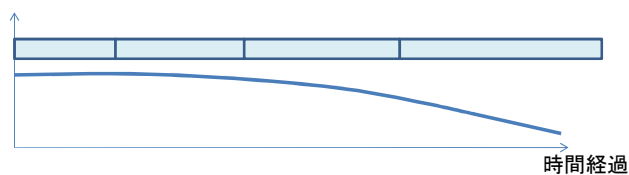
図 5.2.10 ストック・マネジメントのモデルフロー

ライフサイクルの最小化問題を解くような解析的モデルも期待されるが、モデルに求められる要件が非常に複雑であることから、シナリオ別のライフサイクルコスト計算モデルに留めた。むしろ、計算されるべきものが、ライフサイクルコストだけでなく、財政支出平準化指標であったり、各年度の余剰能力指数であったり、さまざまな観点から評価可能であるシナリオモデルが望まれるであろう。このモデルは、大きく2つの点の特徴となる。

【維持管理タイミングの柔軟化モデル】(図 5.2.11)

現実のアセット・マネジメントにおいては、部品交換や部材の修繕サイクルを柔軟に行っている。事実、維持・管理の特徴として、機能劣化が始まるもののまだ十分な能力を有している「賞味期限」と、最低限のレベルに機能劣化が達してしまう「消費期限」があり、「賞味期限」よりも長く「消費期限」よりも短いタイミングが最適タイミングである点があげられる。この期間であれば、故障確率との相互関係が問題となるものの、現実的な深刻な問題を発生させない可能性が高い。予算平準化を指向するとき、このような柔軟な運用が期待される。

1. 部品交換間隔の効率化



2. 複数施設間の更新タイミングの平準化

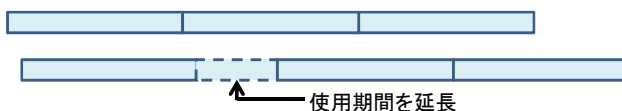


図 5.2.11 維持管理タイミング柔軟化モデルの考え方

【施設間連携モデル】（図 5.2.12）

廃棄物の発生場所と処理場所の空間関係を取り扱い、他施設や他自治体施設の一時支援による効率化を考慮する必要がある。連携対象の施設の機能や余剰分、また、廃棄物の輸送距離等の要因を考慮しなければならない。短期的な連携だけでなく、大規模更新や縮小シナリオの中での計画的な連携に対して、このモデルを考えることが重要である。

1. 老朽化施設から縮小 v.s. 小発生量地区から縮小
総廃棄物輸送距離の長短によるコストの考慮
2. 相互支援による短期的な協力体制

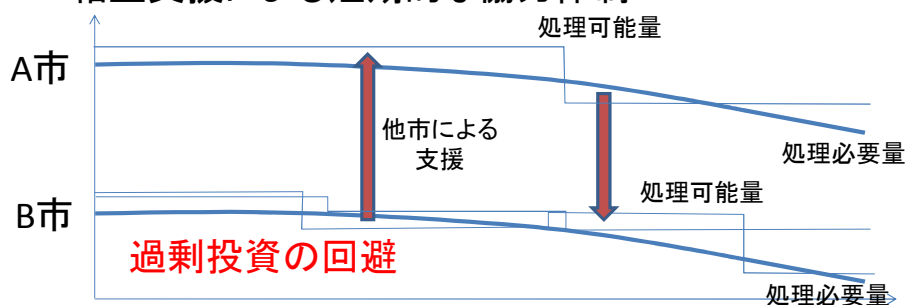


図 5.2.12 施設間連携モデルの考え方

6. シミュレータの兵庫県地域への適用と施設更新で広域化を図りエネルギー回収を進める効果の推定と考察

6.1 シナリオデザインの枠組みの設定

シナリオデザインの枠組みを設定するにあたり、兵庫県および県下5市の循環計画担当課および広域処理の担い手の財団法人の参加でワークショップを開催し、また広域化が検討されている地域の自治体や廃棄物技術開発を担う全国組織へのヒアリングを通して、シナリオの基本方向を得た。

基準年は、統計値が比較できる近年として2010年とし、目標年は、現状施設の更新時期を考慮し、20年後の2030年とした。シナリオは、処理の空間的単位の志向性軸（分散型、広域型）と廃棄物処理方針の軸（3R推進、エネルギー回収）の2軸でデザインすることとした。

6.2 シナリオのデザイン

シナリオを区分する第一軸である処理の空間的単位としては、処理の単位をこれまでの基礎自治体とする「分散型」と、人口減に対応し廃棄物処理の費用負担を軽減する観点から、施設の集約化を図ることにより効率化を目指す「広域型」に分けた。

第二軸の処理方針は、これまでの循環社会形成の基本方針であるとして「3R推進型」と、ごみ焼却施設をドイツ等の諸外国で見られるエネルギー拠点施設へと変容させることを想定した「エネルギー回収型」に分けた。

本研究では、この2軸の組み合わせから4つのシナリオ（A1、B1、A2、B2）の想定し（**図6.2.1**）、それぞれ毎に、ごみ焼却施設の更新に伴うコスト、二酸化炭素発生量、総発電量、リサイクル率、最終処分量を算出し、2010年から2030年まで5年毎の勘定値を得た。

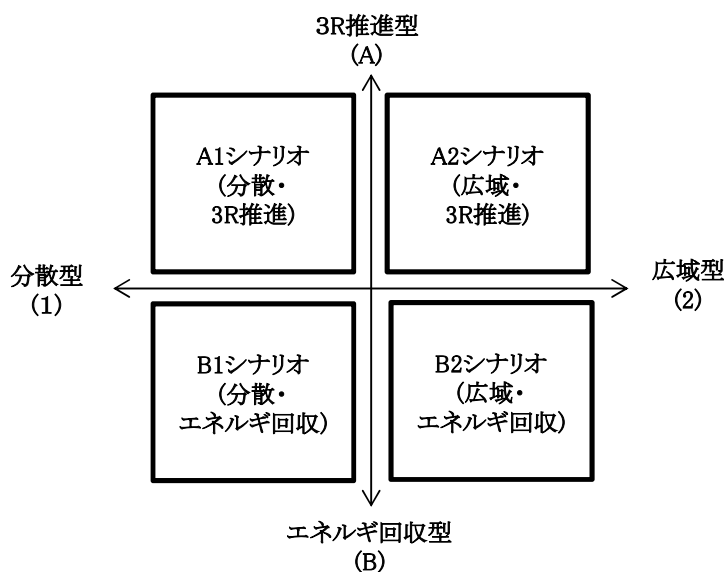


図 6.2.1 本研究のシナリオ軸

6.3 シミュレーションで設定した条件

6.3.1 人口の予測

人口予測は、先に示した兵庫県が2008年に実施したコーホート要因法による推計した出生率で低位、純移動率でトレンド収束型の結果を用いた。人口は全シナリオ共通である。

6.3.2 ごみ減量対策

処理の方針軸（3R、エネルギー）に影響を与えるのはごみ量、ごみ質である。本研究では、既存の兵庫県の一般廃棄物基本計画（2012年度に改訂予定で審議中）を参考にしつつ、ごみ量、ごみ質に影響を与える施策として、ごみ収集の有料化、その他プラやその他紙の分別収集、事業系古紙のリサイクル促進等を取り上げた。

ごみ収集の有料化、事業系古紙のリサイクル促進は、全シナリオ共通で実施するとした。その他プラ、その他紙の分別収集は、3R推進型であるA1、A2シナリオでは、実施し、エネルギー回収型であるB1、B2シナリオでは実施しないとした。その他プラ、その他紙は、月2回それぞれ別々に収集するものとした。

6.3.3 施設の統廃合条件と基準

施設の統廃合を判断する根拠には、供用年数、施設の位置づけ、炉形式、施設規模の4指標を用いた。その4指標に対し、統廃合を進めることが是と判断される場合、すなわち統廃合の優先度の高いケースを3点とし、次いで2点、統廃合の優先度の相対的に低いケースを1点とした。4指標に関して採用した点数付けの一覧を表6.3.1に示す。なお、本研究では、施設を立地させるには現状の位置から選び、施設更新に伴い、建て替える施設と廃止する施設をシナリオに応じて設定している。

表6.3.1 統廃合の検討対象の判断指標と得点化

得点		評価項目		
		3	2	1
供用年数		25年以上	20年以上	20年未満
施設の位置づけ		右以外	第二母施設	母施設
炉形式		バッチ式	准連続式	全連続式
施設	(A2, B1の場合)	80トン/日未満	80トン/日以上	100トン/日以上
規模	(B2の場合)	100トン/日未満	100トン/日以上	400トン/日以上

第一は供用年数である。供用年数が25年以上経過していると統廃合の対象とするのは極めて合理的とされる。また、集約化して施設を廃止、あるいは他施設のごみを受け入れのために大規模化、高効率発電を行い、効率的運営を進めるための検討対象として、「供用開始20年」を設定した。

第二は広域化のエリア内（本研究では県民局）における施設の位置づけである。母施設とは、広域化のエリア内で最大の処理能力を有する施設を意味し、第二母施設とは、エリア内において、母施設に次いで大きな処理能力を有する施設を意味する。

このような設定を行ったのは、ひとつに、施設規模の大きい施設にごみを集約化の方が合理的であること（小さい施設にごみを集約しても処理できない）、二つに、収集運搬の相対的な効率性を向上させる目標に合致しているからである。すなわち、現有の施設規模が大きいということはその収集範囲の人口規模が大きいことを意味する。人口規模の小さい都市から大きい都市へ運搬した方が、収集運搬車両の往復回数が少なく、移動距離が短くなることから、相対的に効率は良くなる。本研究では、A2、B1シナリオは、収集効率を考え、エリア内に最低2施設（母施設と第二母施設）は有することとし、B2シナリオでは、最低1施設（母施設）は有することとした。

第三は炉形式である。炉形式がバッチ式であれば処理効率が低く、他の施設を受け皿とする更新に相乗りし共同化することが選好され、そのため統廃合の対象となる。炉形式が全連続運転炉でない場合には、供用年数の多少にかかわらず、エリア内の母施設または第二母施設に集約する案を優先して選ぶ。

第四は施設規模である。処理規模が80トン/日未満の施設において、発電を行うことは現実的ではない（実績並びにプラントメーカーへのヒアリング結果より）。発電によるエネルギー回収を前提とするならば、100トン/日以上施設規模を維持することが望ましい。一方、施設の集約化を図り、大規模化し、発電効率を高めることは可能であるが、過度の集約化は収集運搬コストの増加を招く。

意思決定者の判断基準により、同じく発電を指向しても集約の空間スケールが異なってくると考えられる。すなわち、収集に伴うコストの増大に配慮しつつ、発電ができる程度の規模までの集約化を図るという選択肢と、可能な限り広域化を図り発電量を多くするという選択肢を想定しうる。

そのため、本研究では80トン/日以下の施設は、廃止の対象とし、また、統合化の際には100トン以上となることを一つの目安とした。さらに、大都市においては、処理規模が400トン/日を超える施設が広域化の検討エリア内に複数立地している事実がある。蒸気条件として4MPaG×400℃方式で発電を行えば発電効率は20%に達し、十分独立して運営することが可能であり、逆に、400トン/日の規模の大規模施設を一つに集約化すると、収集運搬の効率が悪くなることから、廃止しないケースを標準とした（廃止するケースも比較可能）。また、運営方式の標準は公設公営方式(従来型)とした。システム上は、時間ごとの費用のインベントリを区分し、別途

各種のストック・マネジメントの効果について巨視的に考察することが可能なサブモデルの開発をめざした。

6.4 施設更新で広域化を図りエネルギー回収を進める効果の推定と考察

6.4.1 施設数と施設の処理能力

各シナリオの施設数の経年変化を図6.4.1に、2030年での施設配置の空間分布を図6.4.2に示す。現状延長型Bau(A1)の施設数は45施設である。広域化シナリオであるA2, B2シナリオでは、時間経過の度に施設数が減少する。B2シナリオの2015年の施設数がB1, A2シナリオより多いのに、2030年にはB2シナリオが最少となる理由は、制約条件として、B2シナリオでは県民局当たり最低1施設、B1, A2シナリオでは最低2施設と制約条件を設定しているためである。すなわち、B1, B2シナリオでは、母都市あるいは母都市に次ぐ施設のいずれかへの集約化が図りうる。一方、B2シナリオでは、母都市のみへの集約となるため、母都市施設の供用年数が若く、処理能力に余裕がない場合、集約化が図れず、建替時期(供用20年以降)まで、現状の施設を運用する経過となる。その結果、2020年以降、多くの施設が建替時期を迎えるときに集約化が進む。

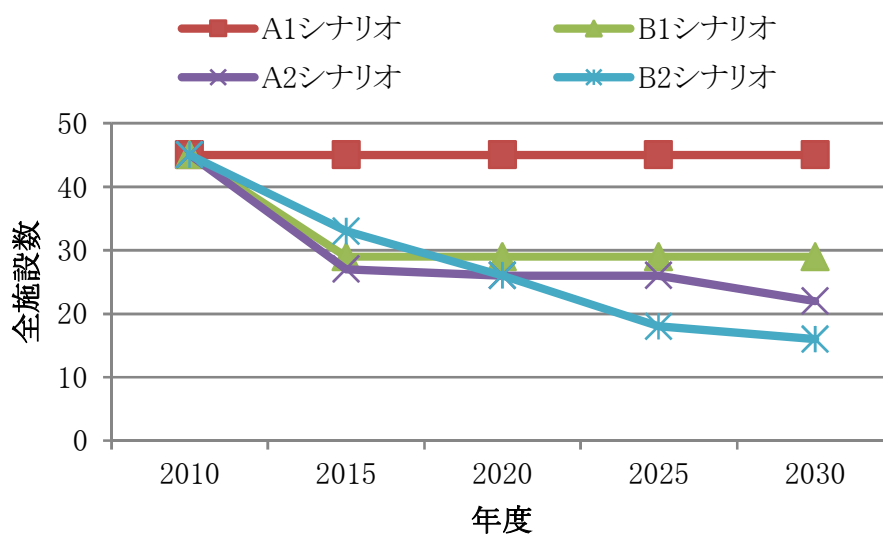


図6.4.1 各シナリオにおける施設数の変化

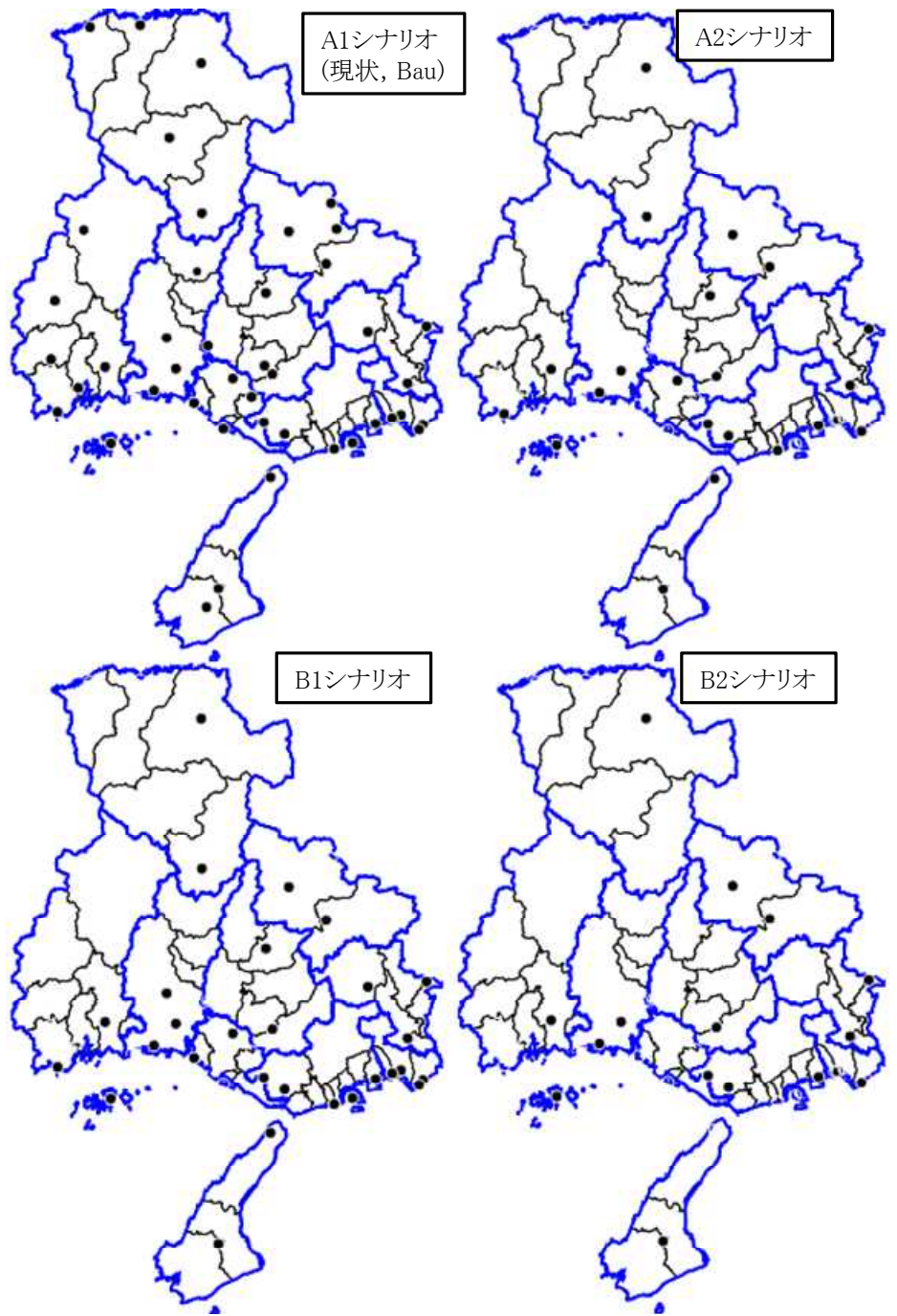
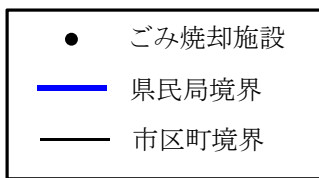


図 6.4.2 各シナリオにおける 2030 年のごみ焼却施設配置 (分散型シナリオ (A1,B1) と広域化シナリオ (A2,B2))

図 6.4.3, 6.4.4 に各シナリオにおける全連続運転炉の施設数と処理能力の経年変化を示す。

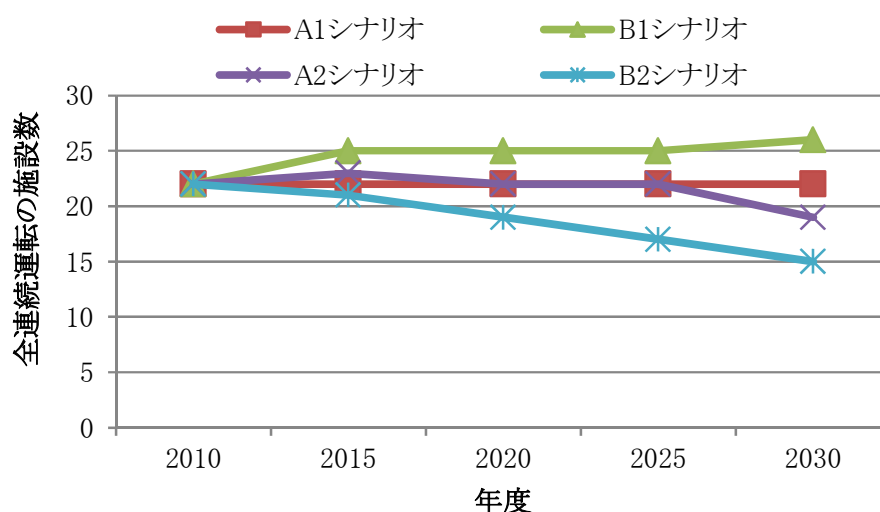


図 6.4.3 各シナリオにおける全連続運転炉の施設数の経年変化

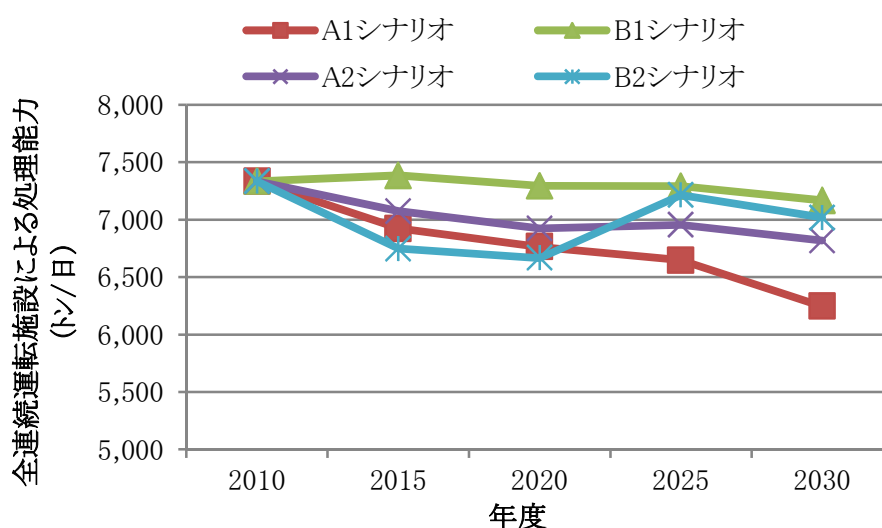


図 6.4.4 各シナリオにおける全連続運転炉の処理能力の経年変化

A1 シナリオは、炉形式の変更がないため、全連続運転炉の施設数に変化はないが、人口減（ごみ量減）に応じた施設建替（すなわち小規模への建て替え）であることから、処理能力は年々減少する。

A2 シナリオの施設数が 2025 年まで A1 シナリオとほぼ同じ理由は、県民局内に 2 以上の全連続施設を存続させる制約条件があるため、全連続運転炉の施設数に変化がほとんどなく、広域化により、廃止される施設のほとんどが准連続式、あるいはバッチ式の施設のためである。2030 年は、全連続運転炉で供用年数が 25 年を超える施設があるため、集約化が図られることにより施設数は減少している。また、処理能力に関しても施設更新時にごみ量に応じた適規模に建て替えられる。

B1 シナリオにおいて、施設数および処理能力が増加する要因は、分散型であるが、エネルギー回収を図るため、これまで准連続運転炉であった施設の一部が廃止され、全連続運転炉に建て替えられるためである。

B2 シナリオが 2020 年まで処理能力が低下するのは、2015、2020 年までは、一部、処理能力に余裕がある施設にごみが集約されるが、建替はなされず、処理できるレベルでの過負荷運転状態となっているためである。その後、2020 年以降、更新時期を迎えたときに、過負荷運転から適規模運転になるように処理能力が増強されるため、処理能力が増加している。すなわち、B1 シナリオと B2 シナリオの処理能力の比較より、県民局単位で 1 施設への集約化を図る B2 シナリオで、供用年数 25 年以上で建て替えの対象とする現在の判断方法では、やや過負荷運転となる期間が長くなり、ごみの適正処理に関してやや脆弱である。そのため、本研究では検討できなかったが、広域化を図る際には、施設の余裕度を考慮しつつ、25 年の供用を待たず、前倒しでの施設更新を図る別の判断指標を加えた方が良いことが示唆された。

6.4.2 コスト

コストの算定結果を図6.4.5, 6.4.6に示す。図中の(施), (収)は, それぞれ施設の建設・維持管理に関するもの, およびごみの収集に関するものを意味する。

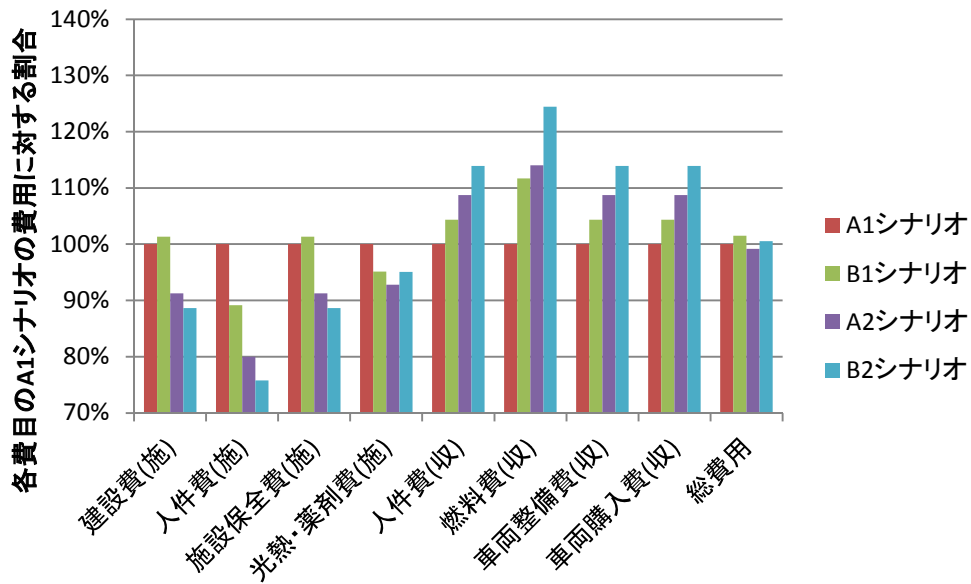


図6.4.5 A1シナリオを基準とした各シナリオの費目別費用割合

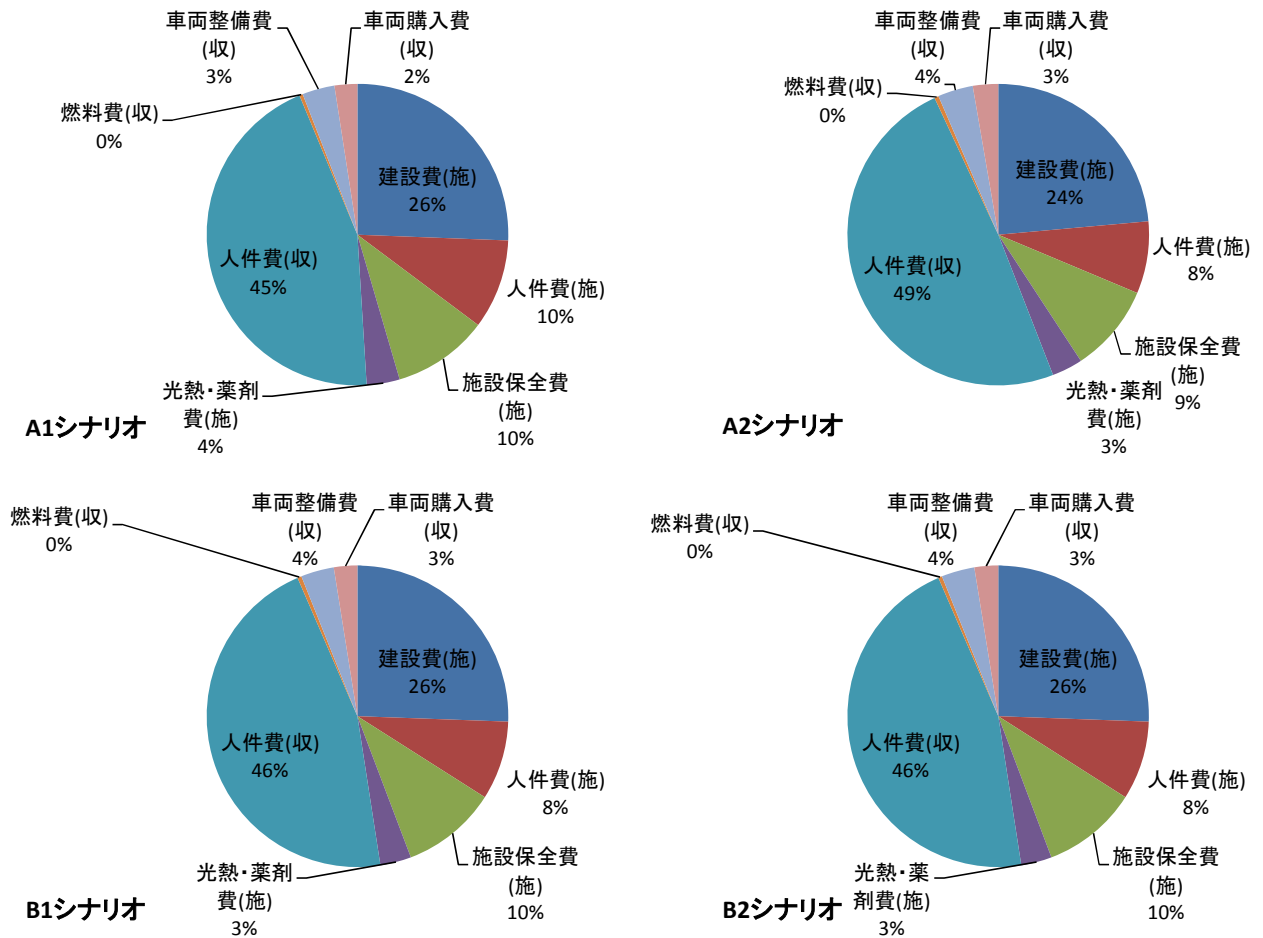


図6.4.6 各シナリオの費用内訳

20年間の総費用の比較の結果、各シナリオ間の差は±2%程度と、ほとんど見られない。ただし、図-5の結果には、発電による売電収入による費用削減は勘定に含んでいない。なお、売電収入は総費用の約4~5%程度であり、その扱いについてはのちに述べる。

費用の中で収集の人件費の割合が最も高く、分散型シナリオで約45%、3R推進・広域化(A2)シナリオで約50%を占めている。一般的に広域化を進める場合には、収集コストの増加が懸念される。本研究においても広域化(A2, B2)シナリオは、収集関連(人件費・燃料費・車両整備費・購入費)コストが10~15%程度増加する。しかし、一方で、施設の集約化による施設関連(建設費、人件費、施設保全費、光熱薬剤費)コストが10~15%低減できる。その結果、総費用に関して差はほとんどない。

当初のシミュレーションでは、施設の運転管理の人件費と収集の人件費の費用単位は同額として計算を行った。この両者の費用単価が変われば、人件費総額が変化しシナリオ間に差が生じる。そこで、収集運搬の効率化にあたり、収集部分の費用と輸送部分の費用を別に計算するルールを作ることにした。

第一に輸送作業の効率化を図り、「積替え施設建設による大型車搬送」か「既存収集車利用の場合は輸送時運転手1人体制へ切り替え」を進めることによって、広域化による輸送距離の増加分による費用増加を打ち消すことは可能との簡易計算を得ている。

第二には、廃棄物発生密度がそれほど変わらない(人口減があったとしても回収作業の空間密度と作業工程は大きく変化しない)とみられる収集作業の効率化では、不燃物や資源物の回収の頻度や時間帯を変えるオプション、あるいは収集時の人口あたりの作業オペレーションのさらなる効率化のオプション等を想定しないと、分別の強化や資源回収の強化がコスト増加につながるジレンマを脱することができないことが簡易シミュレーションを追加することで得られている。

すなわち、収集運搬時の人員数、単価が結果に大きく影響をきたすため、費用低減のためには収集運搬の効果的なマネジメントが重要となる。

また、売電収入を考慮したとしても、各ケースとも、全連続運転炉の更新後は高効率発電を行うとしたため、現状の売電価格(8円/kwh)によるB2シナリオのコストの削減効果は0.5%しかない。また、廃プラ分の熱量(約40%)を除いたものをバイオマス発電とした場合、現状の売電価格では、A1とB2シナリオの総コストに差はない。すなわち、現行の売電価格では、経済的合理性が得られない。また、売電価格を42円、(廃プラ分を除いたバイオマス発電を25円/kWh)以上とした時、その効果による影響は3%程度見込むことができた。

6.4.3 CO₂ 排出量

CO₂排出量の算定結果を図6.4.7, 6.4.8に示す. 図中の(施), (収)は, コスト同様に, それぞれ施設の建設・維持管理に関するもの, およびごみの収集に関するものを意味する.

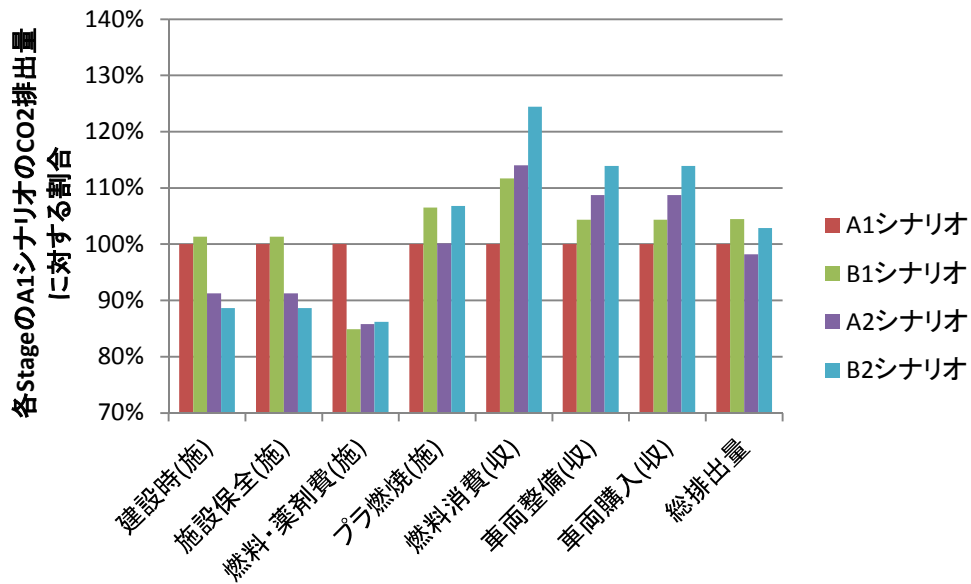


図6.4.7 A1シナリオを基準とした各シナリオのステージ別CO₂排出量割合

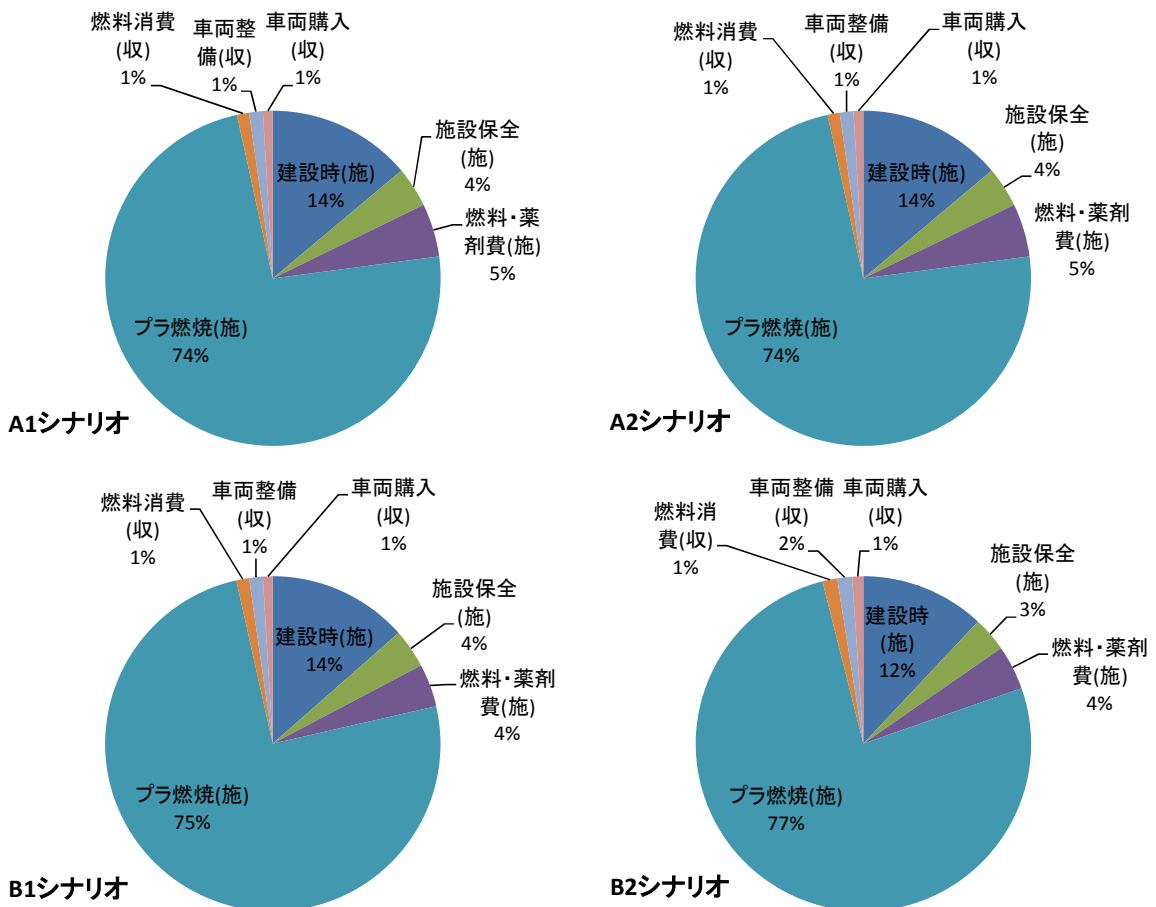


図6.4.8 各シナリオのCO₂排出量内訳

CO₂排出量は、エネルギー回収シナリオ（B1,B2）が1.03～1.05倍程度増加する。ただし、ここではコストと同様に発電によるエネルギー回収による機会便益（費用）的な意味でのCO₂削減量を計上していない。

エネルギー回収シナリオにおいて、CO₂が増大する要因は可燃ごみ中のその他容器プラスチック量の差である。今回の計算において、CO₂排出量のうち、約75%は可燃ごみ中のプラスチック類の燃焼に起因する。そのため、その他プラ類を収集する3Rシナリオと収集しないエネルギー回収シナリオにおいて差が生じた。また、施設に関わるCO₂排出量（施設建設、施設保全、燃料・薬剤費使用）は、全体の2割程度であり、広域化（A2, B2）シナリオでは、A1シナリオよりも低減できる。また、コストでは、分別収集に伴う人件費が大きく結果に影響をきたしていたが、CO₂排出量においては、分別収集を実施しても、収集運搬に伴うCO₂排出量が小さいため、その影響は小さい。

また、発電に伴うエネルギー回収をCO₂削減効果として計上すると、B1シナリオは、A1シナリオとほぼ同等であるが、広域化シナリオであるA2, B2シナリオでは、A1シナリオよりも5%程度多くCO₂排出量を削減できる。

6.4.4 総発電量

総発電量の算定結果を図6.4.9に示す。図6.4.9の左は各シナリオの年間の総発電量の経年変化の比較を表し、右は2010年～2030年までの総発電量の比較を表している。いずれもA1シナリオを基準としている。

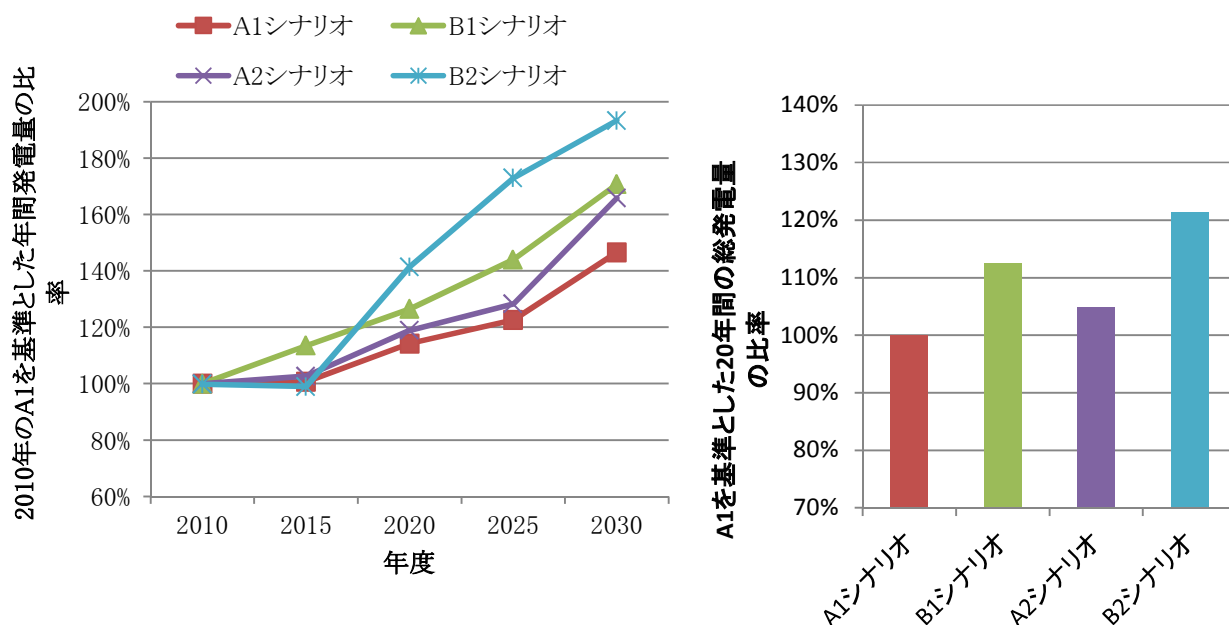


図6.4.9 各シナリオの年間発電量の経年変化(左)と総発電量の比較

各年度の経年変化から、A1シナリオにおいても全連続運転炉では、建て替え時に高効率発電を導入するとしているため、2010年に比べて、2030年は約1.5倍発電量が増加している。また、B2シナリオでは1.9倍と、更新時に高効率発電を導入することにより、現状の1.5～2倍近い発電が可能である。次に、20年間の総発電量に関して、エネルギー回収シナリオのB1、B2の総発電量は、A1シナリオと比べ、それぞれ1.12倍、1.21倍多い。

A2(広域・3R推進)シナリオとB1(分散・エネルギー回収)シナリオの比較から、A2シナリオよりB1シナリオの方が総発電量は大きい。この要因は、A2シナリオでは、供用年数が25年を超え、かつ施設の位置づけが低い場合(周辺施設よりも規模が小さい)は、廃止されるのに対し、B1シナリオでは、分散型のため、ごみ量の減少に伴い、規模はやや小さくなるが、准連続方式やバッチ式の施設を廃止し、ごみの集約化を図り、全連続運転方式と高効率発電の組み合わせ施設に更新するためである。このように現状よりも小規模であっても処理能力が100トン/日前後の施設であれば、高効率発電を導入することにより、発電量を確保することが可能であることが示唆された。

また、今回の結果では、A2シナリオの発電量が低く見積もられたが、A2シナリオにおいても、2030年には、施設の位置づけが高い施設の更新時期を迎えるため、発電量がB1シナリオと同程度に増加している。このことから、発電量を確保するために、施設の更新時期を早めるなどの選択を行えば、B1シナリオと同等、あるいはそれ以上の発電量を確保できると考えられる。

6.4.5 リサイクル率

リサイクル率の算定結果を図6.4.10に示す。

リサイクル率は、日本の一般廃棄物（環境省）の定義に従い、 $(\text{資源化量} + \text{集団回収量}) / (\text{ごみ総量} + \text{集団回収量})$ にて算定した。その結果、現状の19%から3Rシナリオ（A1,A2）で22%、エネルギー回収シナリオ（B1,B2）で21%とわずかに増加する。リサイクル率は資源ごみの排出時の回収率および選別時の選別率に起因するため、より高い目標を掲げて将来を検討するには収集の分別強化とコミュニティの各種主体による回収の促進策の効果を表すサブモデルの開発が必要であることが再認識できた。

6.4.6 最終処分量

最終処分量の算定結果を図6.4.10に示す。

最終処分量に関しては、処理規模の大きな施設で処理した方が強熱減量が大きいため、わずかに減量はされるが、その程度は極めて小さい。そのため、最終処分量に関しては、シナリオにかかわらずほとんど同じ量である。

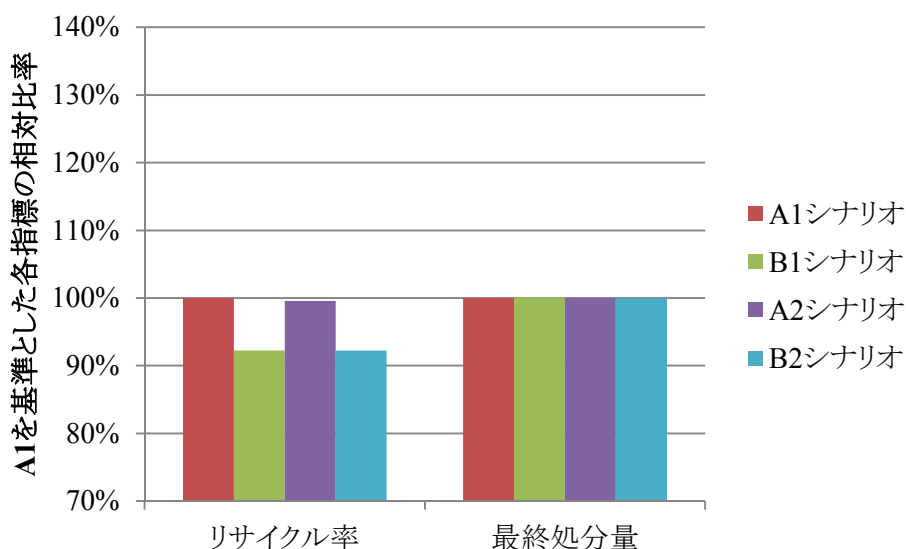


図6.4.10 各シナリオのリサイクル率および最終処分量の比較

6.5 焼却施設更新シナリオ分析のまとめ

人口減少および低炭素社会への移行の中で、基本的な社会基盤であるごみ焼却施設を更新していくシナリオを構築し、広域化とエネルギー回収を評価する手法を開発し、兵庫県に適用した。本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 現状の地区内処理で、現行規模の施設更新を進めるBauシナリオと基礎自治体の単位よりも大きい単位（複数の基礎自治体での処理、ここでは県民局と呼ばれるエリア単位）で施設更新を進める広域化シナリオの比較より、広域化シナリオにおける収集費用（人件費・燃料費・車両整備費・車両購入費）は、多くの既往研究が指摘するように増大するものの、施設にかかる費用（建設費・人件費・保全費）を低減できるため、20年間(2010年～2030年)の総費用の増加率はBauシナリオの1.01～1.02倍と大差は見られなかった。また、発電による売電効果として売電価格を8円/kWhとして試算すると広域化シナリオの方が費用面でやや有利になることが示唆された。
- 2) 一方、CO₂排出量の観点からは、その影響因子が可燃ごみ中のプラスチック類の燃焼にあることから、3R推進シナリオにより、その他プラ類を分別収集することにより減少させるというメリットが見られた。しかし、ごみ発電によるグリーン電力をCO₂の削減効果として計上した場合、その他プラ類を分別収集しなくても、広域化を図り、発電すれば、BauシナリオよりもCO₂排出量を少なくできることがわかった。
- 3) 今後の施設更新時に高効率発電を導入することにより、現状よりも1.5～2倍近い発電量を生み出すことが可能であることを示した。特に広域化シナリオにおいては、現状の2倍近い発電量が得られ、地域エネルギー供給施設として位置づけられるポテンシャルがあることから、エネルギー回収、拠点施設としてごみ焼却施設が都市未来の革新の対象として大きな可能性を有していることが示唆された。

以上のことから、人口減少および低炭素社会への移行の中で、ごみ焼却施設を更新していくシナリオの構築に基づき、広域化とエネルギー回収を評価する手法を開発した。兵庫県を対象に2010 - 2030年の期間で、コスト、CO₂排出量、総発電量、リサイクル率、最終処分量を算定した。広域化シナリオは、Bauシナリオよりも収集コストは増大するものの、施設運営・管理にかかるコストを低減できるため、両シナリオには総コストに差がないことを明らかにした。また、発電の効果を売電収入およびグリーン電力としてCO₂削減に計上すると、わずかに広域化シナリオの方が優位となった。総発電量は、広域化シナリオでは、Bauシナリオの2倍近い発電量が得られ、地域エネルギー供給施設の拠点となり得ることが示唆された。

7. 兵庫県南部市街地の廃棄物焼却施設の補修更新実績の分析

7.1 施設インベントリ評価システムの必要性と評価の枠組み

平成20年度におけるわが国のごみ総排出量は4,811万トン、1人1日当たりのごみ排出量は1,033gである¹⁾。総排出量は平成12年度の5,483万トン(1,185g/人・日)をピークに継続的に減少している。このうち平成20年度の直接焼却量は、3,574万t/年であり、直接焼却処理量も減少傾向にある。

また、平成20年度におけるごみ焼却施設の総施設数は1,269、総処理能力は187,303トン/日であり、平成12年度以降に着目すると施設数(平成12年:1,715)は、市町村合併や広域化計画の推進による施設の集約化が進んだことから年々減少している。一方、処理能力(同年:202,733トン/日)は、年度によりわずかな増減は見られるが、10年間では微減傾向にある。これはダイオキシン類対策を主目的とした広域化計画が推進されたことや平成12年以降の資源循環政策の推進によるごみ量が減少してきていることが背景として考えられる。

このように焼却処理量、ごみ焼却施設の施設数、処理能力は減少傾向にあるものの、膨大な社会資本ストックが形成されている。近年では、ごみ焼却施設は廃棄物の適正処理に留まらず、熱回収の促進にも寄与しており、温暖化対策、低炭素社会に向けた環境施設になってきている。

社会資本のストック管理の面から見た場合、ごみ焼却施設と他の都市施設との大きな違いは、耐用年数が短いことである。一般のコンクリート系の建造物の耐用年数が50年程度であるのに対して、ごみ焼却施設の廃止時の供用年数の分布をみると25年前後が多い¹⁾。これは施設を構成する設備や機器、部材が高温・多湿やHCl等の腐食性雰囲気暴露され、機械的な運動により摩耗しやすい状況下において稼働することが多く、プラントの性能劣化を理由に施設全体を廃止するためである。

しかし、現在の国及び地方公共団体の財政状況が厳しい状況も相まって、これまでの25年を目安とした廃止から、施設の機能を効率的に維持する施設の延命化、長寿命化へと社会的状況が変化してきている。平成22年3月には、廃棄物処理施設長寿命化計画作成の手引きが策定され、適切な廃棄物処理施設の機能保全による施設の長寿命化が求められてきている。

以上のように廃棄物処理施設を取り巻く環境は、ダイオキシン類等の排ガス規制の強化、ごみ量減少、財政難等、大きく変化してきている。また、将来の人口減少が予見される中で、従来の適正処理に加え、さらに、資源循環、熱回収を中心とした温暖化対策、低炭素化等、新たな役割も担わなければならない。これらの要請に応えるためには、今後、ストックマネジメントの考えに基づく管理・運営の導入や、長期的に施設を更新・運営管理をしていく基本的な運用モデルが必要である。

ごみ焼却施設は、高温部の部材の損耗や低温部の部材の酸性ガスによる腐食などが発生するため、定期的な点検整備、補修が必要となる機器・部材が多い。また、ボイラを始めとする法定点検が必要な設備も多く、これらの毎年の施設保全費は、全連続運転のストーカ炉の場合、

建設費の2～3%必要であり(施設管理者・メーカー担当者ヒアリング結果), 財政難の中, 管理者である市町村にとって負担となっている。

複数の行政に対するヒアリングの結果, 現状におけるごみ焼却施設の施設保全是, 施設管理者の経験に基づく部分が多い。また, 東京都や大阪市等の大都市を除き, 各市町村が管理するごみ焼却施設は, 1～3施設程度であり, 自らが管理する施設間での施設保全費を比較・分析することも困難である。

ごみ焼却施設の施設保全費に関する既往研究は少ないが, 大澤ら¹²⁾は, 44施設のアンケートに基づく実態調査から, 施設保全費について, ①建設費に対する施設保全費は, 稼働開始後5年目以降からは3～5%であった, ②同じ施設では年度間で大きな差はないが, 施設間では大きな差が見られた, ③ストーカ炉においては, 施設保全費と施設規模に相関は認められたが, 稼働開始年, 稼働率(=年間処理量/処理能力), 運転主体(直営, 直営+委託, 委託)との相関は認められなかったことを明らかにしている。

これまで既往研究において, 統計的な分析に基づく評価や年間の総施設保全費などは調査されているが, 具体的にどのプロセスのどの機器・部材で点検, 補修, 更新が必要であり, また, その時期はいつであるか等, 具体的な施設保全計画に資する検討はなされていない。これまでなされてこなかった理由の一つは, 経年毎の機器・部材単位の点検, 補修, 更新に関する整備内容, 費用のデータを入手することが非常に困難なためである。

本研究ではこの問題に対して兵庫県の複数の自治体の協力を得て, 平成22年度に検討委員会を組織し, 個別の事前協議ならびに4度にわたる委員会を開催し, データの収集を行った。なお, 対象施設が全てストーカ式全連続運転焼却炉であることから, ごみ処理施設整備の計画・設計要領^{文献)}ならびに長寿命化計画作成の手引きを参考に, **図 7.1.1**に示す7つのプロセスフローと3つの共通要素からなる設備毎に, 点検, 補修, 更新を区別し, **表 7.1.1**に示すインベントリからなる焼却場の施設保全勘定モデルを描いて検討を加えた。

本研究において構築するモデルは, これまでいくつかの機器・部材に関して施設管理者が経験に基づき判断していた施設保全の時期・内容を明らかにし, その費用を推定可能とする, これまでにはないものである。本モデルを活用することにより, 施設保全においてウエイトの高い設備, 機器・部材の保全費とその時期の推定が可能であり, さらにその損傷, 劣化要因の分析を加えることにより, 予防保全的な対応の検討も可能となる。

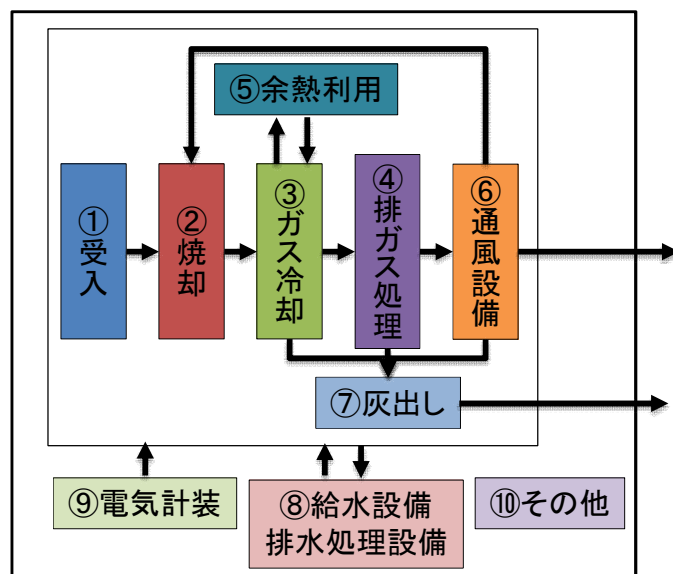


図 7.1.1 施設保全勘定モデルの評価対象としたプロセスフロー

表 7.1.1 施設保全の評価対象

設備	機器・部材
①受入	①計量器, ②投入扉, ③ごみピット, ④ごみクレーン
②焼却	①投入ホッパー, ②破砕機, ③給じん装置, ④酸素発生装置, ⑤燃焼装置, ⑥駆動用油圧装置, ⑦焼却炉本体
③ガス冷却	①ボイラ, ②スートブロウ, ③ボイラ給水ポンプ, ④脱気器, ⑤脱気器給水ポンプ, ⑥高圧蒸気復水器, ⑦低圧蒸気復水器, ⑧純水装置, ⑨ガス冷却室
④排ガス処理	①減温塔, ②ろ過式集じん器, ③HCl 除去設備, ④SOX 除去設備, ⑤NOX 除去設備, ⑥ダイオキシン類除去設備
⑤余熱利用	①蒸気タービン
⑥通風設備	①押し込み送風機, ②二次送風機, ③蒸気式空気予熱器, ④ガス式空気予熱器
⑦灰出し	①落じんコンベア, ②灰ピット, ③灰クレーン
⑧給水・排水処理	①脱水機, ②タンク, ③機器冷却水冷却塔, ④ろ過設備
⑨電気計装	①高圧受配電設備, ②高圧変圧器, ③電力監視盤, ④低圧配電設備, ⑤低圧動力設備, ⑥低圧動力設備, ⑦中央監視操作盤, ⑧タービン発電設備, ⑨非常用発電設備, ⑩無停電電源設備, ⑪DCS
⑩その他	① 気圧縮設備, ②真空掃除機

7.2 兵庫県南部市街地の廃棄物焼却施設の補修更新実績の分析

7.2.1 調査方法

調査は兵庫県ならびに兵庫県下の4市の自治体の協力を得て、検討委員会を設立し、各市が管理するごみ焼却施設の供用開始時から平成20年度までの施設保全について、**表7.1.1**に示した主要設備およびそれを構成する機器・部材について、導入費ならびに、点検、補修、更新の各保全行為の内容と費用をヒアリングした。

なお、本研究における施設保全費とは、法定点検を含む定期的な点検整備費（以下；点検費）、定期点検時ならびに突発的な補修・修理費（以下；補修費）、設備の機器ならびに部材の機能回復のための更新費（以下；更新費）を指す。

各費用の詳細について、点検費は、主にボイラー、タービン等の法令点検、電気計装類の保守点検等、メーカー又は専門業者が調整・分解点検・計測・消耗部品交換などを行なう費用である。補修費は、主に脱硝装置の触媒水洗やガス冷却のボイラーチューブ、焼却設備のストーカー駆動装置等、点検の結果から行う定期、不定期の機械・機器設備の修理、修繕に係る費用である。更新費は、脱硝装置の触媒更新、ろ過式集じん機のろ布の交換、焼却設備の耐火物、耐火煉瓦の交換、電気計装類の入れ替え等、設備、機器・部材の一部更新あるいは入れ替え等の交換や更新に係る費用である。そのため施設運営のための人件費や光熱水費、薬剤購入費等は含んでいない。

7.2.2 調査対象施設

対象とした施設は、いずれもストーカ式全連続運転焼却炉である。対象施設の諸元を**表7.2.1**に示す。

A、B施設は、供用年数が13年、15年であるが、建設当初よりダイオキシン類対策がとられている施設である。しかし、灰溶融施設の導入義務化の以前の施設であることから、灰溶融施設は備えていない。対象施設の中では、A、B施設は、供用年数、処理能力、発電能力、施設建設費が概ね近い施設である。また、詳細は後述するが、本研究では、このA、B施設のデータをもとに施設保全勘定モデルを構築した。なお、既往研究¹²⁾によりプラントメーカーによって施設保全費が異なることが指摘されているが、A、B施設は同一メーカーのプラントである。

C施設は、元々は、175トン/日の1号炉が、この2号炉の10年前より稼働していたが、平成17年度より停止し、現在は2号炉のみが運転している。そのため、一部、1号炉と共通部分で使用されている設備がある。D施設は、供用開始後5年間の施設であり、灰溶融施設も併設されている。E施設はダイオキシン類対策以前に建てられた施設である。そのため、建設費が他の施設と比較して安価となっている。現在は、ダイオキシン類対策の改良がなされて運転されている。

なお、**表7.1.1**に示した設備、機器・部材毎の点検、補修、更新に関する詳細なデータは入手できなかったが、A～E施設以外に、供用年数19年(F施設)、25年(G施設)となる施設の更新に

関するデータは入手できた。

表 7.2.1 対象施設の諸元

施設	A		B		C		D		E	
着工年月	平成5年 6月		平成2年 9月		平成8年 9月		平成12年 10月		平成1年 月	
竣工年月	平成9年 8月		平成7年 1月		平成12年 3月		平成17年 3月		平成4年 3月	
稼働年月	平成9年 4月		平成7年 1月		平成12年 9月		平成17年 4月		平成4年 3月	
供用期間	13年		15年		10年		5年		18年	
処理能力(ごみ焼却施設)	175t/日×3基		200t/日×3基		150t/日×1基		240t/日×2基		165t/日×3基	
処理能力(灰溶融施設)			-				73t/日×2基		-	
ガス冷却方式	全ボイラー		全ボイラー		全ボイラー		ボイラ水噴射併用		全ボイラー	
タービン	復水		復水		復水		抽気復水		復水	
発電能力(定格出力)	6,000 kW		6,500 kW		2,600 kW		14,100 kW		4,950 kW	
排ガス処理(ばいじん)	ろ過式		ろ過式		ろ過式		ろ過式		電気式	
排ガス処理(HCl)	全乾式		半乾式		全乾式		湿式		湿式	
排ガス処理(NOx)	触媒脱硝		触媒脱硝		触媒脱硝		触媒脱硝		無触媒脱硝	
施設建設費	33,784	百万円	31,968	百万円	11,037	百万円	35,075	百万円	7,137	百万円
土木・建築	10,427	百万円	11,813	百万円		百万円	12,500	百万円		百万円
機械・設備費	23,357	百万円	20,155	百万円		百万円	22,575	百万円		百万円

7.3 ごみ焼却場の施設保全費の実態調査結果

7.3.1 施設保全費の経年変化

各施設の供用開始からこれまでの施設保全費の経年変化を図7.3.1に示す。なお、本研究では処理能力当たりの施設保全費で示すことにより施設間の比較・考察を行った。図7.3.1よりC施設を除き、供用開始後3年間はメーカーによる瑕疵期間であることから、同期間中の施設保全費は低廉である。

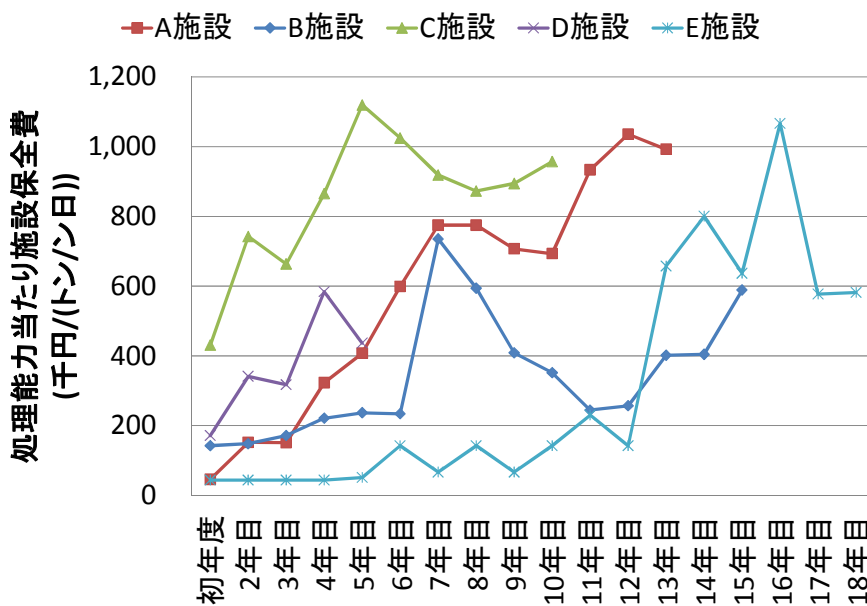


図 7.3.1 施設保全費の経年変化の比較

A施設は、4～7年目にかけて増加傾向にあり、その後、横ばいとなるが、11年目に再度、増加し、減少せずに横ばいとなっている。一方、B施設は7年目に施設保全費が増加し、その後、減少し、13～15年目で増加している。このようにA施設の施設保全費は、ほとんど減少することなく増加傾向にあるが、B施設は、施設保全費が高額となる年度もあるが、その後はある程度まで減少し、横ばいに戻っている。

この経年変動に違いが生じている最大の要因は、排ガス処理の触媒水洗ならびに触媒更新であった。A施設では触媒水洗ならびに更新を供用開始後6～13年目にかけて行っているのに対し、B施設では7～9年目の期間のみで行っている。このように期間に差が生じるのは、ごみ質の違いによる触媒の機能不全の進捗の違いや各市の予防保全に対する考え方の違い、財政事情の違いによる平準化の考え方の違い等が考えられる。なお、A施設においても13年目に触媒の更新が終了していることから、今後迎える14年目以降は施設保全費が減少することが考えられる。

C施設は他の施設と比べて処理能力当たりの施設保全費が高額となっている。これは他の施設より処理能力が小さく、電気計装など共通設備にかかる負担が大きいためと考えられる。また、E施設はダイオキシン類対策前後(12年目以前と13年目以後)で施設保全費が3倍程増加している。ダイオキシン類対策後に、ダイオキシン類除去設備の補修費が必要となったためである。

7.3.2 主要設備別の施設保全費

A～C施設の主要設備別の施設保全費の割合を図7.3.2に示す。D施設は供用期間が短いこと、E施設はダイオキシン類対策前後で、保全費が大きく異なるため、ここでは比較していない。円の大きさは年間処理能力当たりの施設保全費を表す。

A, B施設では、A施設の方が年間の施設保全費は高額であるが、設備別の施設保全費割合は、ガス冷却28%、排ガス処理24%、電気計装20%とほぼ同様の水準である。

これに対し、C施設ではガス冷却24%、排ガス処理10%、電気計装30%とその構成割合がやや異なっている。C施設は既設の1号炉に増設する形で作られていることから、電気計装設備に関しては、施設規模の割にやや割高となっていることが考えられる。

また、既往研究¹²⁾においては、年間の施設保全費は、建設費の3～5%であることが示されていたが、本研究において対象としたA～C施設の建設費に対する施設保全費はいずれも約1%程度であった。このような違いが見られた原因は、既往研究で対象としている施設はストーカ炉16施設(50～900トン/日)および流動床炉7施設(50～900トン/日)であり、それらの平均値を根拠としていることから、本研究に比べて、多数の中小規模の施設ならびに流動床炉も含んでいることが原因と考えられる。

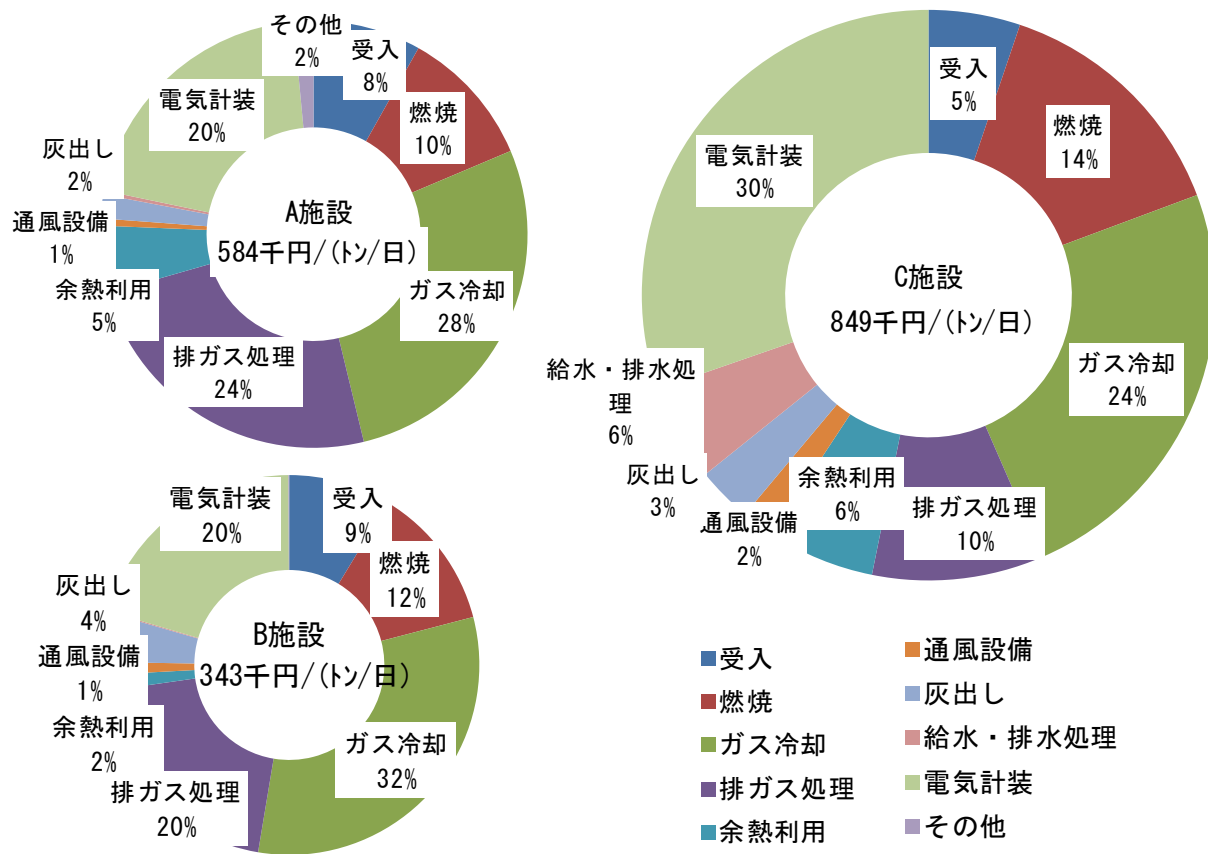


図 7.3.2 主要設備別の供用年数あたりの施設保全費割合

7.3.3 主要設備の保全行為別の費用割合

A施設を基準とし、設備毎の保全行為別の費用割合を降順に並べた結果を表7.3.1に示す。今回は表7.1.1に示したように主要設備として、10設備取り上げており、施設保全行為として、点検、補修、更新の3つを対象としている。

灰出しの更新を除けば、順位に前後はあるものの、ごみ焼却施設において高い割合を占める上位10位については、施設にかかわらず概ね一致することが明らかとなった。特に、施設規模が似ているA、B施設については、1～5位、6～10位、11～15位の設備毎の保全行為は概ね一致している。

A施設において灰出し施設の更新がなされていないが、B施設において同施設の更新がなされているのは15年目であり、今後、A施設においてもなされると考えれば、ほぼ一致していると考えられる。

この結果より、ごみ焼却施設の施設保全費として大きなウエイトを占めている項目は、「ガス冷却設備」の点検、補修、「排ガス処理設備」の更新、補修、「電気計装設備」の点検、補修、更新、「燃焼設備」の更新であることが明らかとなった。

表 7.3.1 主要設備の保全行為別費用割合

	A施設	順位	B施設	順位	C施設	順位
ガス冷却-点検	19.2%	1	25.6%	1	15.8%	2
排ガス処理-更新	12.0%	2	13.3%	3	3.6%	9
排ガス処理-補修	11.7%	3	6.8%	5	4.9%	8
電気計装-点検	11.6%	4	17.7%	2	25.4%	1
燃焼-更新	8.8%	5	10.7%	4	12.6%	3
ガス冷却-補修	8.4%	6	6.1%	6	8.3%	4
電気計装-補修	4.4%	7	2.4%	10	5.0%	7
電気計装-更新	4.1%	8	0.2%	19	0.0%	23
受入-補修	3.9%	9	2.8%	8	0.8%	17
余熱利用-点検	2.8%	10	1.0%	14	5.6%	5
余熱利用-更新	2.3%	11	0.3%	17	0.0%	21
受入-点検	2.2%	12	2.2%	11	2.5%	10
受入-更新	2.1%	13	3.7%	7	1.9%	11
燃焼-補修	1.6%	14	1.5%	12	1.0%	16
その他-補修	1.5%	15	0.1%	22	0.0%	24
灰出し-補修	1.4%	16	0.7%	16	0.6%	18
排ガス処理-点検	0.7%	17	0.0%	24	1.3%	14
通風設備-補修	0.5%	18	0.9%	15	1.9%	12
灰出し-点検	0.3%	19	1.0%	13	1.1%	15
給水・排水処理-補修	0.3%	20	0.1%	21	5.5%	6
余熱利用-補修	0.1%	21	0.1%	20	0.5%	19
燃焼-点検	0.0%	22	0.0%	23	0.5%	20
ガス冷却-更新	0.0%	23	0.0%	25	0.0%	25
通風設備-点検	0.0%	24	0.2%	18	0.0%	22
通風設備-更新	0.0%	25	0.0%	26	0.0%	26
灰出し-更新	0.0%	26	2.5%	9	1.4%	13
給水・排水処理-点検	0.0%	27	0.0%	27	0.0%	27
給水・排水処理-更新	0.0%	28	0.0%	28	0.0%	28
その他-点検	0.0%	29	0.0%	29	0.0%	29
その他-更新	0.0%	30	0.0%	30	0.0%	30

次に、設備毎の保全行為別費用割合の累積結果を図7.3.3に示す。30項目中、上位5位までの項目により約60～70%、10位までの項目により80～90%、15位までの項目により90%以上の施設保全費を表現できることがわかった。

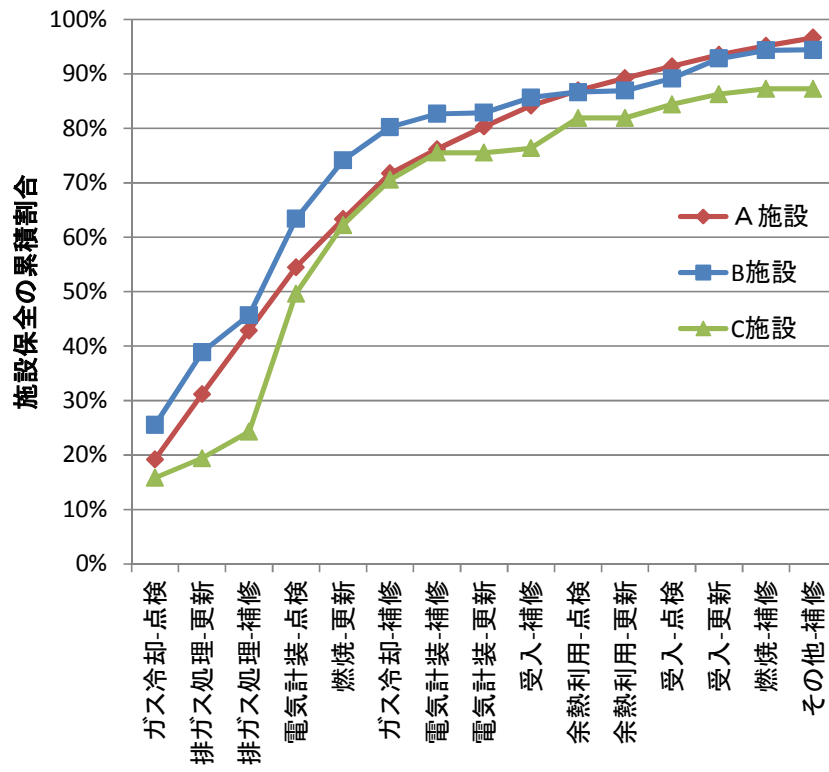


図 7.3.3 設備毎の保全行為別費用割合の累積

8. 施設保全勘定モデルの構築とパラメータ推定および検証

8.1 モデル化する対象施設とその位置づけ

8.1.1 対象施設の選定

ごみ焼却施設の施設保全勘定モデルの開発は、本来、施設規模を考慮した、より汎用性の高いモデルとすることが、施設計画やアセット・マネジメント手法の検討の際にも有効である。施設規模を考慮したモデルの構築のためには、規模の異なる複数の施設について、施設保全に関する詳細なデータが必要である。しかし、現段階において、施設保全に関する詳細なデータが得られる施設数には限りがあるため、本研究では、先のA、B施設を対象に施設保全勘定モデルを構築することとした。すなわち、炉形式は、ストーカ式全連続運転焼却炉、処理能力は、500～600トン/日程度のごみ焼却施設である。

8.1.2 モデル化対象施設の位置づけ

平成23年2月現在において環境省のホームページ（廃棄物処理技術情報）にて公開されているごみ焼却施設の施設整備状況(平成20年度調査結果)⁵⁾をもとに、ストーカ式全連続運転焼却炉の処理能力別の施設数ならびに年間ごみ処理量等を調査した。その結果、同焼却炉の施設数は492施設であり、施設数割合としては39%であったが、年間ごみ処理量ベースでは、70%と他の流動床式等と比べても、非常に高いものである。

また、同焼却炉の処理能力について、施設数ベースで最も多い処理能力は100～200トン/日であり（35%）、今回対象とする処理能力（500～600トン/日）の施設数割合は10%程度である。一方、年間のごみ処理量ベースで見た場合、今回対象とする500～600トン/日の施設により焼却処理されているごみ量は23%を占める。

以上のことから、今回モデル化の対象とする処理能力500～600トン/日のストーカ式全連続運転焼却炉は、施設数で見た場合、100～200トン/日に比べて少ないが、全国のごみ焼却量で見た場合、占有率(=全焼却量に対する当該処理能力の施設により焼却される焼却量)が高い処理方式である。また、以下で示すモデル構築のための費用特性分類の概念は、施設規模に関わらず適用できる手法であり、汎用性のあるものと考えている。

8.2 モデル構築のための費用特性の分類

施設保全勘定モデルの構築に当たり、はじめに、先に示した施設保全費に関する詳細なデータに基づき、各設備の機器・部材に関する点検、補修、更新の各保全行為毎に費用特性を分類した。

実態調査で得られたデータを整理した結果、点検、補修、更新いずれの施設保全行為においても費用特性として、以下に示す3分類で説明できることを見出した。

なお、点検については、受入、焼却といった設備単位での費用特性の分類が可能であるが、

補修，更新については，ごみクレーンのバケット更新やボイラーチューブの補修といった整備内容に応じて，費用特性が異なることから，機器・部材単位での分類が必要である。

主要な設備，機器・部材の点検，補修，更新毎の費用特性の分類について，A施設の例を図8.2.1に示す。図中の凡例の大きさは各保全行為での費用の大小を意味し，プロットの位置は，実施年を意味する。また，横線はその期間中に保全行為を行っていることを意味している。

①「一定」タイプ：供用開始当初あるいは，供用開始数年後より毎年の保全が必要となるもので，年度間では変動が見られるものの全体傾向として，一定の費用がかかっているもの。

点検費用は，タービン関連の2，4年の定期点検以外はすべて，このタイプに該当する。また，補修についてもこのタイプに該当するものが多い。

②「ステップアップ」タイプ：供用開始数年後より，毎年の保全が必要となるが，その費用が一定ではなく，年々増加，あるいは数年単位で増加するもの。

ボイラーチューブ等，一部の補修において見られるが，このタイプに該当する項目は，他の2つのタイプと比べて少ない。

③「定期」タイプ：一定タイプとは異なり，毎年の保全の必要はないが，ある頻度で発生するもの。

更新は，ほとんどがこのタイプに属し，補修に関しても焼却炉のストーカ補修等は，このタイプに該当する。なお，更新については，単年度の更新費用が高いものについては，数年間にわけて実施されている。

点検	1～3年	4～8年	9～12年	13～16年	17～20年	21～25年
受け入れ	○ (10)					○
ガス冷却	○ (120)					○
余熱発電		タービン(48) △ △ △ 発電機(11) △	△ △	△ △	△ △	△ △
電気計装	□ (10)	□ (88) □				□

補修	1～3年	4～8年	9～12年	13～16年	17～20年	21～25年
受け入れ		○ ゴミクレーン(17)				○
焼却	投入ホッパ(21) △	△	△	△	△	△
ガス冷却	ボイラーチューブ (15) □ □	□ □ (51) □ □ スートプロワ ○ 純粹装置(10) ○ ボイラー給水ポンプ(6)	□ □	□ □	□ □	□ □
排ガス		触媒(137) △	△		△	△
電気計装		○ DCS設備(19) ○ 計装設備(11)				○

更新	1～3年	4～8年	9～12年	13～16年	17～20年	21～25年
受け入れ			△ 荷重計(59)			△
焼却		○ 耐火物(55)	△ 耐火煉瓦(43)	△ △ 火格子(168)	△	○
排ガス		△ △ ろ布(128)	△ △ フィーダ(61)	△ △ 触媒(269)		△ △
余熱発電			△ ガバナ(171)			△
灰出				△	△ 灰搬出装置(165)	
電気計装			△ △ 高圧配電盤(42) △ △ DCS(76)			△ △

○：一定タイプ △：定期タイプ □：ステップアップ ()：費用(千円)/(トン/日))

図 8.2.1 主要設備，機器・部材の費用特性分類(A 施設)

8.3 構築モデルによる施設保全勘定とその検証

8.3.1 モデルパラメータの設定

A,B施設に関する実態調査結果をもとに、各設備、あるいは機器・部材毎に、点検、補修、更新の費用特性を上述の3タイプに分類し、A,B施設の各モデルパラメータを表8.3.1、8.3.2のように設定した。

ボイラーのように同じ機器・部材であっても、施設によって、費用特性の分類が異なるものがある。これは、実態調査のところで述べたように、ごみ質の違いによる影響や予防保全に対する考え方の違い、財政事情の違いによるものと考えられる。

また、A、B施設の供用年数は、各13年間、15年間であり、これまでの各供用期間中には計上されていないが、これ以降に保全行為が必要な設備、機器・部材も考えられる。そのため、各供用期間以後の施設保全項目の設定は、供用年数19年(F施設)、25年(G施設)の各施設の更新に関するデータも参考とした。

その結果、A施設のモデル化を考えた場合、未だなされておらず、今後、生じると思われる内容は、14、15年目頃に生じると思われる焼却設備の炉本体（火格子）の更新ならびに15年目頃に生じると思われる灰出し設備の灰搬出装置の更新であった。それらは追加項目としてモデルに組み込んだ。また、B施設のモデル化を考えた場合、他施設において16年目以降に初めて生じる更新やB施設において15年間で計上されていないと考えられる新たな更新はなかった。しかし、3炉のうち、火格子の更新は1炉分、灰搬出装置の更新は2炉分が未だなされていないため、それらはモデルに組み込んだ。

表 8.3.1 A施設のモデルパラメータ

(費用の単位:千円/(トン/日))

設備	費目	対象箇所	タイプ	費用	頻度
受入	点検	ごみクレーン・計量装置	一定	10	初年度から毎年
	補修	ごみクレーン	一定	17	4年目から毎年
			定期	30	9年に一度
	更新	計量装置	一定	8	4年目から毎年
		ごみクレーン(荷重計)	定期	59	11年に一度
		ごみクレーン(バケット)	定期	23	13年に一度
		ごみクレーン(電動機)	定期	29	13年に一度
ごみピット火災感知器	定期	46	11年に一度		
焼却	点検	—	—	—	—
	補修	焼却炉本体	定期	34	8年に一度
		ストーカ駆動装置	一定	6	6年目から毎年
		投入ホッパー	定期	21	6年に一度
	更新	耐火物	一定	55	5年目から毎年
		耐火煉瓦	定期	43	9年に一度
		火格子	定期	168	14年に一度3年間
フィーダ		定期	61	10年ごとに2年間	
ガス冷却	点検	ボイラー	一定	120	初年度から毎年
	補修	ボイラ	ステップアップ	15→51	5, 6年目→7年目から
		スートブロワ	ステップアップ	y	4年目から2年おき
		純水装置	一定	10	4年目から毎年
		ボイラ給水ポンプ	一定	6	4年目から毎年
	更新	—	—	—	—
排ガス処理	点検	—	—	—	—
	補修	脱硝装置	定期	137	初年度or更新後の6年後から6年間
	更新	ろ過式集じん機(ろ布)	定期	128	7年ごとに2年間
		脱硝装置(触媒)	定期	269	14年に一度
		排ガス再加熱器	定期	118	13年に一回
余熱発電	点検	蒸気タービン	定期	48	4年に一度
	発電機	定期	11	2年に一度	
	補修	—	—	—	—
更新	発電機(ガバナ)	定期	171	12年に一度	
	—	—	—	—	—
灰出し	点検	—	—	—	—
	補修	—	—	—	—
	更新	灰搬出装置	定期	165	15年に一度
電気計装	点検	受変電・高低圧配電等 DCS・計装設備等	ステップアップ	10 →88	1~3年目 →4年目から毎年
	補修	DCS	一定	19	5年目から毎年
			定期	26	9年に一度
		計装	一定	11	6年目から毎年
			定期	34	13年に一度
	更新	高圧配電盤	定期	42	11年ごとに2年間
		DCS	定期	76	11年ごとに3年間

表 8.3.2 B 施設のモデルパラメータ

(費用の単位:千円/(トン/日))

設備	費目	対象箇所	タイプ	費用	頻度
受入	点検	ごみクレーン・計量機	一定	8	初年度から毎年
	補修	ごみクレーン	一定	10	2年目から毎年
	更新	ごみクレーン (荷重計)	定期	8	9年に一度
		ごみクレーン (制御装置)	定期	170	14年に一度
		計量機 (データ処理装置)	定期	10	10年に一度
燃焼	点検	—	—	—	—
	補修	給じん装置	一定	2	6年目から毎年
			定期	13	12年に一度
	燃焼装置	一定	2	2年目から毎年	
	更新	焼却炉本体 (耐火物)	一定	15	4年目から毎年
		焼却炉本体 (耐火煉瓦)	定期	23	8年ごとに2年間
火格子		定期	167	13年ごとに3年間	
ガス冷却	点検	ボイラー	一定	67	初年度から毎年
	補修	ボイラー	一定	78	10年に一度
		スートブロワ	一定	7	初年度から毎年
		純水装置	一定	7	初年度から毎年
		ボイラ給水ポンプ	一定	7	初年度から毎年
		低圧蒸気復水器	定期	5	8年目から3年補修2年無補修
		その他付属設備	定期	7	6年目から2年補修1年無補修
	更新	—	—	—	—
排ガス処理	点検	—	—	—	—
	補修	脱硝装置	定期	85	8年ごとに2年間
		排ガス加熱装置	一定	7	初年度から毎年
		排ガス処理装置	定期	10	9年に一度
		排ガス用空気圧縮機	一定	5	5年目から毎年
	更新	排ガス処理装置 (ろ布)	定期	100	7年ごとに3年間
脱硝装置 (触媒)		定期	382	7年に一度	
余熱発電	点検	蒸気タービン	定期	33	4年に1回
		発電機	定期	7	2年に1回
	補修	—	—	—	—
更新	タービン発電機 (ガバナ)	定期	15	9年に一度	
灰出し	点検	—	—	—	—
	補修	—	—	—	—
	更新	灰搬出装置	定期	168	15年に一度
電気計装	点検	計装機器・電算機制御設備等	ステップアップ	28→65	1, 2年目→3年目から毎年
	補修	計装設備	一定	2	3年目から毎年
		計装用空気供給装置	一定	3	3年目から毎年
		低圧配電・動力設備	定期	13	14年に一度
		電算機制御設備	定期	13	14年に一度
	更新	計装機器(公害監視装置)	定期	12	10年に一度

8.3.2 勘定結果とその検証

施設保全勘定モデルにより算定した結果を図8.3.1に示す。図中の破線は、A施設モデルとB施設モデルにて算定した施設保全費の年平均値である。また、白抜き凡例にて示した杉並～中央とは、東京二十三区清掃一部事務組合が管理する処理能力600トン/日のごみ焼却施設（清掃工場）の各供用年度の「定期点検補修・整備工事費」（決算ベース）である¹³⁾。○、△、□は各清掃工場の炉数を表す。モデルの妥当性の検証のため、モデルによる勘定値と平成17～20年度の定期点検補修・整備工事費を比較した。

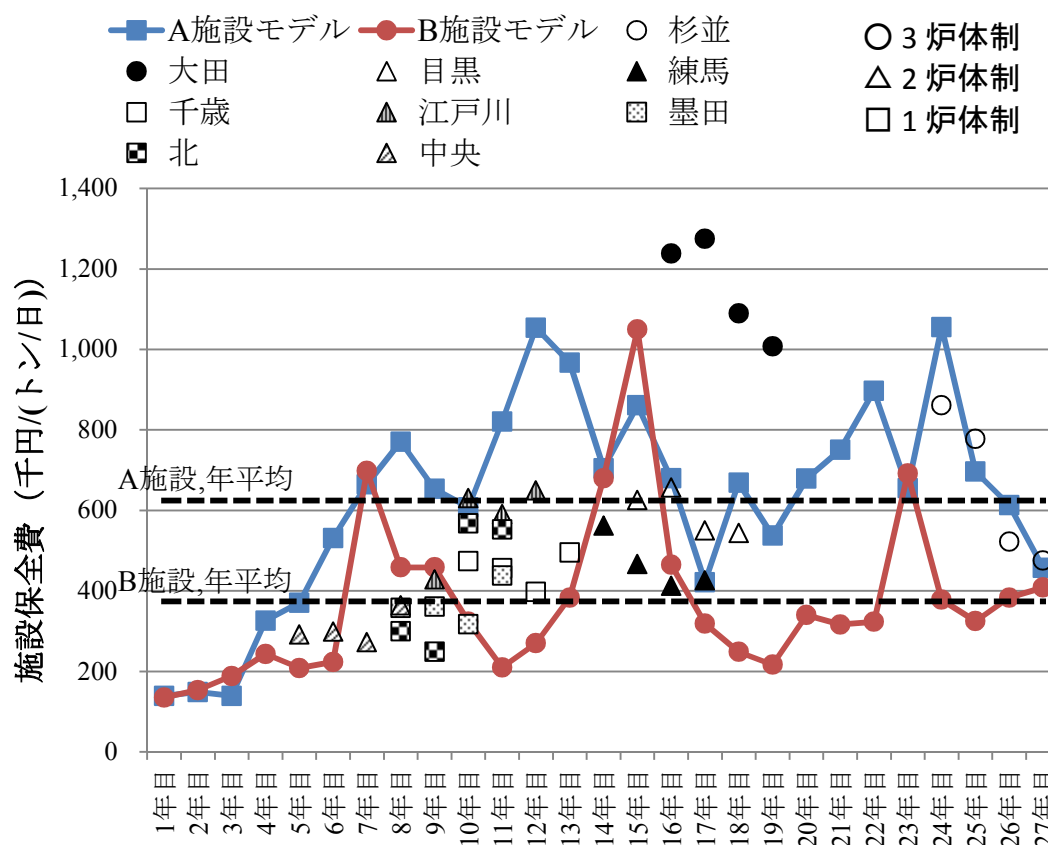


図 8.3.1 施設保全勘定モデルによる施設保全費と他施設の施設保全費の比較

単年度の施設保全費は、触媒更新や火格子の更新等があると、高額となる場合がある。また、予算の平準化や財政事情により、補修・更新時期が前後したり、年度間で補修・更新規模に差が生じたりすることがある。そのため、単年度間での比較ではなく、供用期間中の平均や数年間の移動平均等を用いた大局的な比較がなされるべきである。

第一に、モデルの妥当性について、今回検討した2施設のモデルによる年平均施設保全費は、処理能力当たりBモデルによる350千円と、Aモデルによる650千円の間にあるが、他施設における施設保全費（実績値）は、大田清掃工場を除き、概ねその幅の範囲内であり、本モデルによる施設保全勘定値は妥当と考えられる。なお、大田（第一）清掃工場は、供用開始年度が平成2年と古く、また、灰溶融施設や不燃ごみ処理センター等との複合施設であるため、施設保全費

が割高となっている。

第二に、A、B施設モデルによる施設保全の年平均費用は、それぞれ625千円/(トン/日)、374千円/(トン/日)であった。この推計結果ならびに事務組合の実績値から判断して、①処理能力500～600トン/日の施設では、処理能力当たり年間350～650千円程度の施設保全費が必要であり、②ごみ質や施設の予防保全の考え方の違いにより、年平均保全費が、2倍近い差が生じる。

第三に、施設保全費のピークは触媒や火格子の更新時に見られ、費用の平準化を図るためには、これらの更新時期に、他の補修、更新が重ならない施設保全計画の立案が必要である。

8.4 施設保全勘定モデルに関するまとめ

本研究では、わが国のごみ処理方式として多く採用されているストーカ式全連続運転焼却炉の施設保全勘定モデルを構築することを目的に、詳細な施設保全費に関する実態調査を実施し、7つのプロセスフローと3つの共通要素からなる設備毎に、点検、補修、更新を区別し、焼却施設の施設保全勘定モデルを描いて検討を加えた。本研究により得られた知見を以下に示す。

- 1) 実態調査結果から、ごみ焼却施設の施設保全費は、ごみ質や予防保全の考え方等の違いにより、施設間で異なるが、その構成割合に着目すると大きなウエイトを占める項目は、施設に関わらず共通しており、「ガス冷却設備」の点検、補修、「排ガス処理設備」の更新、補修、「電気計装設備」の点検、補修、更新、「燃焼設備」の更新であった。
- 2) 詳細な施設保全データを整理した結果、費用特性として、以下の3分類が可能である。①毎年一定の費用のかかる「一定」タイプ、②毎年費用がかかり、年々あるいは数年単位で費用が増加する「ステップアップ」タイプ、③定期的にある頻度で費用がかかる「定期」タイプ。また、この3分類について、「点検」は、設備単位での費用特性の分類が可能であり、「補修」、「更新」は、機器・部材単位での分類が必要である。
- 3) 構築した施設保全勘定モデルは、処理能力500～600トン/日の施設に適用可能であり、他施設での実績値と比較しても概ね妥当であることを検証した。本モデルを用いた勘定値から、ごみ質や施設の予防保全の考え方等の違いにより、年平均保全費は異なるが、処理能力当たり年間350～650千円程度必要である。

今回のモデルは、炉形式がストーカ式全連続運転焼却炉でかつ、施設能力が500～600トン/日の場合に適用可能なものである。そのため、今後は異なる施設規模にも適用可能なモデルへと改良を行い、汎用性を高めていく必要がある。

9. 焼却施設のアセット・マネジメントモデルによる検討

9.1 基本的考え方

一般廃棄物処理施設をアセットと捉えた時のマネジメント手法には、さまざまに考えられる。また、必ずしも官民協働手法をとらなくても、従来と同じ行政だけの管理主体でも実施可能なアセット・マネジメント手法もある。アセット・マネジメントの基本的な考え方は、対象を、長期的に存在する（が劣化する）資産として捉え、その特徴を活かしつつコストを抑えながら価値を最大限引き出す管理手法を選択することにある。

一般廃棄物処理施設の場合は、廃棄物の減少や管理基準・技術水準の急激な変化、および統廃合を視野に入れた複数施設連携などの要素が加わり、さらに、DBFO(Design Build Finance and Operate)を中心とした新しい管理手法を模索する動きが激しい。特に、これまでとは異なる減少局面での需要変動リスクと民間主体が参加することによるファイナンスの可能性は、重要な注目点となろう。このため、ここでは、廃棄物の減少下における需要リスクとファイナンスによる費用削減を考えたい。

神戸市などの阪神地域の処理施設の処理量は、施設によって異なるものの、概ね2001年前後をピークに減少を始めている。廃棄物量には、経済状況や人口およびリサイクル率などの要素が複合的に作用していると考えられ、2001年を境とする局面の変化は、これらの内在する要素が構造的に変化していることを意味する。運営主体は、将来の処理量を予測しながら計画を立てることになるが、この際、このような内在する要素の構造変化が大きく影響し、単純な趨勢予測だけでは、変動リスクを大きくすることとなる。これらを踏まえてアセット・マネジメントが求められる。

DBFOは、設計、建設、資金調達、運営を民間企業が一括受注し、実施するものである。設計、建設、運営を互いに効率化できるように関連を持たせながら実施できることが大きなメリットのひとつである。ただ、PPP/PFIと呼ばれる官民協働の流れを組む手法ではあるが、現在の日本では、まだ官主導の色彩が強い。このため、設計、建設、運営に係る細かいスペックが官側から指示され、民間技術の柔軟な対応による効率化効果が限定的であることも事実である。さらに、長い事業期間の間に効果が現れるものも多く、効率化効果が明示的に確認できるのは、もう少し実績を積み上げてからであると考えられる。

一方で、民間が参加する点については、資金調達面でのリスクの取り扱いを効果的に行えるメリットも重要視すべきである。ただ、個々の事業に即したアレンジによりスキームを組むことから、同じDBFOという名前を用いても、かなり多様なスキームで運営が進められるのが実情である。このため、重要視するとしても、ここでは特にこれらの手法の名前にこだわらず、ファイナンスを考慮したときに費用削減策をアセット・マネジメントの一手法と考え、その効果を考えることとする。特に、大規模更新や修繕などの、他の年度と比較して高額の支出を必要とする経年支出の流れを、どのようにファイナンスしていくかに注目することとする。

9.2 処理量減少変動予想リスク

9.2.1 焼却施設別処理量予測

処理量減少変動は、経済状態、人口、リサイクル率などの構造変化がもたらした変化である。減少傾向が始まってから10年弱が経過しているものの、アセット・マネジメントに必要な比較的長期の処理量予測に必要な安定した構造を現段階で知ることができるとはいえない。具体的には、減少傾向にあるとしても、その速度はどれくらい続くのか、減少速度が収まってくるのはどの時期でどの程度か、さらには増加に転じる可能性があるのか、などの判断は必ずしも容易ではなく、変動リスクが存在している。一方で、この変動リスクは、減少傾向が始まってから時間が経過し、実績値が多く蓄積されていけばいくほど偏差が小さくなっていくことが予想される。本節では、処理用のそれまでの数値を用いた逐次予測によって、その時点以降の将来予測値を修正しながら、処理施設計画を変更させていくアセット・マネジメントについて検討することとする。

モデル分析では、施設別の処理量予測に関して、予測を逐次チェックで行うこととし、減少傾向に転じて以降の実績値をいくつかのケースに分けた予測を施設別に行った。施設別であるので、受け入れ方針や施設別分担などの要素も加わっている。なお、本研究では、より基準を明確にするため、ケース分け基準は、減少傾向にある直接焼却量が増加に転じる年度とした。

予測に用いる実績値の初年度は、施設が属する市全体の直接焼却量がピーク値となる年度とした。その年度以降減少傾向であっても、ある年度で再び増加に転じる年度があれば、そこで再びケース分けを行う。その後、更に増加に転じる年度があれば、3度ケース分けを行うというような形とした。また、単純な予測ケースとして、ピーク値以降を実績値とし、それに近似して算出した指数曲線による予測も行った。いずれの場合も、指数回帰による確定的予測と、それまでの実績値の偏差を用いた乱数を発生させた変動値予測も行っている。なお、下記に示したものは、n施設を有する市において、i年分を実績値として用いる際の予測方法である。

- ①. 予測年度における各施設の合計値Vを算出

$$V = A \times \sqrt[A]{A \div B} \quad (9.2.1)$$

A: 前年度の各施設の合計, B: i年前の各施設の合計

- ②. 前年度までの各年度における各施設合計の合計値Wを算出

$$W = \sum_{n=1}^n \sum_{i=1}^i V^i \quad (9.2.2)$$

Vⁱ: 実績値の各年度における各施設の合計値

- ③. 予測年度の各施設の予測値Xを算出

$$X = V \times (F \div W) \quad (9.2.3)$$

F: 対象施設の前年度までの合計

実績値をみると、仮に処理量が減少傾向にあるとしても、その比率は異なっており、増減比率は一定ではない。これを変動リスクと捉え、予測したケース別処理量に反映させた。図 9.2.1 は、I 施設を例に、2007 年度以降を予測したケース 1 の結果と、2010 年度以降を予測したケース 2 の結果である。

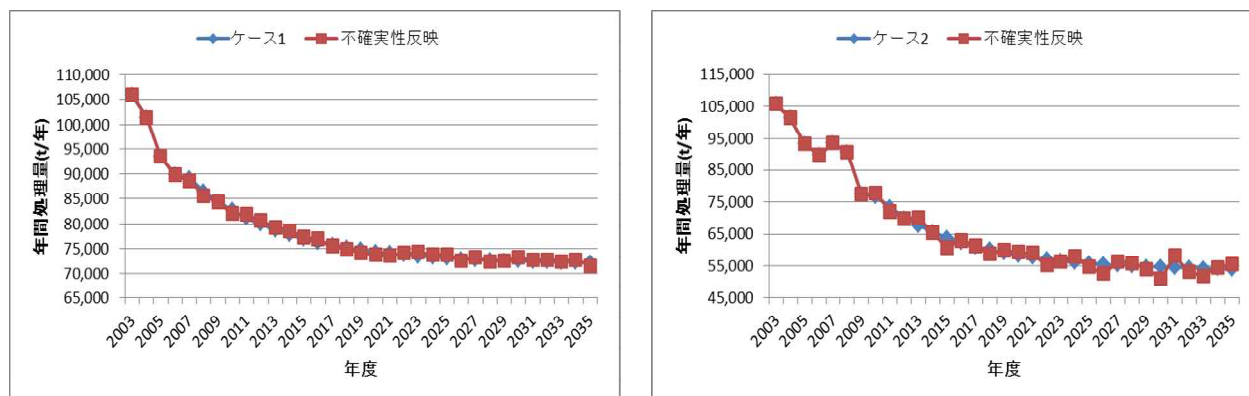


図 9.2.1 I 施設における処理量予測

ケース 1 では、2006 年度時点まででは減少傾向が続いていることから、それ以降も減少予測が続き、72,000t/年前後で落ち着くまでゆるやかに減少していくと予想される。一方で、ケース 2 では、一旦 2007 年以降の変動を反映して変動スピードの予測値が変わり、今回のケースでは 55,000t/年で落ち着くように予想された。また、このような構造変化が予測に用いる実績値に含まれることから、ケース 2 の方が変動幅が大きい。このように、減少局面が始まって間もない間は処理量を説明する要素間の構造が安定せず、具体的には増加に転じることもあることから、用いる実績値の数が多くても変動リスクが大きくなる結果となった。なお、本傾向は、ダミー処理しても十分には変動分を除去できないので、同様の傾向が伺える。また、各施設における処理量予測を行った結果、用いる実績値の数が多いほど減少率が高くなる傾向にあることが分かった。

9.2.2 焼却施設別焼却余力予測による施設の効率化

焼却能力は、ごみを全量処理できる状況を確保することが求められる。その際には、設備の定期補修や突発的な故障等による停止等にも対応できる焼却能力を考える必要がある。そこで、今回は「焼却余力」という指標を用いた施設の効率化を考える。焼却余力は、年間の焼却能力と年間の焼却ごみ量の差を年間の焼却ごみ量に対する百分率で表したものである。

予測した施設別処理量を用いた施設別焼却余力予測を行い、基準とした値に達した施設において、焼却炉の数を減少させることで、施設の効率化を図ることを目的とした。

変動リスクを反映させるため、乱数発生を 20 回行い、その結果において、基準値とした焼却余力となる処理量に達する年度を算出するというモンテカルロシミュレーションをケース別に

行い、その結果を比較する。また、焼却余力は、式(4)のように定義し、基準値は33%とした。

$$\text{焼却余力(\%)} = \frac{\text{年間の焼却能力} - \text{年間の焼却対象ごみ量}}{\text{年間の焼却対象ごみ量}} \times 100 \quad (9.2.4)$$

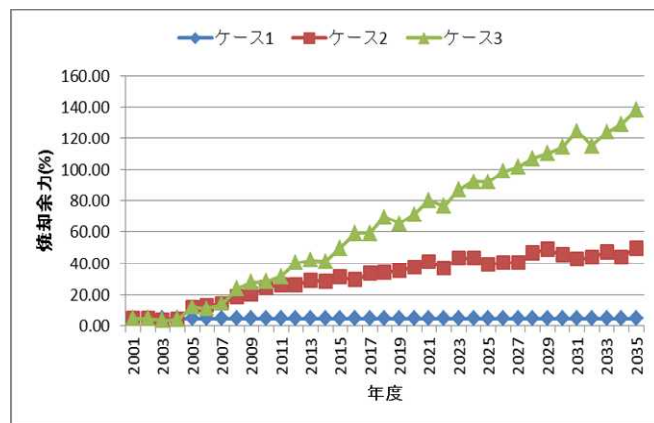


図 9.2.2 J施設のケース別予測結果

図2に示すように、J施設を例にシミュレーションしてみると、ケース別焼却余力予測結果はそれぞれ大きく異なった。余力が大きく予想される場合は、炉をはじめとした施設のダウンサイジングを考えることになり、比較的早期からダウンサイジングの準備が可能になる。

9.2.3 処理量減少変動予想リスクとアセット・マネジメント

処理量予測を逐次行うことは、これまでも既に行われている。一般に、将来予測はそれに用いる実績値が多ければ多いほど安定し、精度も高まる。しかし、増加局面から減少局面に転じたときや、技術水準が変化するとき、あるいは施設間分担やゴミの構成要素などが変化するときなど、処理量を構成する要素の構造変化が著しい場合は、その限りではない。残念ながら、これらの構成要素あるいは各要素間の関係と処理量への影響度は、必ずしもすべてを知ることができない。推計モデルではそれらの知ることができない要素を確率項として取り扱うことになる。多くの実績値が、必ずしもこの確率項を確定項に導いてくれるわけではない。

本節では、あえて経年変化だけを追いかけ、十分な調査をすれば知ることができるかもしれない構成要素の影響度は度外視して推計した。従って、変動リスクへの影響は、実際の予測の場面に対しては過大である。しかし、一般廃棄物処理施設のアセット・マネジメントの現場では、それまでの構造を大きく変化させる要因にさらされる経験をこれまでも数多くしてきた。従って、逐次予測によりアセット・マネジメントの必要性はいささかも小さくならないものの、構造変化を十分に反映できない予測に基づくマネジメントは、慎重な対応が必要であるということができる。

9.3 ファイナンスによる支出削減

PPP/PFIやDBFO等の官民協働の取り組みにより、アセット・マネジメント手法の多様性が広がった。このうち、単年度支出が他の年度に比べて非常に大きくなるケースのファイナンスについて考えることとする。

一般に、**図9.3.1**に示すように、官民協働の取り組みには、民間による効率的な運営による支出総額（図では平均）の減少効果とファイナンスによる偏差の減少効果がある。支出総額の減少効果については、一時的に民間が支出することがあっても、政府が施設整備に必要な額を最終的に支出することには変わりはない点に着目し、事業期間を通して、最終的な総支出額の現在価値換算によって判断すべきものである。この点については、民間ノウハウを適切に行政が導入することで、ある程度反映できるものと考えられている。

むしろ、重要となるのは支出するタイミングとそのばらつきである。また、経年の支出をあらかじめ計画できることにも大きな効果がある。一般廃棄物処理施設運営に関わる支出では、大規模更新・修繕に際し、他の年と比較して大きな支出となる年がある。それを、官民協働の取り組みにより、ファイナンス機能を用いることで、できるだけ平準化することが求められる。

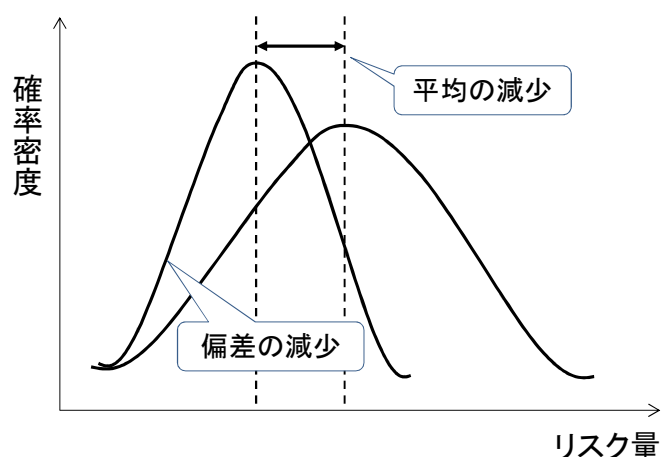


図9.3.1 官民協働の取り組みによる支出平準化の効果

一般に平準化効果とは、企業の利益が毎年ほぼ同じ程度であり、投資家などの外部からみて、次年度以降も同じ程度の利益が得られるという期待を持たせ安定性を提供することを指す。安定していることは、中長期的な計画を立てる上でも便利であろう。一方、公共セクターの財政支出は、少し異なる意味を持つ。公共財源の支出は、各予算項目に基づき支出され、従来よりは柔軟にはなったものの比較的硬直的と言われている。従って、ある年に特定の項目が大きな支出を必要とすることは、他の支出項目の例年額に大きな影響を与えるか、あるいは、債券の発行等で追加的な資金調達を必要とするかのいずれかを必要とすることを指す。これは、必要なタイミングで必要な支出をすることで費用対効果を高めることに反したり、債券発行による金利負担が増すという問題をもたらす。ある年の突出した支出は、機会費用の損失に繋がる。

そこで、さまざまなストック・マネジメントの中で、PPP/PFI等の官民協働手法を導入することにより、事業者が中長期的に予想される施設整備スケジュールをあらかじめ織り込んだ最適資金調達を実施し、一方で自治体が財政支出の平準化を実行した場合をマネジメントケースと考える。何も実施しない場合は、このマネジメントケースと比較して、単年度に大きな額を必要とする年では、その年の他の財政支出を圧迫することから機会費用を失い、単年度に小さな額ですむ年では、平準化した額との差額による有効投資をマネジメントケースでも得られるために差がないと考える。機会費用に代わる数値を、市の最も長期の地方債の利率並と考え2%を採用した。計算式は、式(5)で与えられる。

$$C = \sum_{i=1}^t E_i^* (E_i - AveE) R \quad \left(\begin{array}{l} E_i^* = (E_i - AveE) \text{ if } (E_i - AveE) \geq 0 \\ E_i^* = 0 \text{ if } (E_i - AveE) < 0 \end{array} \right) \quad (9.3.1)$$

C: アセット・マネジメント効果, E_i^* : i 年の効果, E_i : i 年の支出
AveE: 平均支出額, R: 機会費用比率

これを、施設保全費の経年変化に対して適用して計算した。その結果、ton/日あたりで基準化した保全費で見ても、A施設で保全額期間合計の0.31%、B施設で0.38%、それぞれ効果が得られることがわかった。これは、ピーク時支出額を半減させ、機会費用の利率2%に対する相対値16-19%程度の効果があると判断した。

9.4 焼却施設のアセット・マネジメントモデルによる検討のまとめ

さまざまなストック・マネジメントの中で、廃棄物の減少下における需要リスクとファイナンスによる費用削減効果を考えた。

廃棄物減少下での変動リスクでは、構造変化を内在する実績値を逐次予測の中で次第に多く取り入れながら将来予測を繰り返し、それに基づく一定基準の処理センターの整備計画を実施するシミュレーションを行った結果、むしろ変動リスクが大きくなる可能性もあることから、一層の逐次予測の必要性の高まりを指摘した。

また、官民協働手法を導入することによるファイナンスによる支出の平準化効果について検討した。支出の平準化は、支出突出時の公共財源の機会費用を失わない工夫のひとつと位置づけ、債券の発行利率で機会費用比率を代用して実際の施設保全費の経年変化に適用し、その値に対して支出削減効果が認められた。

これらの検討は、一般廃棄物処理施設に対して、基本的なアセット・マネジメントであっても有意な効果が認められることを意味しており、今後の新しい手法の導入と合わせて、積極的にアセット・マネジメントを実施していくことが望まれるとすることができる。

10. 焼却施設における電力消費に関する考察

10.1 焼却施設の電力のバランスに注目する背景と目的

清掃工場は耐用年数が長いため、長期に及ぶ供用期間内に、人口分布やごみ分別、収集など様々な要因が当初の施設設計の際の諸元と異なってくるのが想定される。国では平成 22 年度から「循環型社会形成推進交付金」により、施設の延命化及び地球温暖化対策に対する基幹的設備の改良事業を支援する等の取り組みが開始された。施設の延命化により施設建設に伴う費用や環境負荷の削減を図る際には、運用時の電力消費への影響もあわせて考慮してゆくことが重要である。そこで、本研究では、現在稼働している複数の清掃工場を対象に経年の電力消費とごみ量、ごみ質との関係について、重回帰モデルによる分析を行った。

10.2 分析の方法

10.2.1 調査方法

兵庫県、大阪府、和歌山県の各清掃工場へ、表10.2.1に示す内容から構成されるアンケートを送付し、年間焼却量、年間売電量（発電ありの場合）、年間買電量、年間発電量（発電ありの場合）、ごみの低位発熱量、修繕費用のデータを取得した。123施設に送付し74施設から回答を得た（回収率60.2%）。さらに消費電力データについて有効な回答を得られたのは63施設である（有効回答率51.2%）。回答を得られた清掃工場施設を規模や形式に応じて分類し、表10.2.2に示す。分析では、このうち最も一般的な全連続ストーカー炉のデータ（発電あり27施設、発電なし21施設）を対象に分析を行った。

表10.2.1 アンケート調査の概要

調査要領	発送時期：2010年10月下旬 回収期限：2010年11月30日 発送数：(123施設) 回収数：(74施設) 回収率：(60.2%)
調査項目	・施設更新およびごみ発電の高効率化、施設長寿命化に対する取り組み ・経年データ 1) 年間焼却量 2) 年間売電量・年間買電量・年間発電量 3) 低位発熱量 4) 修繕費用

表10.2.2 回答施設数（炉・運転形式別）

炉の形式	運転形式	発電あり			発電なし		
		処理規模	名称	回答施設数	処理規模	名称	回答施設数
ストーカ式	全連続	300 t /日未満	Aa	8 (8)	150 t /日未満	Ba	9 (9)
		300～600 t /日	Ab	9 (9)	150 t /日以上	Bb	12(11)
		600 t /日以上	Ac	10 (10)			
	准連続				C	4 (4)	
	バッチ		D	1 (1)		E	6 (2)
流動床式	全連続		F	3 (3)		G	
	准連続					H	5 (3)
シャフト式	全連続		I	3 (2)			
その他形式	全連続		J	4 (1)			
		※回答施設数の()内数字は消費電力の有効データを得られた施設数					

10.2.2 重回帰分析

式(10.2.1)に示す重回帰式をもとに、ごみ量やごみ質が電力消費に及ぼす影響を分析する。目的変数である電力消費は、ごみ焼却量あたりの消費電力量と定義する。説明変数については、多重共線性の確認をもとに、経年劣化を想定して稼働年数、ごみ量に関連する説明変数として焼却負荷率、ごみ質に関連する説明変数として低位発熱量をそれぞれ設定する。

$$y = a * x_1 + b * x_2 + c * x_3 + d \quad (10.2.1)$$

ここで、 y ：ごみ焼却量あたり消費電力量(kWh/年)， a, b, c, d ：定数， x_1 ：稼働年数(年)， x_2 ：焼却負荷率， x_3 ：低位発熱量 (kJ/kg)

焼却負荷率は式(10.2.2)，処理能力は式(10.2.3)により求める。

$$x_2 = w_i / c_i \quad (10.2.2)$$

ここで、 w_i ：年間焼却量(t/年)， c_i ：処理能力(t/年)

$$i c = f s * o d * r a \quad (10.2.3)$$

ここで、 $f s$ ：施設規模(t/日)， $o d$ ：稼働日数(日)， $r a$ ：調整稼働率

ごみ処理施設整備の計画・設計要領にもとづき、稼働日数を280日、調整稼働率を0.96と設定する。

10.3 分析の結果

10.3.1 稼働年数とごみ焼却量あたり消費電力との関係

全連続ストーカ炉における，発電有無別，施設規模別の稼働年数とごみ焼却量あたり消費電力量との関係を図10.3.1に示す。遡れる範囲で入手できたデータを用いているため，各系列データは必ずしも稼働年数が0から始まっていないことに留意する必要がある。発電ありの施設では灰溶融処理設備の有無の違いにより消費電力量が大きく異なっていることがわかる。灰溶融なしの施設では，いずれの規模においても大半の施設において増加する傾向が見受けられる。特に発電なしの150t/日以上以上の施設の一部ではごみ焼却量あたり消費電力量が急増している様子が伺われる。これらについては後述するように焼却負荷率と関係があると推定される。

10.3.2 焼却負荷率とごみ焼却量あたり消費電力との関係

同じく全連続ストーカ炉における，発電有無別，施設規模別の焼却負荷率とごみ焼却量あたり消費電力量との関係を図10.3.2に示す。灰溶融なしの施設では，大半の施設において焼却負荷率が増加するほどごみ焼却量あたり消費電力量は減少する。ただし100%以上では焼却負荷率が増大するほど逆にごみ焼却量あたり消費電力量は増加する傾向にあることがわかる。特に発電なしで150t/日以上以上の施設の一部では焼却負荷率の減少に対応してごみ焼却量あたり消費電力量が急増している様子が伺われる。

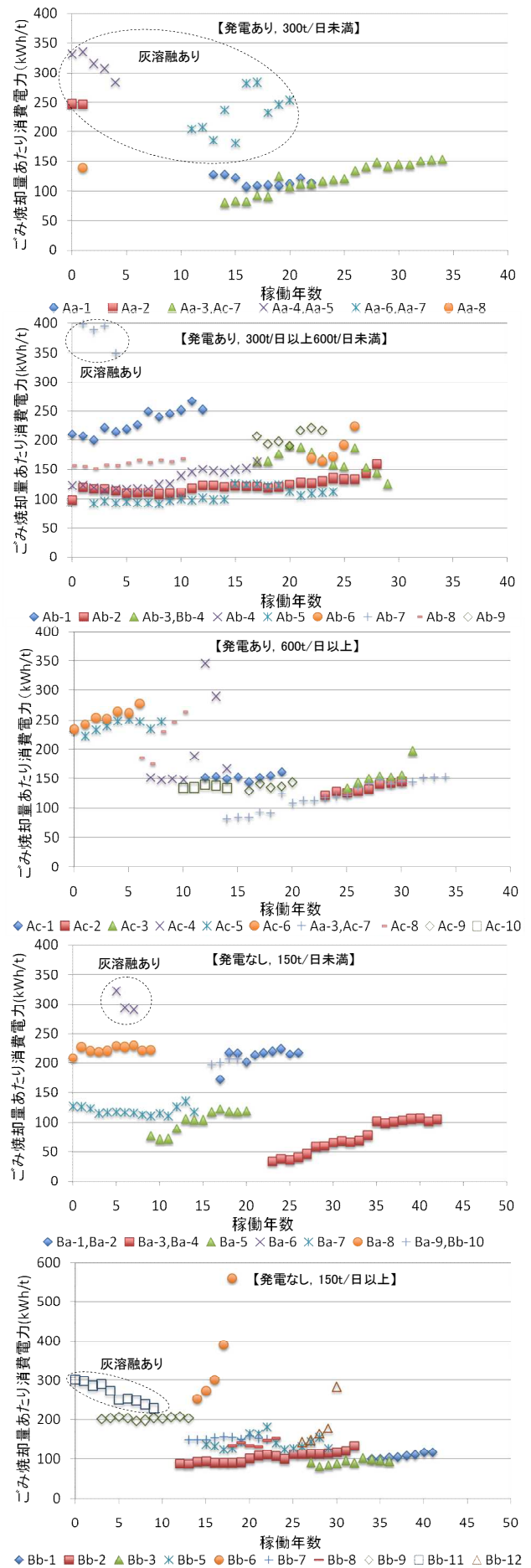


図 10.3.1 稼働年数とごみ焼却量あたり消費電力

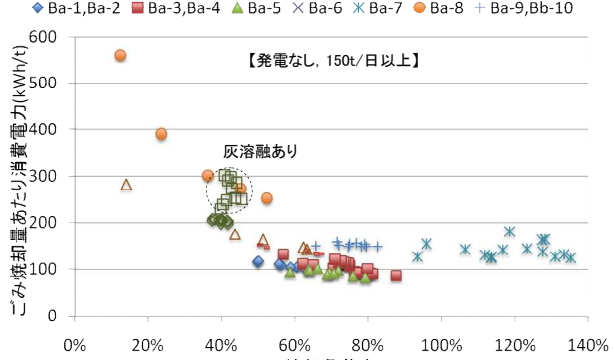
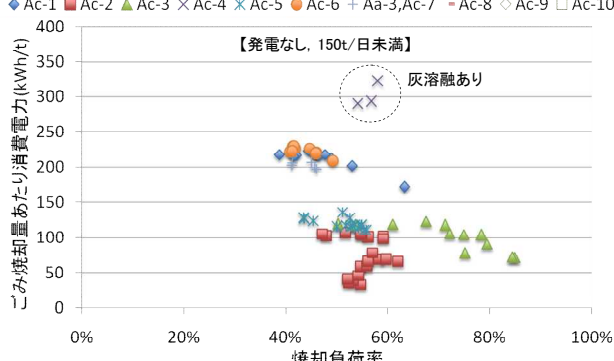
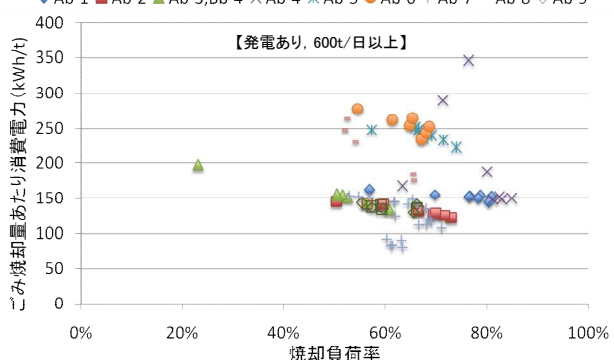
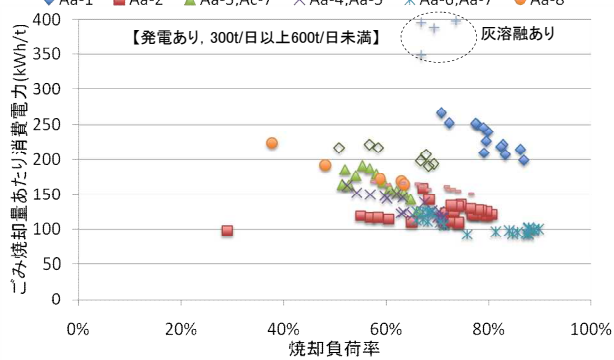
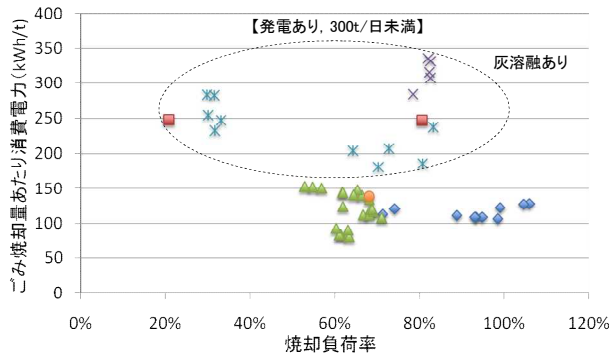


図 10.3.2 焼却負荷率とごみ焼却量あたり消費電力

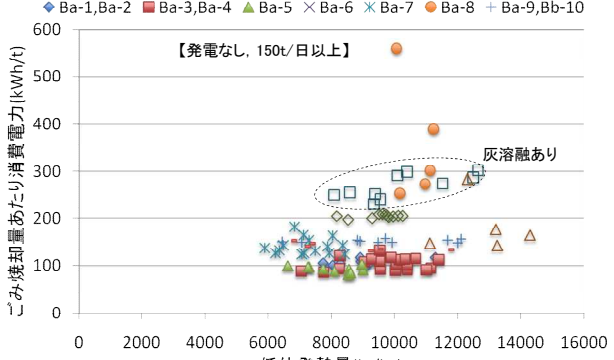
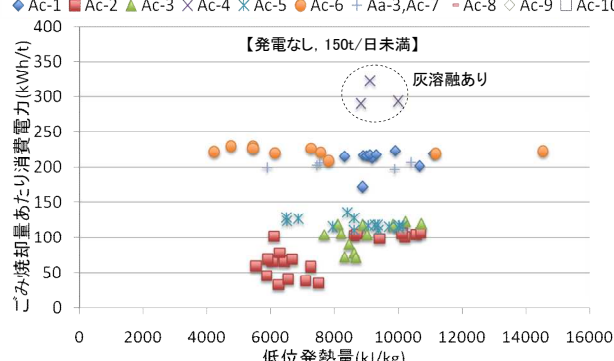
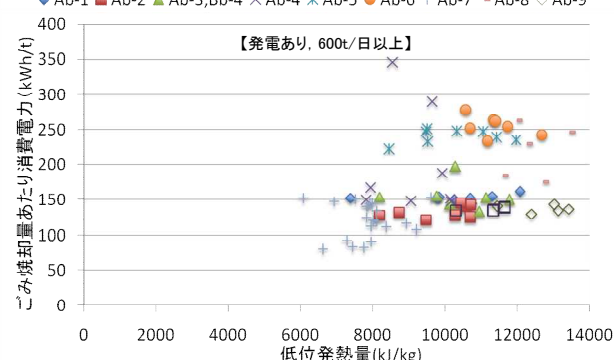
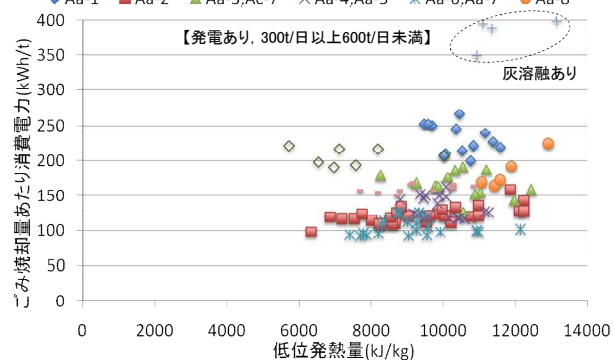
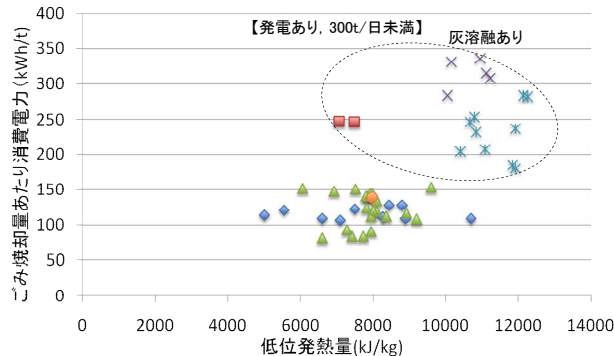


図 10.3.3 低位発熱量とごみ焼却量あたり消費電力

10.3.3 低位発熱量とごみ焼却量あたり消費電力との関係

発電有無別，施設規模別の低位発熱量とごみ焼却量あたり消費電力量との関係を図10.3.3に示す．既往研究¹⁴⁾によればプラント動力の中で送風機等のプラント通風設備動力の占める割合が大きい．送風機動力に関係するのは燃焼用の空気量であるが，一般にごみの発熱量が高いほど空気量は多くなる¹⁵⁾．図10.3.3をみると，一部の施設では低位発熱量の増加とともに消費電力量が増加する傾向を明確に示すものがある（Ab-6等）が，多くはその関係が明確ではなく，一部には低位発熱量の増加とともに消費電力量が減少するように見られるものもある（Ab-9等）．これらでは，焼却負荷率が大きく変動しており，焼却負荷率の影響を受けているものと考えられる．

10.3.4 ごみ焼却量あたり消費電力を説明する重回帰分析

式(10.2.1)にもとづく重回帰分析の結果，得られた偏回帰係数の分布を図10.3.4に示す．重回帰分析を行うにあたり，前述の考察により焼却負荷率が100%を境に傾向が異なることがわかっているため，ここでは通常の運転状態である焼却負荷率100%以下のデータを対象として分析を行っている．各説明変数の偏回帰係数に統計的な有意性が認められたプロット（5%有意水準）を見やすくするため，有意性が認められなかったプロットの左側に分けて示している（点線で囲んだ部分）．これをみると，統計的な有意性が認められた偏回帰係数のプロットでは稼働年数の符号は+，焼却負荷率の符号は-を示している．すなわち，稼働年数の増加，焼却負荷率の減少がごみ焼却量あたり消費電力を増大させる要因として働いていることが明らかであるといえる．低位発熱量に関する偏回帰係数は+と-の両方にほぼ均等に分布しており，偏回帰係数には統計的な有意性が認められなかった．

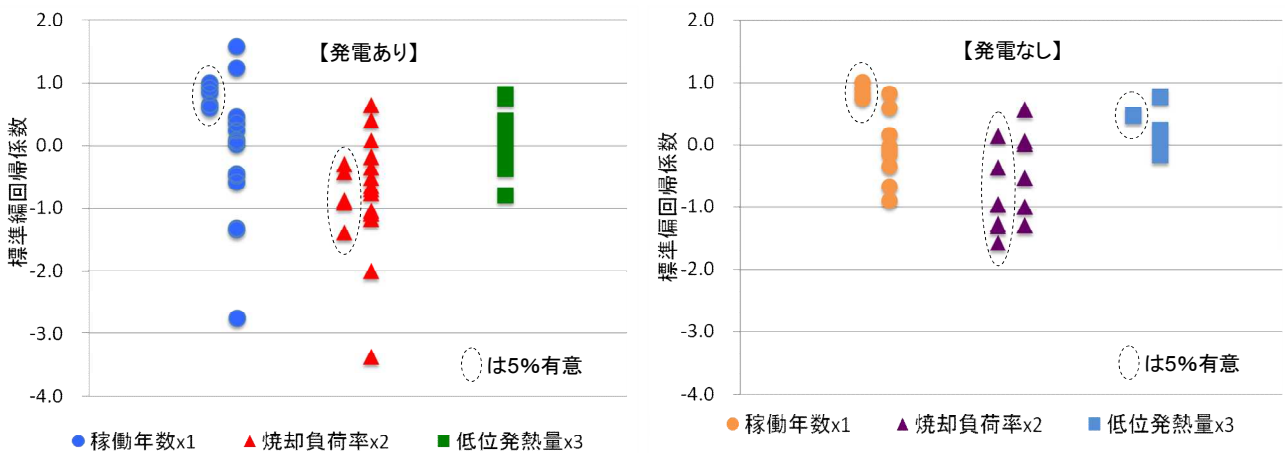


図 10.3.4 各説明変数の偏回帰係数の分布

10.4 焼却施設における電力消費に関する考察のまとめ

本章では、兵庫、大阪、和歌山の清掃工場にアンケート調査を行い、年間焼却量、買電量、売電量、発電量、低位発熱量に関する経年データをもとに、ごみ焼却量あたりの消費電力の経年変化とそれに及ぼす要因について統計解析を行った。分析の結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 稼働年数を経るにつれ大半の施設でごみ焼却量あたりの消費電力量が増加傾向にあり、特に発電なしの150t/日以上施設の一部分において増加傾向が顕著である。これには焼却負荷率による影響が示唆された。
- 2) ごみ焼却量あたり消費電力量を目的変数、稼働年数、焼却負荷率、低位発熱量を説明変数として重回帰分析を行った結果、稼働年数の増加、焼却負荷率の減少がごみ焼却量あたり消費電力を増大させる要因として働き、特に発電なし施設での焼却負荷率の影響が大きいことを統計的に明示された。

11. 人口減少に対応した廃棄物処理施設の運転管理に関する施設管理実務者の意向分析

11.1 施設管理実務者の意向調査の目的

わが国において、これまでの廃棄物処理施設は、ごみを安定的に処理することを第一の目的に運営されてきた。近年では、平成14年のダイオキシン対策や地球温暖化対策としての未利用エネルギーの有効利用等、時代の要請に対応する形で廃棄物処理施設の設備・技術の向上や運営方針の転換がなされつつある。欧米の国の中には、廃棄物処理施設をエネルギー拠点と位置づけ運営・管理がなされているところもある。

わが国において、第二次循環型社会形成推進基本計画に基づく、ごみ減量化対策の推進により、平成12年度をピークにごみ排出量は年々減少してきている。したがって、今後の廃棄物処理施設の運営は、これまでのようなごみ量が増加傾向にある中での対応ではない。ごみ量が減少傾向にある中での対応が求められる。また、今後、人口は年々減少することが推定されており、人口減少化に対応した廃棄物処理施設の運営管理をしていかなければならない。

そのため、本章では、全国の廃棄物処理施設に対して、郵送によるアンケート調査を実施し、処理規模や現状のごみ削減状況の違いによる今後の施設の運営方針に関する意向を把握することを第一の目的とした。本調査を実施することにより、施設の統廃合や他市域との連携（一部事務組合化）の際の判断等、今後の廃棄物処理施設の運営方針の検討、シナリオ構築に活用できる。

また、全国の廃棄物処理施設における設備・機器の点検、補修等に関する管理項目の設定状況や点検、劣化予測の状況等の実態を明らかにすることを第二の目的とした。これにより、廃棄物処理施設の設備・機器の違いによる管理特性、使用特性が明らかとなり、施設更新モデルのデータベースとして活用できる。

11.2 施設管理実務者の意向調査の方法

アンケート調査は、平成18年度の廃棄物年鑑に掲載されているごみ焼却施設を対象とし、施設管理実務者宛に郵送にてアンケートの送付、回収を実施した。実施時期は平成23年3月上旬である。発送数は1,216施設、回収数は426施設(回収率35%)であった。なお、回収施設分のうち46施設は既に休炉ないし、廃止された施設であったため、実際に稼働している施設のサンプル数は380施設である。

アンケートの実施時期が年度末の多忙な時期であったことと、アンケートの発送は平成23年3月11日に発生した東日本大震災以前であったが、アンケートの回答期間が震災後であったことから、回収率はやや低調な結果である。

アンケートの内容は、①施設諸元（施設の炉形式、運転炉数、処理能力、運転時間等）、②各種計画の策定状況（一般廃棄物処理基本計画、ごみ減量化計画、分別収集計画、施設整備計画、長寿命化計画等）、③循環型社会形成推進交付金の申請状況、④リサイクル方針、⑤低負荷運転

時の対応方針，⑥施設の故障時等に対するバックアップ体制とした．ここで①は処理方式や施設規模の違い，②は長期方針の違い，③は現行制度の活用状況，④は方針の違い，⑥はバックアップ体制および経験の有無を，調査し，⑤の低負荷運転時の対応に如何に寄与するかを明らかにするため設定した．

11.3 施設管理実務者の意向調査につき回答した施設の位置づけ

11.3.1 炉型の特徴

わが国のごみ焼却施設の特徴について，環境省による平成 20 年度の一般廃棄物処理実態調査結果⁵⁾の施設整備状況データベースより解釈した(図 11.3.1)．

ごみ焼却施設の炉型の種類には全連続式，準連続式，バッチ式等がある．ごみ焼却施設数は，年々減少傾向にあり，平成 20 年度における施設数は 1,269 施設，このうち全連続式：642 施設(51%)，準連続式：245 施設(19%)，バッチ式：382 施設(30%)である．

これに対して，アンケート調査により回答を得た炉型別施設数は，全連続式：245 施設，準連続式：57 施設，バッチ式(機械化+固定)：64 施設である．本アンケートのサンプルが母数に占める割合は，それぞれ全連続式：38%，準連続式：23%，バッチ式：17%となる．

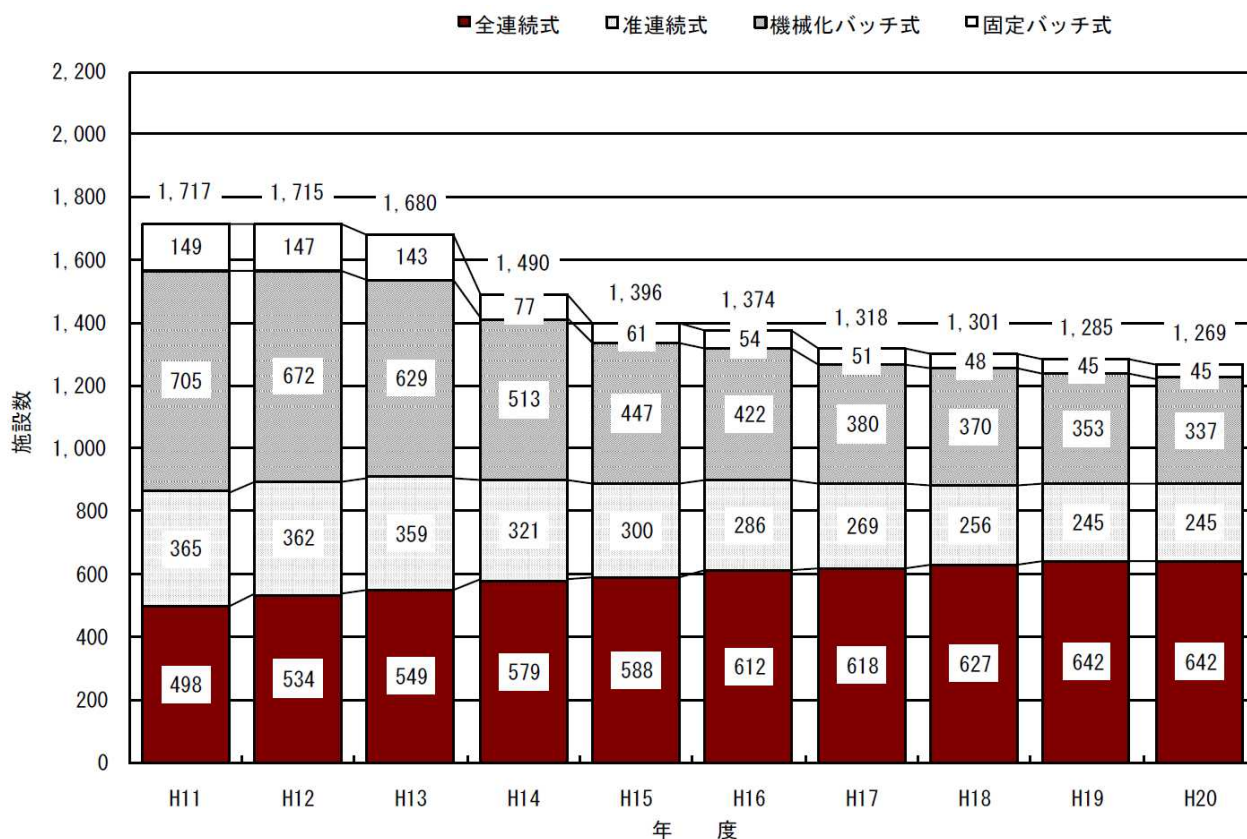


図 11.3.1 ごみ焼却施設の炉型別施設数の推移(出典：日本の廃棄物処理-平成 20 年度版-)

11.3.2 処理方式の特徴

ごみ焼却施設の処理方式には、ストーカ式、流動床式、固定床式、その他がある。平成 20 年度の施設数は、ストーカ式：912 施設(72%)、流動床式：216 施設(17%)、固定床式：46 施設(4%)、その他：95 施設(7%)である(図 11.3.2)。

これに対し、アンケート調査により回答を得た施設の処理方式別施設数は、ストーカ式：273 施設、流動床式 63：施設、固定床式：5 施設、その他：39 施設である。本アンケートのサンプルが母数に占める割合は、ストーカ式 30%、流動床式 29%、固定床式 11%である。

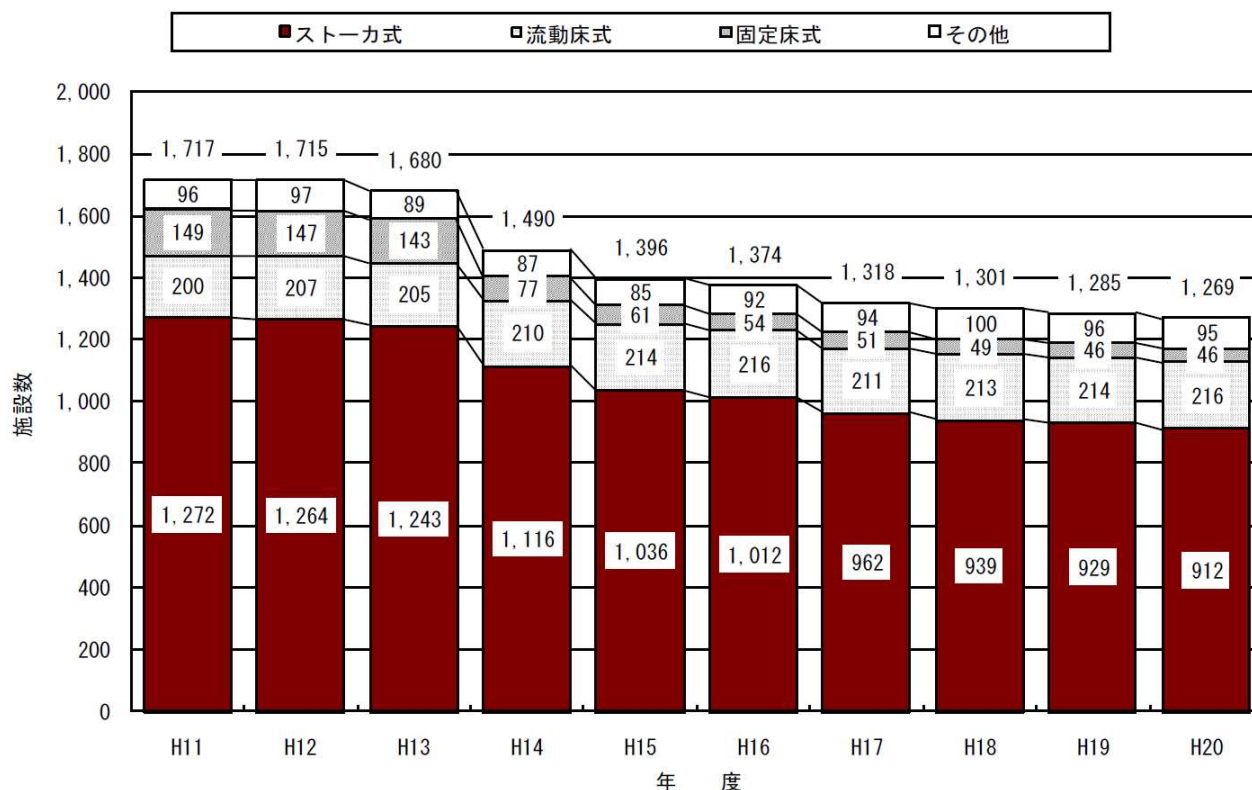


図 11.3.2 ごみ焼却施設の処理方式別施設数の推移(出典：日本の廃棄物処理-平成 20 年度版-)

11.3.3 ストーカ式全連続運転焼却炉が主流を占める状況

環境省による平成 20 年度の一般廃棄物処理実態調査結果の施設整備状況データベースをもとに最も施設数ならびに焼却量の多い炉型(全連続)の処理方式(ストーカ)を抽出した。処理量ベースでみた構成割合を図 11.3.3 に示す。

ストーカ炉の施設数割合は 72%であったが、処理量割合では 79%である。いずれの値から判断しても、わが国において、ストーカ炉による焼却割合が高い。また、炉型別の処理量割合では、全連続運転にて処理している割合が約 70%、准連続運転による処理割合が約 6%である。

以上のように施設数ベースでは、炉型では全連続式、処理方式はストーカ式の占める割合が多い。そのため、次に全連続式でかつストーカ炉方式について調べたところ、平成 20 年度の施設数は 492 施設、施設数割合は 39% (=492/ 1,269) であるが、処理量割合では 70%を占め

ている。このように処理量ベースで見た場合、全連続式ストーカ炉方式による処理量が多い。

これに対し、アンケート調査により回答を得た施設の内、全連続式ストーカ炉方式の施設数は 166 施設であり、母数（492 施設）に占める割合は 34%である。また、回答のあった 166 施設の管理主体は、単独の自治体ないし、複数の自治体で構成される組合であり、その数は 135 自治体（組合含む）であった。

上記のようにわが国においては、処理量ベースで見た場合、全連続式ストーカ炉方式による処理の占める割合が高いことから、本研究においては、全連続式ストーカ炉方式を対象とした分析結果について述べる。

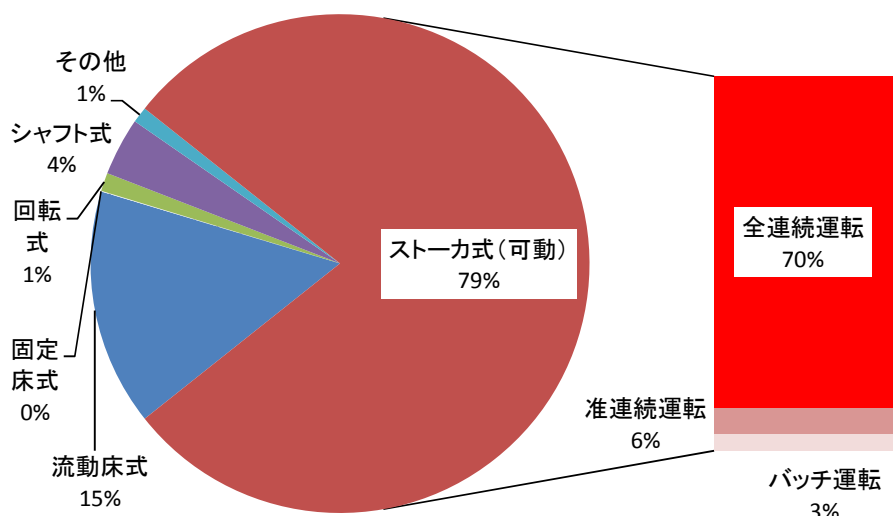


図 11.3.3 処理方式・炉型形式別の処理量割合

11.3.4 全連続式ストーカ炉の処理能力の規模

全国における全連続式ストーカ炉方式の施設数 492 施設を規模別に分類した結果を図 11.3.4 に示す。この結果より、処理能力別の施設数は 0~200t/日の施設が約 48%と最も多く、200~400t/日（400t/日含む）が 29%、それ以上が 23%である。

本研究の調査により回答を得た全連続式ストーカ炉方式の規模別の施設数は、それぞれ 64 施設、58 施設、44 施設、合計 166 施設であり、母数に対して、それぞれ 27%、40%、39%を占める。

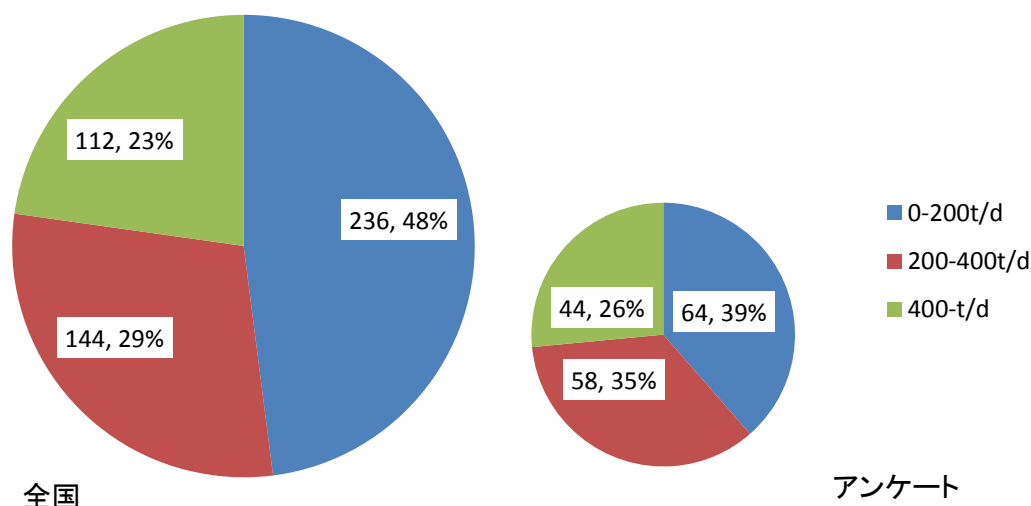


図 11.3.4 処理規模別の施設数割合(左：全国(母数)，右：アンケート)

11.4 回答した炉の所属する市町の一般廃棄物処理基本計画等の策定状況

アンケート調査により得られた全連続式ストーカ炉方式の166施設が所属する市町の一般廃棄物処理基本計画等の策定状況を、その規模別に、図 11.4.1 に示す。

一般廃棄物処理基本計画の策定状況について、全体(N=155)では82%の施設が既に策定済みであった。本計画の策定状況に規模別の有意な差(5%水準)は見られない。

ごみ減量化計画について、全体(N=135)で、策定済みが43%、一方、策定予定なしが50%とその策定率は低い。また、処理規模の違いにより、策定状況に差があり、400t/日より大きい施設では、0~200t/日の施設と比べて策定済みの割合が高い。全体として、ごみ減量化計画が低い要因は、ごみ減量化計画としてではなく、一般廃棄物処理基本計画の中にごみ減量化計画を策定し、単独計画として策定していない自治体もあることが原因と考えられる。

分別収集計画の策定状況について、全体(N=141)では、策定済みが68%、策定予定なしが28%と、策定済み割合の方が高い。規模別では、処理規模が大きい程、策定済みの割合が高く、400t/日より大きい施設の策定率は94%と、それ以下の施設規模群よりも策定率が高い。

施設整備計画について、全体(N=145)では、策定済み30%、策定予定なし37%である。本計画もごみ減量化計画と同様に、一般廃棄物処理基本計画の中において定めていることから、策定予定なしの回答が多くなったものと考えられる。

長寿命化計画の施設保全計画ならびに延命化計画について、全体では、いずれの計画も策定済みが10%、策定予定なしが57%と半数以上が予定なしと回答した。規模別では、現状において策定済みの割合に差は見られないが、策定中を含めると、400t/日より大きい施設では、200t/日以下の施設と比べて、策定に向けて積極的な態度の割合が高い。

以上のことから、一般廃棄物処理基本計画は多くの施設(自治体)において策定済みであり、ごみ減量化計画、分別収集計画、施設整備計画を、基本計画の中に包含しているものもある。

そのため、単独計画としてのごみ減量化計画、施設整備計画の策定率はやや低い傾向にあった。また、環境省より平成22年に「廃棄物処理施設長寿命化計画作成の手引き（ごみ焼却施設編）」が示され、施設の長寿命化を図る方針がとられ始めたが、現状において、長寿命化計画を策定している施設割合は約1割、策定予定を含めても約2割程度と低い傾向にある。これは、手引きが策定されて期間が短いこと、ならびに長寿命化計画では、施設の点検、管理項目が非常に多く、財政状況が厳しい自治体においては、長寿命化計画のための点検、管理に費用をかけることが困難なことが理由として考えられる。

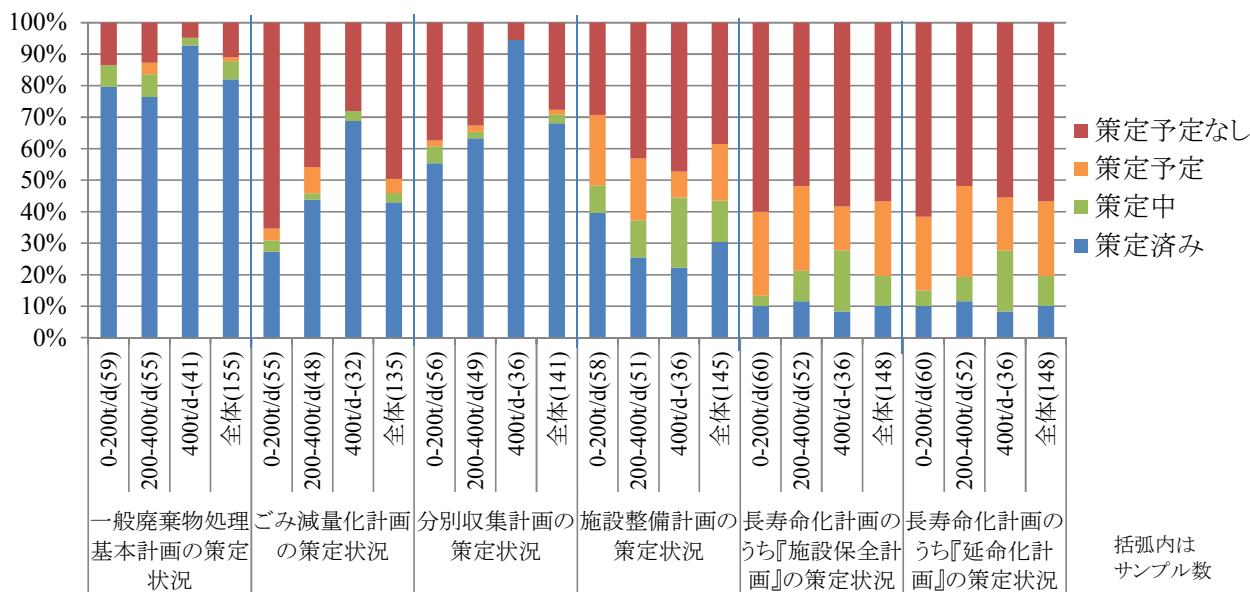


図 11.4.1 一般廃棄物処理基本計画等の策定状況

11.5 循環型社会形成推進交付金の交付・申請状況

アンケート調査により得られた全連続式ストーカ炉方式の規模別に、当該市町が循環型社会形成推進交付金を交付、申請している状況の違いを図 11.5.1 に示す。

本アンケートでは、図中に示す 8 項目の交付、新制状況について調査を実施した。いずれの項目についても交付（内示）済みの件数は少なく、最も多いマテリアルリサイクル推進施設であっても、わずか 9 件(7%)である。また、申請予定も含めると、マテリアルリサイクル推進施設 23 件(17%)、エネルギー回収推進施設 12 件(9%)、廃棄物処理施設の基幹的設備改良事業(交付率 1/3)22 件(16%)、同(交付率 1/2)13 件(10%)であった。

本結果より、マテリアルリサイクル推進施設としての交付済み・申請予定が最も多いが、基幹的設備改良事業に対する交付済み・申請予定の件数も相対的に多い。基幹的設備改良事業は、あらかじめ延命化計画を策定して施設の基幹的設備を改良するもので、当該改良を通じて施設の稼働に必要なエネルギーの消費に伴い排出される二酸化炭素の量を交付率 1/3 の場合では 3%以上、交付率 1/2 の場合では 20%以上削減することが求められる事業である。この事業の推進に

より、今後、施設の延命化、高効率の設備・機器への更新が進展することが想定される。しかし、その技術的見通しの確証や費用効果の確認に未だ時間を要し、地方都市では交付・申請には躊躇している様子が見られる。

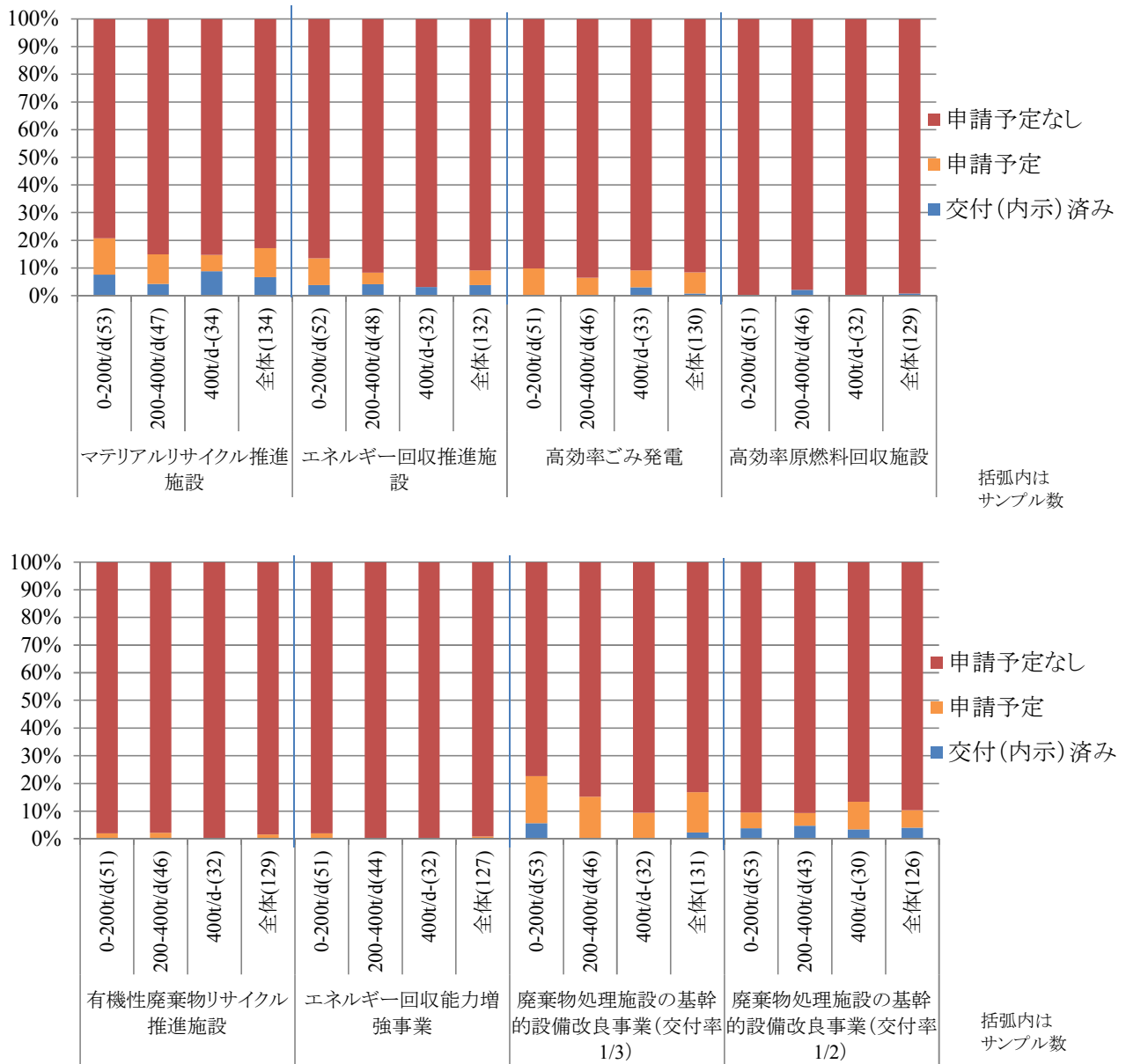


図 11.5.1 循環型社会形成推進交付金の交付・申請状況

11.6 廃棄物処理施設の運営方針

11.6.1 マテリアル、エネルギー、バイオマスの各利用方針の優先順位

廃棄物処理施設において、現在、再資源化施設によるマテリアルリサイクルや焼却施設の発電によるエネルギー利用、汚泥を活用したバイオマス利用等が取り組まれている。これらの取り組みは、その施設規模や地域特性により異なると考えられる。ここで、マテリアル利用とは、

ビン、カン、PET ボトル、さらにその他プラスチック類の再資源化を、バイオマス利用とは、食品廃棄物、生ごみ等の堆肥化、炭化、燃料化を意味する。

本研究では、施設管理者に対して、現状の施設の管理方針として、廃棄物の①マテリアル利用、②エネルギー利用、③バイオマス利用の3項目のいずれに近いのか、について一対比較（5段階の評定尺度法）による回答を得え、AHP手法を用いて重点度を算定した（図 11.6.1）。

全体として、エネルギー利用の重点度が最も高く（56%）、マテリアル利用、バイオマス利用よりも2倍以上の重点度が示された。また、処理規模別で見た場合、施設規模が大きい程、エネルギー利用の重点度が高く、逆に規模が小さい程、バイオマス利用の割合が高くなっている。処理規模は、都市規模に比例することから、都市域の大規模な施設ではエネルギー利用の重要度が高く、都市近郊の農村等の規模の小さな施設ではバイオマス利用の重要度が高まっていることを意味している。また、低負荷運転の対応として施設の統合化、大規模化がなされた場合、残されたバイオマス施設の利活用の位置づけの見直しを図る必要があることが示唆された。

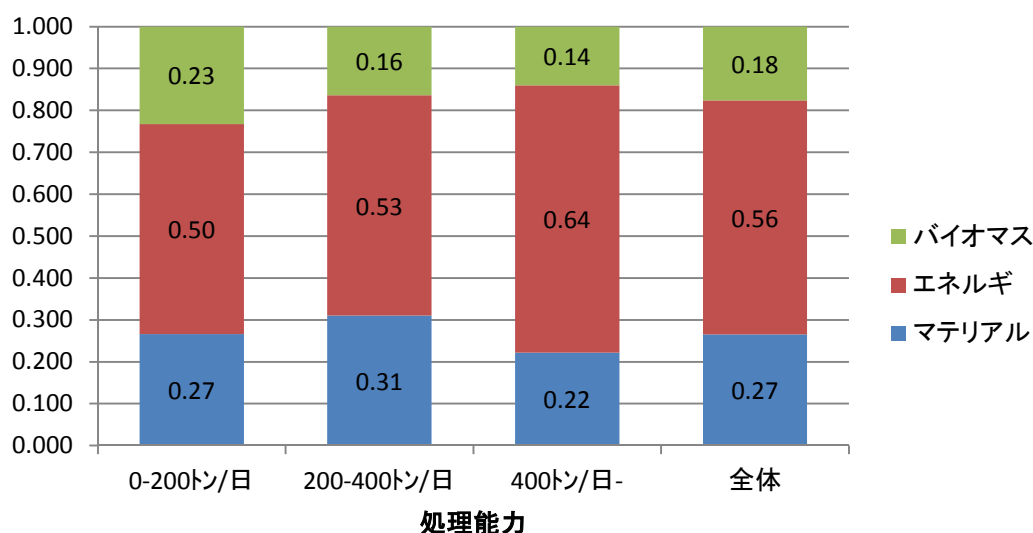


図 11.6.1 AHP 法による施設運営の重点度

11.6.2 処理施設の予定供用年数ならびに供用後の整備計画

各処理施設の予定供用年数の超過割合ならびに供用後の予定に関する結果を図 11.6.2 に示す。予定供用年数については、平均で25年以上が約70%、30年以上が38%と、これまでの廃棄物処理施設の寿命とされてきた25年よりも長期間供用を予定している施設が多い。特に、処理能力が400t/日より大きい施設では、予定供用年数30年以上と回答した割合は約50%と施設の長寿命化意向が強い。

供用終了後の予定について、未定の割合が最も多く（約60%）、次いで、建て替え予定が約30%、廃止予定が約5%となっている。また、いずれの項目においても処理規模の違いによる有意な差は見られない。

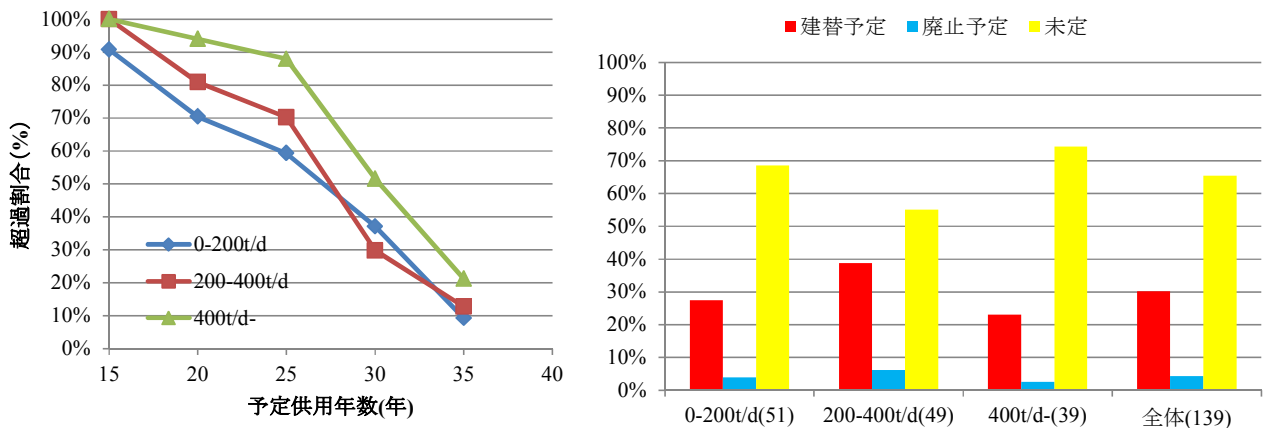


図 11.6.2 処理施設の予定供用年数(左)と供用後の計画

11.7 安定処理のためのバックアップ体制の構築と実績

廃棄物処理施設は、滞りなくごみを処理することを第一の責務としている。そのため、設備機器の故障時、定期点検時、災害時などの事態に備えておく必要がある。本研究では、同一市域（組合）および他市域（組合）からのごみ処理の受入した経験ならびに依頼した経験について回答を得た。また、受入経験がある場合については、その要因（災害時、事故時、点検時、その他）について回答を得た。

11.7.1 同一市域（組合）間でのごみ処理の受入・依頼経験

同一市域（組合）内からの受入経験ならびに依頼経験の回答結果を図 11.7.1 に示す。図中の括弧内の数字は、分母がそれぞれの処理規模の全施設数、分子が経験ありの施設数を表す。例えば、受入経験ありのグラフ中の「全体 (N=66/164)」とは、全施設数が 164 施設であり、そのうち受入経験のある施設数が 66 施設であることを意味する。

また、グラフの縦軸は、受入経験がある施設数に対する各要因が発生した施設数の割合を表す。例えば、受入経験ありの「全体 (N=66/164)」の点検時は、約 62%となっているが、これは受入経験がある 66 施設のうち、62%が点検時に同一市域（組合）内からのごみを受け入れた経験があることを意味する。

受入経験について、同一市域（組合）内からの受入要因として最も多いのは、点検時であり（62%）、複数施設を所有している市域（組合）では、施設間でごみを融通しながら、施設の維持管理を行っていることが伺える。また、処理規模と都市規模には相関（小規模施設＝小都市、大規模施設＝大都市）があると考えられ、大都市では処理施設を複数所有しているが、小都市では、処理施設を複数所有していないところもあるため、同一市内でごみの融通ができない都市も多く存在する。

処理規模別の受入経験について、処理規模が大きくなるほど、受入経験が大きくなっている。このうち事故時ならびに点検時の受入経験は、400t/d より大きい施設にあっては、200t/d 以下の施設よりも経験が多い。しかし、災害時においては、処理規模による有意な差は見られない。事故時、点検時の受入に有意な差が見られるのは、処理能力が大きい程、他施設のごみの処理が行いやすいためと考えられる。一方、災害時の受入経験に差がない要因は、災害の発生頻度が、事故や点検頻度に比べて少なく、稀に生じると近くである程度の規模があれば施設として受け入れを拒むことは難しいためと考えられる。

次に、同一市域（組合）内への依頼経験についても、受入経験とほぼ同様の傾向が見られる。やや傾向が異なるのは、災害時の依頼経験が都市規模に応じて少ないことである。これは小規模都市では、砂防対策や水害対策が十分でないところもあり、大都市に比べて、災害の発生頻度が多いことが考えられる。すなわち、大都市では、災害廃棄物が発生するような大規模な災害の発生頻度が少ないことならびに、当然、他の施設に依頼せずとも、自らの施設で処理できる処理能力もあることから、依頼経験が少ないと考えられる。

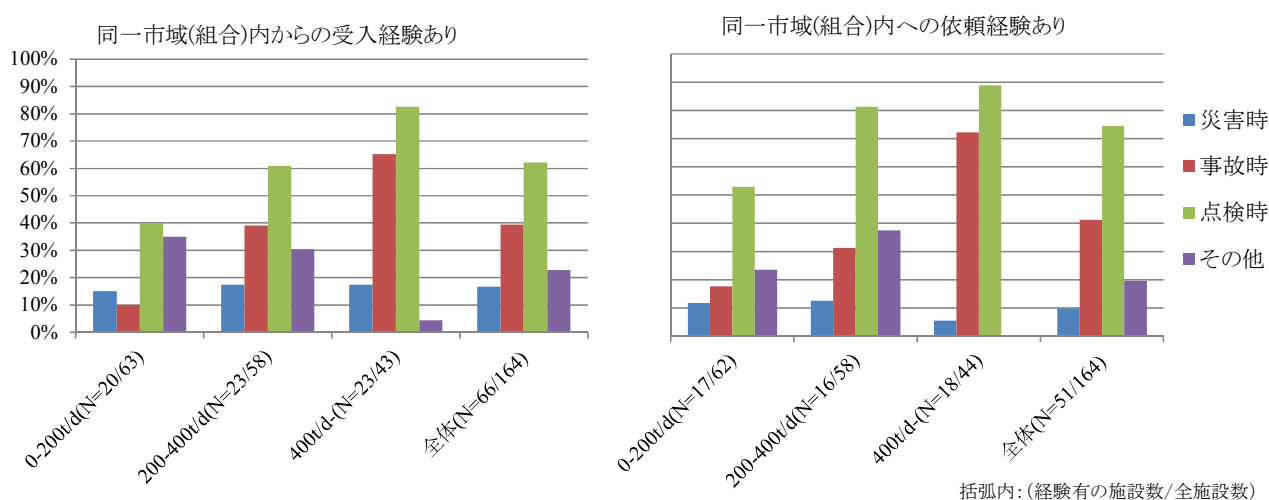


図 11.7.1 同一市域（組合）間での受入・依頼経験

11.7.2 他市域（組合）間でのごみ処理の受入・依頼経験

他市域（組合）間でのごみ処理の受入・依頼経験の結果を図 11.7.2 に示す。図の見方については、11.7.1 に示した通りである。

同一市域（組合）でのごみ処理の受入は、施設規模の大きい施設で対応する傾向にあったが、他市域（組合）間でのごみ処理の受入においては、そのような施設規模の影響は見られない。また、依頼経験についても、同様に施設規模の違いによる有意な差は見られない。同一市域（組合）と比較すると、点検時及び事故時の受入割合は低い傾向にあり、災害時の受入割合は高い傾向にある。すなわち、災害時の対応は、市域（組合）をまたがる形で対応がなされるが、事故時、点検時については、市域（組合）内で対応することが前提となり、それが困難な場合に、

他市域（組合）に依頼するという行政運営の手順によるものと思われる。

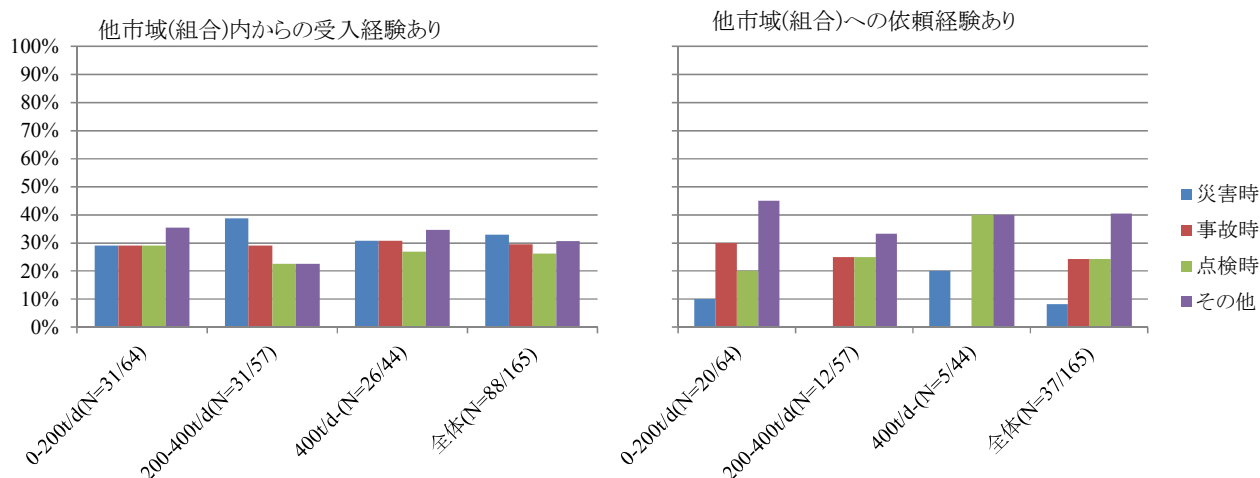


図 11.7.2 他市域（組合）間との受入・依頼経験

11.8 廃棄物処理施設の設備管理の状況

廃棄物処理施設の長寿命化を図るためには、設備、機器・部材の点検、補修、更新を適正に行う必要がある。そのためには各機器・部材に関して診断項目（摩耗、腐食、亀裂等）と管理値（○mm 以内、減肉量○%以内等）を設定し、それらのデータを基にした劣化予測を行い、計画的な機器・部材の補修、更新がなされるべきである。

本研究では、ごみ焼却施設の主要な 12 機器を対象に、①診断項目が設定されている機器、②管理値が設定されている機器、③主に職員が点検診断している機器、④劣化予測を行っている機器、⑤メーカー推奨期間よりも長期間使用している機器について調査した。得られた結果を図 11.8.1 に示す。本図は、横軸に①診断項目の設定割合、②縦軸に管理値の設定割合をプロットし、円の大きさにより③職員が点検している割合、④劣化予測を行っている割合、⑤長期間使用している割合を示している。なお、ここで、①診断項目の設定が、12 機器全て行われていないサンプルは分析対象（母数）から除外した。

①診断項目の設定状況は、機器により設定割合に大きな差が見られる。主要機器の中で診断項目が設定されている割合が高いものは、「燃焼装置(火格子)」(78%)、「ごみクレーン」(73%)、「ボイラ(水冷壁)」(70%)、「焼却炉」(67%) である。いずれも損耗部材を有する機器である。一方、DCS 設備や脱硝装置の設定割合は低い。

②管理値の設定はやや低い。もともと、診断項目が設定されている機器については、管理値が設定されていると仮説を立てていた。しかし、ボイラ、ごみクレーンを除く、多くの機器において、診断項目の設定割合に対して、管理値の設定割合は半分程度である。ボイラは水冷壁、

ごみクレーンはバケットの先端部分など、比較的、損耗の激しい部材に対して管理値が設定されている傾向にある。

③町村の職員による点検実施割合は、処理施設の委託形態により差が生じると思われるが、実施割合はいずれも30%以下である。処理施設が複数の設備、機器で構成されていることから高い専門性が要求され、かつ、各種の法定点検等もあることから、メーカーによる点検の実施の割合が高いものと考えられる。特にボイラや蒸気タービンの発電系統ならびにDCS設備等の電子機器に関しては、メーカ依存の傾向が強い。

④劣化予測の実施割合は装置次第と考えた。診断項目ならびにその管理値の定期モニタリングにより、機器・部材の劣化状況が推定できると思われる。しかしながら、処理場によっては、職員の経験に基づく導入後の供用期間等から機器の更新等を行っているところも見られるため、現状の管理、劣化予測状況について調査した。

本調査分析が示すところでは、燃焼装置(56%)、焼却炉(54%)の劣化予測の実施割合は、他の機器よりも高い傾向にある。これは両者とも処理施設の根幹設備であり、燃焼装置(火格子)は更新費用が高額であること、焼却炉は耐火物、耐火レンガ等、損耗が激しく、毎年の交換が必要となり、予算申請、管理上ウエイトの大きな項目であることが理由と考えられる。

また、次いで、ごみクレーン(44%)、ろ過式集じん器(ろ布)(38%)、ボイラ(水冷壁)(34%)の割合が高い。いずれの機器も、焼却炉と同様に、毎年の損耗が進み、施設により異なるが、供用開始後5~7年経過以後は、毎年部分的な交換が必要な機器である。

⑤メーカーの推奨時期より長期間にわたり使用しようとする傾向が費用節約行動として散見される。しかし、中核設備であるボイラ(19%)、蒸気タービン(16%)、脱硝装置(16%)の長期使用割合は、他の機器に比べて小さい。発電および公害対策に関わる機器に関しては、売電契約や法令遵守の観点から、メーカー推奨期間以上の運転は余り行われていないと考えられる。

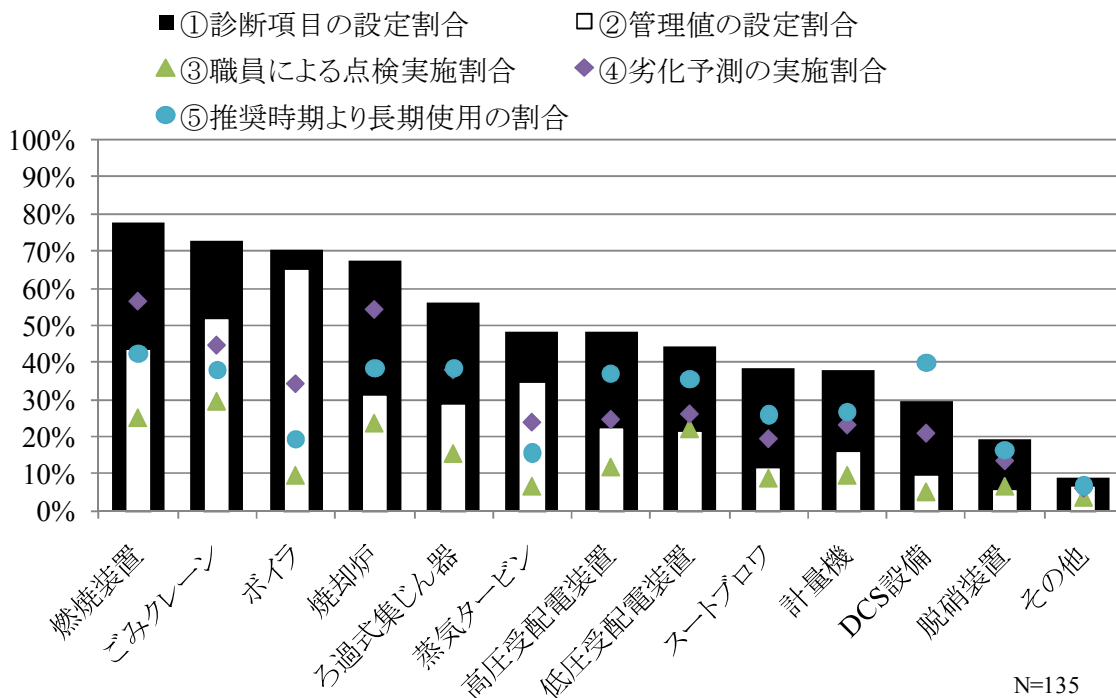


図 11.8.1 主要な 12 機器の管理・運用状況

11.9 人口減少による低負荷運転時の対応方針

11.9.1 低負荷運転への対応方針とその因果仮説

ごみ減量化対策ならびに人口減少が進んだ場合、施設の設計段階よりもごみ量が減少することが予想される。定常的に定格能力を下回るごみ量进行处理すること（低負荷運転）は、能力のアイドリングはもとより、資材投入量や発電量から見ても非効率であり、その対応を検討しなければならない。本研究における低負荷運転時とは、複数の自治体の施設管理者ならびにメーカー担当者との意見交換をもとに、「ごみ処理量が定常的に定格能力の 80%を下回る社会的状況」と定義した。

本研究では、低負荷運転の対応方針として、以下の 6 項目を取り上げ、その可能性について、5 段階の評定調査を（非常に低い、低い、どちらとも言えない、高い、非常に高い）行った。また、さらに 6 つの対策から可能性のあるものを上位 3 項目以内で回答を得た。

ごみ量の減少に対して、

対応 a) 同一市域（組合）内で収集・運搬区域を広域化し、ごみを特定の工場へ集約化する。

対応 b) 他市域（組合）も含め収集・運搬区域を広域化し、ごみを特定工場へ集約化する。

対応 c) 複数炉の同時運転を減少し、運転炉数、運転時間を見直す。

対応 d) 現行よりも、小規模となる設備改良の上、運転炉数、時間時間を見直す。

対応 e) 容量の少ない効率的な施設へ建て替える。

対応 f) 特定の施設を廃止する。

このように各項目の 5 段階評価ならびに 6 項目の中からの選択方式を組み合わせた理由は、

低負荷運転時の対応として、いずれか一つだけが選択されるわけではなく、ごみ量の減少に応じて段階的に複数が導入されると考えられ、本研究において、どのような因子がその選択行動に影響を与えるのか、さらにどのような順序で対策を施設管理者が構想するのかを明らかにするためである。

対応 a)～f)の選択/非選択の影響因子として、表 11.9.1 の項目を設定した。①処理能力～③同一市域（組合）内の施設数は、都市規模に関わる因子である。④ごみ量削減の達成見込み、⑤2015年の施設運転の予測状況は、短期のごみ減量動向に関する因子である。⑥、⑦の同一市域あるいは他市域（組合）間でのごみの受入・依頼経験は、他施設のごみ処理の実績に関する因子である。

5段階評定で得た各対応と各影響因子との関係をクロス集計し、有意差の検定(5%水準)を行った。なお、集計は「非常に高い」と「高い」を「高い」に、「非常に低い」と「低い」を「低い」とし、3段階に統合し、分析した。

表 11.9.1 低負荷運転時の対応策の影響因子

影響因子	区分
①処理能力	0-200t/d, 200-400t/d, 400t/d-
②運転炉数	1 炉, 2 炉, 3 炉以上
③同一市域（組合）内の施設数	単一, 複数
④第二次循環型社会形成推進基本計画のうち家庭からの排出ごみ量 20%削減の達成見込み	前倒しで達成見込み, 予定通り達成見込み 現状では達成困難
⑤2015年の施設運転の予測状況	高負荷運転, 通常運転, 低負荷運転
⑥同一市域（組合）内のごみの受入・依頼経験	受入・依頼の経験がある, ない
⑦他市域（組合）のごみの受入・依頼経験	受入・依頼の経験がある, ない

11.9.2 低負荷運転時の対応策の回答（単純集計）

低負荷運転時の対応に関する導入可能性の単純集計結果を図 11.9.1 に示す。最も可能性が高い対応は、対応 c):運転炉数、運転時間の見直し（74%）である。現段階において、他の対応をあげる回答は、いずれも 10～20%程度と小さい。今回の対応策の中で、対応 c): 運転炉数、運転時間の見直しは、施設の改良、建て替え等のハード面の変更や収集範囲の変更等のソフト面の変更のいずれも必要としない対策であり、施設側の対応のみで可能であることから、回答が高くなった。

しかしながら、対応 c)運転炉数、運転時間の見直しのみでは、対応できないほどごみが減量

した場合には、他の対応を検討しなければならない。そのため、次の節において、対応の可能性が高いと回答した施設の特性について分析・考察する。

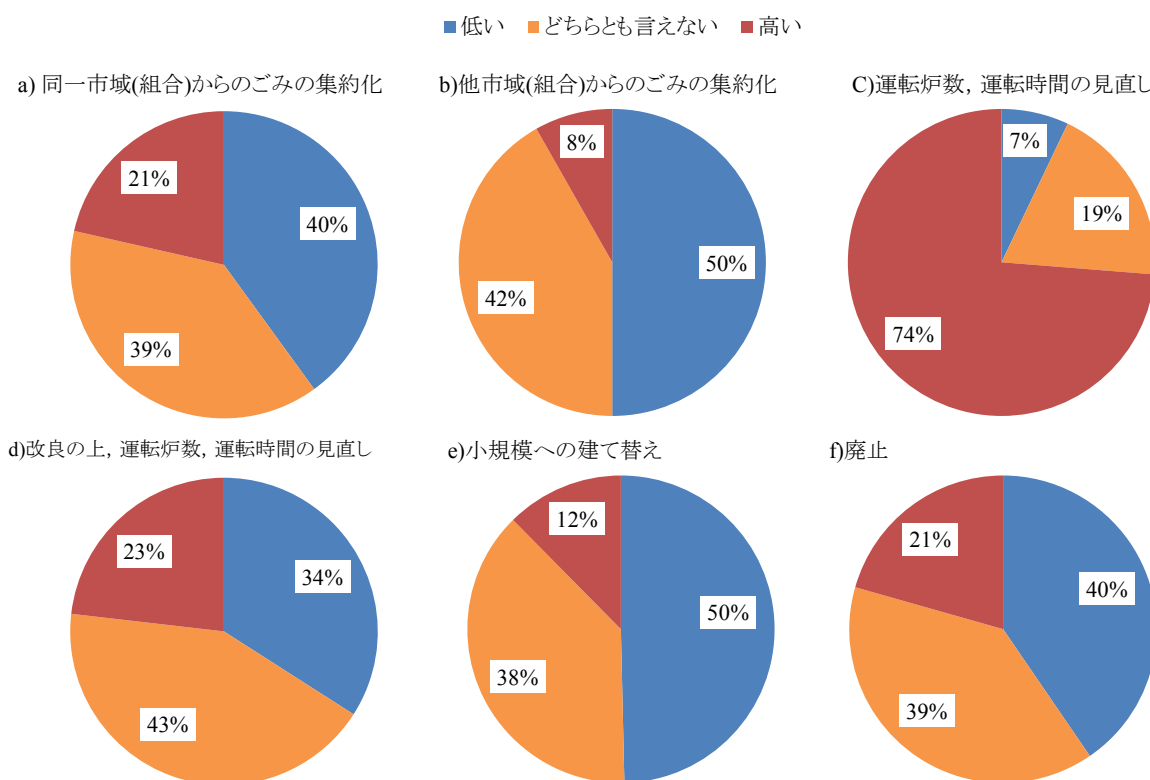


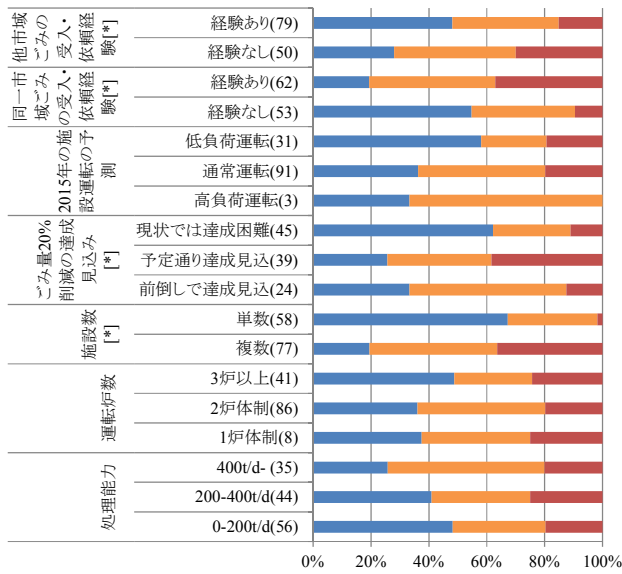
図 11.9.1 低負荷運転時の対応策導入の可能性

11.9.3 低負荷運転対応策と影響因子のクロス集計

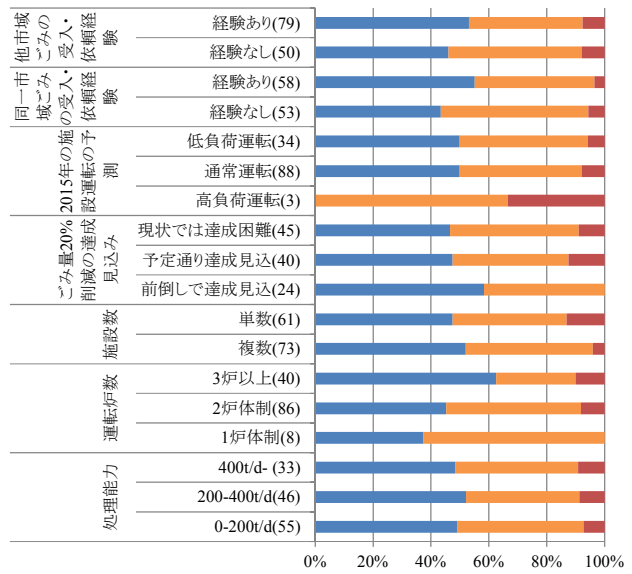
単純集計の結果から、対応 c)以外の項目については、導入可能性があまり高くない結果となった。しかし、運転炉数、運転時間の見直し（対応 c)）のみでは、対応できないほどごみが減量した場合には、他の対応を検討しなければならない。そのため、全体として、導入可能性は高くないと評価された項目についても、分析を行った。

対応 a)~f)毎に影響因子とのクロス集計結果において、導入意向の「高い」、「低い」において、有意な差が見られた項目の一覧を表 11.9.2 に示す。また、一例として、対応策導入の可能性について、いくつかの因子において有意な差が見られた対応 a)と有意な差が見られなかった対応 b)のクロス集計結果を図 11.9.2 に示す。

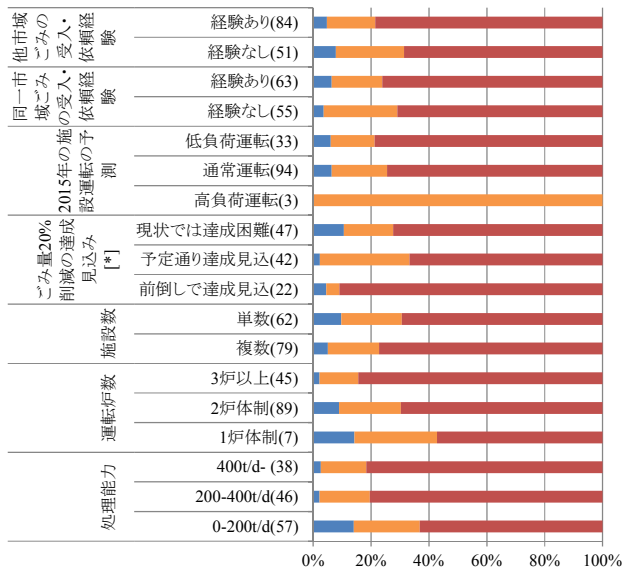
a) 同一市域(組合)からのごみの集約化



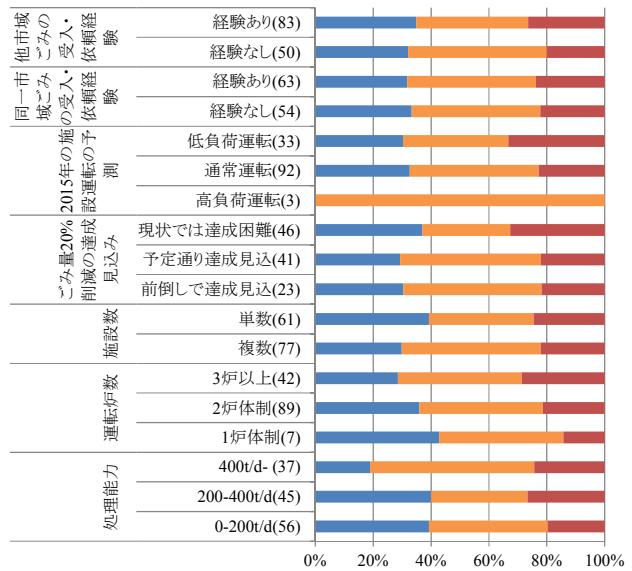
b) 他市域(組合)からのごみの集約化



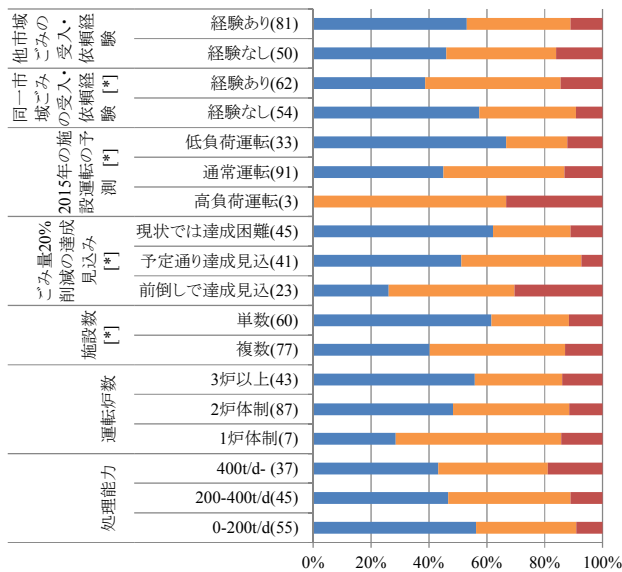
c) 運転炉数、運転時間の見直し



d) 改良の上、運転炉数、運転時間の見直し



e) 小規模への建て替え



f) 廃止

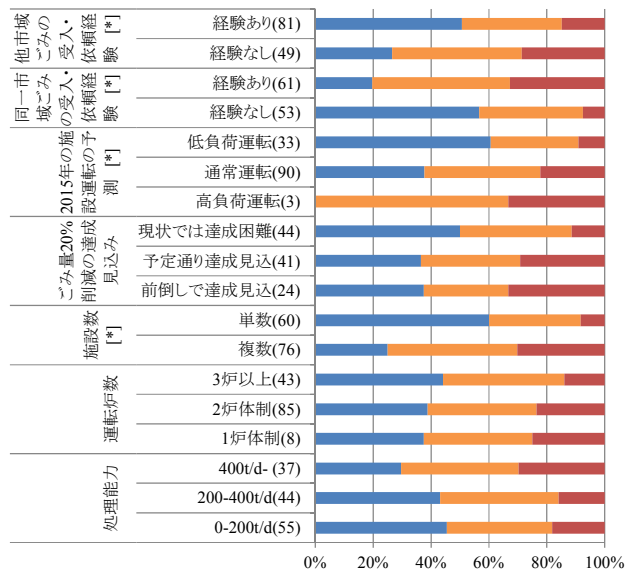


図 11.9.2 低負荷運転対応策と影響因子のクロス集計

表 11.9.2 低負荷運転対応と影響因子の有意差の有無

因子 対応	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
a)			*	*		*	*
b)							
c)							
d)							
e)			*	*	*	*	
f)			*		*	*	*
* : 有意な差 (5%水準) が見られた項目							
【対応】 a)同一市域(組合)からのごみの集約化, b)他市域(組合)からのごみの集約化, c)運転炉数, 運転時間の見直し, d)改良の上, 運転炉数, 運転時間の見直し, e)小規模への建て替え, f)廃止							
【因子】 ①処理能力, ②運転炉数, ③同一市域(組合)内の施設数, ④第二次循環型社会形成推進基本計画のうち家庭からの排出ごみ量 20%削減の達成見込み, ⑤2015年の施設運転の予測, ⑥同一市域(組合)内のごみの受入・依頼経験, ⑦他市域(組合)のごみの受入・依頼経験							

因子③：同一市域（組合）内の施設数は大きく影響する。施設数が複数あるところは、単一施設しかないところよりも、対応 a), e), f)の導入可能性割合が多く、逆に、一施設しかないところは、複数あるところよりも、それらの導入可能性割合が少ない。これは、同一市域内で施設が複数あれば、施設の集約、廃止は可能であるが、一施設しかない場合には、その選択肢がないためである。

因子④：家庭ごみ排出量 20%削減の達成見込みが予定通りなら、集約化や建て替えで適応しやすい。現状で「ごみ削減目標の達成が困難」と考えている施設では、「予定通り」と考えている施設よりも、同一市域内でのごみの集約化（対応 a)）の導入可能性は低いと考えており、逆に、「予定通り」と考えているところは、導入可能性が高いと考えている。また、「前倒しで達成見込み」と考えている施設において、導入可能性が低いのは、規模が小さく、施設を一つしか持たないところが多いためである。次に、小規模施設への建て替え（対応 e)）について、「前倒しで達成見込み」のところは、「予定通り」、「達成見込み」のところよりも導入可能性割合が高い。以上より現状のごみ削減目標の達成状況次第で、集約化および建て替えの際により合理的で賢い選択（社会の変化への適応）をする、と解釈できる。

因子⑤：2015年の施設運転の推測結果は直接の規定因ではない。対応 e), f)において、いずれも低負荷運転が予想されるところは、通常運転のままと予想されるところよりも、建て替え、廃止の導入可能性割合は小さい。当初の仮説では、低負荷運転が予見される場合には、その対応がとられると考えていたが、その逆の結果であった。これは、低負荷運転が想定されても、都市の人口規模が小さく、単一の処理施設しかないため廃止できない等の他の因子の影響が考えられる。

因子⑥：同一市域（組合）内のごみ処理の受入・依頼の経験は複雑に係る。経験があるところは、ないところと比べて、対応 a)：同一市域内での集約化の導入可能性割合、対応 f)：施設の廃止の導入可能性割合が多い。逆に経験がないところは、対応 a), f)とも導入可能性割合は少ない。同一市域内で集約化を行うことにより、ごみ処理を依頼した側の施設は廃止することになると判断していると考えられる。

因子⑦：他市域（組合）のごみ処理の受入・依頼経験があれば逆に廃止できないとする傾向が生じる。因子⑥とは、逆の傾向がでており、経験があるところは、ないところよりも対応 a), f)の導入可能性割合が少ない。これは他市域（組合）間でごみ処理の受入・依頼経験があるために、互いがバックアップ機能を果たしている面があることから、受入あるいは依頼経験があることにより、廃止することはできないと判断していると解する。

また、当初、因子①、②は、低負荷運転対応の因子となるとの仮説をもっていたが、いずれの対応策においても有意な差は見られなかった。

11.9.4 広域で適切な処理規模、施設集約を考える判断に影響する因子を見るパス解析

パス解析により、説明変数間の影響度を推定した。パス解析に用いた影響因子の抽出は、クロス集計の結果、有意差が見られた項目、対応と各影響因子の相関分析の結果、相関が見られた項目を対象とした。なお、影響因子間の内部相関が高いもの(Pearson の相関係数において5%水準で有意なもの)については除外し、パス係数が5%水準で有意なものを選択した。

パス解析の結果、クロス集計の結果と同様に、対応 a), e), f)に関しては、説明変数となる因子を抽出することができたが、対応 b)～d)に関しては、有意となる因子を抽出できなかった。対応 a), e), f)のパス図を図 11.9.3 に示す。

パス解析の結果、対応 a), f)については、因子③、⑥、⑦が、対応 e)については因子③、④が抽出された。本結果より、共通因子は同一市域（組合）内の施設数であり、低負荷運転対応の重要なパラメータである。

対応 a)に対して、因子③：施設数、因子⑥：同一市域内のごみ処理経験は、正の影響を示しており、因子⑦：他市域のごみ処理経験は負の影響を示している。また、標準化影響度（図 11.9.3）の推定値より、対応 a)に対して因子⑥が大きな影響を与えている。

対応 e)に対して、因子③（施設数）、因子④（家庭からの排出ごみ量 20%削減の達成見込み）ともに、同程度の正の影響を示している。複数施設が存在し、前倒しで達成が見込めるところの方が、小規模施設への建て替えの可能性は高いと判断しうる。

対応 f)に対して、最も強い影響因子は、因子③であり、次いで因子⑥、⑦である。因子③、⑥は正の相関であり、因子⑦は負の相関である。これらの要因、解釈は先と同様である。

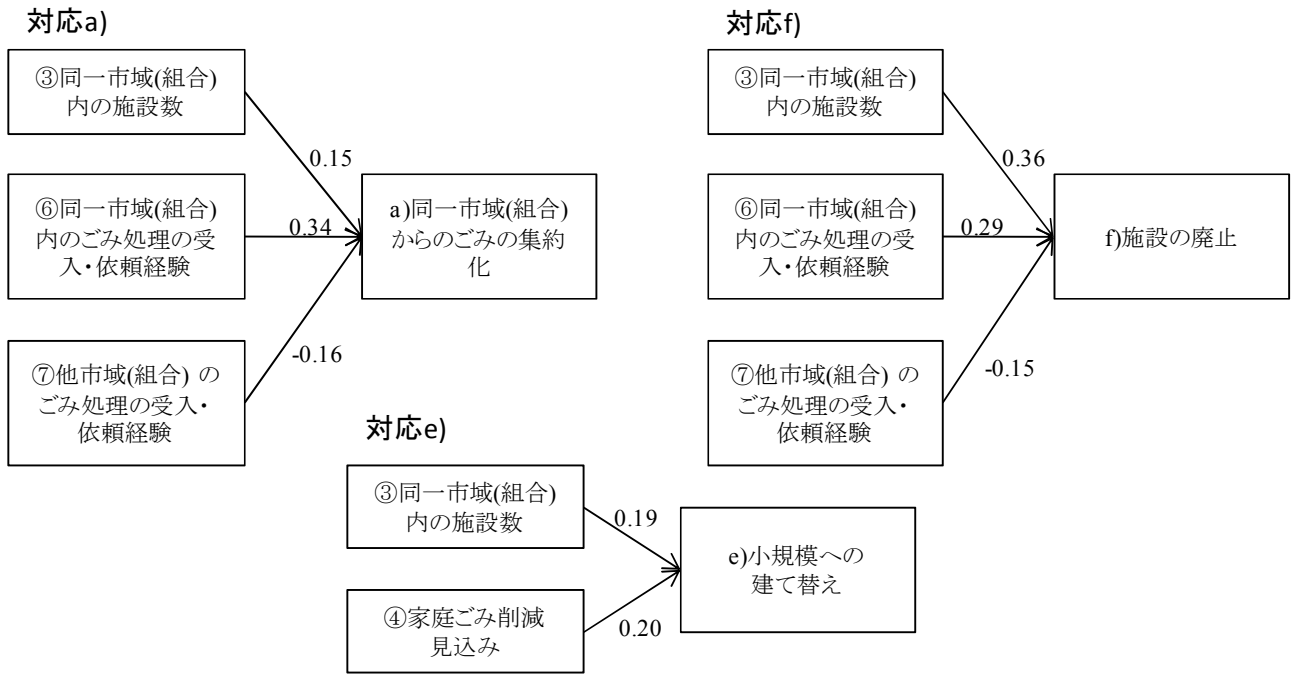


図 11.9.3 低負荷運転時の対応と影響因子のパス解析

11.10 低負荷運転時の対応策の導入方針

これまでの分析の結果より、低負荷運転時の対応方針として、運転炉数や運転時間の見直しの導入可能性が高い傾向にあり、社会の変化に適応し、基本的に合理的で賢い選択をする方向にあると解釈できた。また、クロス集計、パス解析の結果から、対応策の選択には、同一市域(組合)内の施設数(因子③)という、物理的な側面の影響が大きいことが明らかとなった。

ここでは、ごみ量の減少が進んだ場合にどのような対応策がとられるのかについて考察する。因子③の同一市域内の施設数が単一か複数かの違いごとに低負荷型運転時での対応を区分してみたのが図 11.10.1 である。なお、ここで導入の可能性の有無について、6つの対策から可能性のあるものを上位3項目以内で選択した回答において、選択されたものは導入可能性ありとした。また、低負荷運転の対応方針に関する施設管理者の意向について、図 11.10.1 に示した回答割合が多いものより整理した図を図 11.10.2 に示す。

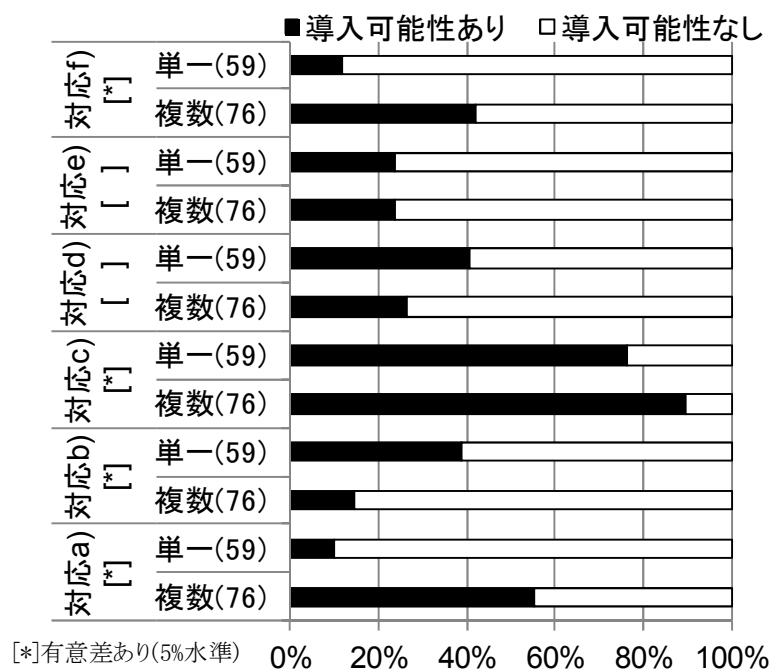


図 11.10.1 同一市域（組合）内の施設数（因子③）と対応策 a)~f)の導入可能性の関係

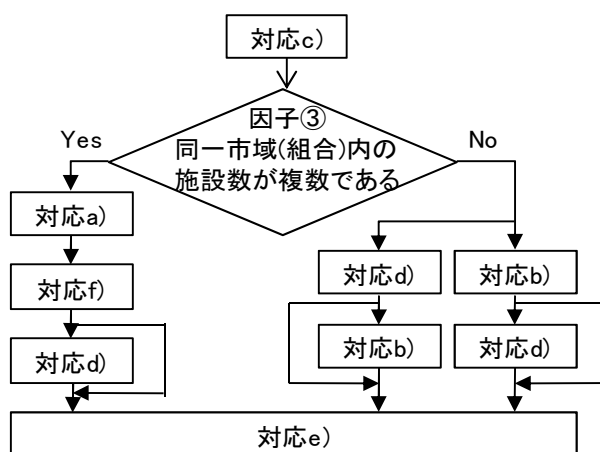


図 11.10.2 「低負荷運転」の社会状況への対応策の導入意向

因子③（施設数が複数，単数）に関わらず，先の5段階評定による結果と同様に，対応c)の導入可能性が約80%前後と最も高いため，対策c)が上位に検討される対応とした．他の対策については，導入可能性割合が低くなり，また，対策によって，因子③の影響が大きいため，因子③の違いにより，対応方針が変わるものとした．

図 11.10.2 の分岐の左側，すなわち，③同一市域（組合）内の施設数が複数ある場合には，図 11.10.1 より，対応 a)：同一市内（組合）での集約化の可能性が高く，次いで，対応 f)：施設の廃止である．この脈絡は，同一市域内で集約化することで，もう一方の施設の廃止がなされるという一連の流れと解釈できる．また，対応 d)の改良か，対応 e)の建て替えか，については同程度の割合であり，供用年数や財政的制約等，ここで評価していない操作変数が影響すると考えられるため，因子を施設管理者が考慮する経路が2通りあるものとした．

一方、同一市域（組合）内の施設数が単数である場合には、**図 11.10.1** より、対応 c)に次いで、対応 b), d)の導入可能性割合が高い(約 40%)。両者とも同程度の割合であり、対応 b)→d)、対応 d)→b)のいずれの流れも考えられることから、ここでも 2 通り設定した。また、その後は、建て替えの割合が高いことから対応 e)とした。

なお、対応 e)へのフローは、対応 d)→b)、ないし対応 b)→d)のプロセスを経ずに、直接対応 d)→e)、対応 b)→e)が考えられる。回答によれば、単一施設のみで、対応 b)および d)の両者ともに可能性があるとして回答した割合は 17%であり、いずれかを選択した施設の約半分にあたることから、ここにも判断の分岐を設けることとした。

以上より、低負荷運転に伴う対応方針について、いくつか想定されるが、施設管理者が対応する様子を、彼らの意向を踏まえた形で表現して**図 11.10.2**とした。

11.11 廃棄物焼却施設の運転管理に関する施設管理実務者の意向分析のまとめ

全国の廃棄物処理施設に対するアンケート調査をもとに連続式ストーカ炉方式の施設に関する人口減少に対応した廃棄物処理施設の運転管理について分析、考察した。得られた知見を以下に示す。

- 1) 一般廃棄物処理基本計画の策定の割合が最も高く（8割）、次いで分別収集計画（7割）、減量化計画（4割）が続く。これに対して長寿命化計画のうちの施設保全計画と延命化計画は何れも 10%以下である。施設規模が大となれば、これらの長寿命計画に取り組む傾向は高くなるが、総じて、計画策定の有無は規模による差は顕著ではない。
- 2) 循環型社会形成推進交付金は、目的誘導型の国の政策的補助制度であるが、自治体の多くが希望している割合が相対的に高いのは、マテリアルリサイクル推進施設であり、次いで、基幹的設備改良事業（3分の1）である。
- 3) 当該の焼却工場の運営方針に近いのは何れかという問いの回答について、AHP（Analytical Hierarchical process）を用いて、相対的な位置付けの違いを明確にすると、エネルギー回収と有機性廃棄物のリサイクルが対極的であることが判明した。これは食品や台所ゴミなどの廃棄物系バイオマスの利用促進は、大規模な焼却施設で効率的となるエネルギー回収を促進する事とは両立しがたいからである。
- 4) 清掃工場の故障や事故、災害時の相互協力（ゴミを別の焼却工場で処理すること）に関しては、大規模な施設ほど受け入れ経験があり、逆に大規模な施設では他に依頼したことは少なくなる。受け入れや処理依頼をしているのは同一市域（一部事務組合を含む）のケースが多いが、災害時に他市域に廃棄物を送り、また受け入れるという割合が高い。定期点検は緊急性がなく予定の行為であり、そのレベルで相互融通するのは冗長度の不足と解釈している傾向が出ている。この点では、トータルの施設容量が減少しながら総能力を年間にわたりバランスよく安定して運転をする時代に入るこの時期（2015年）にあって、各都市の焼却炉の容量を定期点検の時期にも互いに融通し合う協力体制をつくりあげて行く課

題が明確になっている。

- 5) 設備・機器の診断および管理値を設けた計測管理の維持管理業務を見ると、摩耗や損耗が部材ごとに観測しやすく、かつ亀裂などで判断しやすい部材や設備で、診断や管理の業務が実施されている傾向を示していた。具体的には、ボイラ（水冷壁）、ゴミクレーン等である。これに対して、DCS 設備等では、焼却場の維持管理でその劣化や機能低下を診断・管理してはいる。また、機器や部材の消耗・劣化の過程で診断することより、管理値を設定することはより少数に留まり、さらに劣化予測することはさらにごく少数例に留まる。一般に、部材や機器ごとにそのメーカーの推奨期間をそのまま受け入れる傾向が自治体側に生まれやすいが、これらの診断、管理項目の設定、等の経験を通して、多くの種類の部材・機器で推奨期間より長く使おうとする所作が生まれ、それは費用節約の側に貢献する。法令等で点検・補修等の期間が決まっている部材・機器、すなわちボイラ、脱硝装置（触媒）等は長期間の利用を選んではいない。部材や機器には標準の耐用年数が設定されているが自治体の職員の工夫によって、機能を維持向上させながら費用節約の行動をとり得る。その更新・補修のタイミングは資金調達とも関連し、かつ業務を委託する場合にはその契約内容にも影響を与えるが、これらを評価しうる維持管理プログラムの開発は十分ではなく、現場は極めて経験的アプローチをとっていることが再確認された。構造物のストック・マネジメントよりさらに個別的知識や判断を要求されるが、プロトタイプの開発の必要性は高い。
- 6) 2015 年目標の取り組みでは、20%削減の目標達成を可能とする工場が、約 60%と高いが、工場によっては受け入れるゴミの総熱量が増えて高負荷運転となる傾向もあるが、大多数は通常運転あるいは低負荷運転となることを見込んでいる。このうち、低負荷運転ではゴミ量は減るがカロリーが増加すると回答している工場も存在し、この点で、その他包装プラスチック等の熱量の高い廃棄物を焼却系に入れるか、資源循環系に入れるのか、それとも伝統的に埋立処分に委ねるのかの選択の余地があり、焼却工場の関係者の判断に基づけば、2015 年レベルでは自治体の大体的方向が定まっていないう様相である。焼却が発電を伴った資源循環型施設として機能を全うするには、発電重視でその他容器包装プラをエネルギー回収の流れに組み入れる「焼却場の発電施設認定」の要件と効果とを同時に明確にすることが重要で、この認定プログラムがあって初めてこの漂流状態から解決に向けての移行過程に進むことができる。自然エネルギーの開発に併せて、都市の未利用資源を活用策を至急検討すべきである。
- 7) 現在の焼却施設は 25 年以上供用する予定とする回答が、圧倒的に高く、70%に達する。十分に予想されるとおり廃止は避け、建て替え予定である。その際、容量の少ない効率的な施設への建替えを選ぶのは未だ圧倒的に少数であり、現地や他の場所で建て替えをしていく場合の集約化の意向も強くはない。ゴミ量が減少していく将来シナリオを前にしても、集約や炉の運転方式を質問した回答では、4 分の 3 が運転炉（時間）数の見直しを図ると

している。休炉による運転効率（処理量当たりの経費や発電量など）の悪化を防ぐ意向があるのか、あるいは、工場で選択可能な少ないなかで自ら選べる案が注目されているのかをにわかに判定できない。特定の工場に集約化すると答えた回答は相対的には少ないが、これは工場の側の都合で意思決定できない性格なので、回答が少ない事情は理解できる。しかし、発電量や経費の供用年数のトータルで効率を判断する専門家からすれば、設備を改良し、もしくは高性能の発電施設として建て替えて、ゴミ量の減少の中でも発電量を多くしてかつ経費を少なくして行く選択を可能とする「評価法付き建て替えモデル」（経費、発電量およびゴミ焼却量等のシミュレーション）の提示がさらに必要と感じられた。

- 8) 回答を見る限り、低負荷運転への対応方針について、運転炉数、時間数の見直しを図ることが第一である。将来に向けて、施設管理者が異なる対応策を構築するであろう平均的な過程の概略を描くことができた。

12. 廃棄物処理施策の転換に向けた住民意識に関する定量的分析

12.1 調査目的

わが国では、平成 15 年に第一次循環型社会基本計画が策定され、資源生産性の向上、循環利用率の増加、最終処分量の減少等、循環型社会の形成が進んでいる。平成 20 年には、第一次計画を変更し、第二次循環型社会基本計画が策定された。第二次計画において、現状と課題として、家庭ごみの減量化の進捗が遅れており、リデュース、リユースの強化が必要であること、地球温暖化等の環境問題への対応の必要性から、循環型社会の形成をより一層進めていくことが課題とされている。また、2025 年頃までの中長期的なイメージとして低炭素社会や自然共生社会に向けた取り組みとも統合した持続可能な社会の実現が必要であると示されている。

このように、これまでの 3R を中心とした資源循環に加え、廃棄物発電やバイオマス利活用等、低炭素型、自然共生型の社会の実現に向け、貢献していく必要性が示されている。そのため、これまでの循環型施策に加え、低炭素、自然共生に資する施策を展開していく必要があり、施策の転換が求められる。また、現状においても循環施策の推進により、ごみ量が減少しており、中長期的には、物理的な対応として、ごみ処理の集約化や施設の統廃合を検討していかなければならない。

本章では、中長期的な視点から見た場合に予見されるいくつかの施策について、アンケートを用いた住民意識調査を実施し、施策の推進、転換に保守的な人と革新的な人の違いについて考察を行った。また、廃棄物施策の推進、転換における合意形成を図る上で、重要となる項目を明らかにすることを目的とする。また、施設の機能として、低炭素社会におけるエネルギー回収の重要性に対応して、従来よりも発電効率が高くなるように運転管理することへの市民の理解や関連する施策への選好の程度を分析評価することも目的としている。

12.2 市民意識調査の方法および回答者属性

12.2.1 質問紙調査の方法

調査は、平成 23 年 3 月に、①神戸市エコタウン協議会、②神戸市婦人団体協議会、③とよなか市民環境会議アジェンダ 21、④尼崎消費者協会に対して協力を依頼し、各組織の地区や支部の役員等に質問紙が配布された。そのためサンプルは、コミュニティの暮らしと地域のリーダー的性格に強い集団と解釈される。質問紙は、各団体から会員に配布され、その回収は郵送によるものとした。

12.2.2 調査内容

アンケートによる調査項目は大きく 3 つある。第一は、現状の廃棄物問題・施設に関わる意識、イメージについて、第二は今後の廃棄物行政の施策方針について、第三は回答者属性である。また、第二の廃棄物行政の施策に関するものは、①ごみ収集方針に関するもの、②リサイクル方針に関するもの、③施設管理方針に関するものを調査した。回答者属性以外の質問は全

て5段階尺度による設問形式とした。各調査項目を表12.2.1に示す。なお、現状のごみ収集はステーション方式、粗大ごみ以外は無料制(ただし、多くは指定袋)、分別種は5~8分類である。

表 12.2.1 調査項目一覧(1)

大分類	小分類	設問内容	選択肢
廃棄物問題・施設に関わる意識、イメージ	施設に関わるもの	Q4.処理場に対する嫌悪感、近接立地について	1 焼却工場に対して嫌悪を感じ、近くに立地するのは気持ちの良いものではない 2 焼却工場に対して嫌悪は感じないが、近くに立地するのは気持ちの良いものではない 3 どちらとも言えない 4 焼却工場に対して嫌悪を感じるが、協議によっては近くの立地も考えられる 5 焼却工場に対して嫌悪は感じず、協議によっては近くの立地も考えられる
		Q8.温水、蒸気等の周辺のレクリエーション施設への供給等の補償的な行為について	1 賛同する 2 どちらかと言えば賛同する 3 どちらとも言えない 4 どちらかと言えば賛同しない 5 賛同しない
	現状認識	Q5.ごみ問題解決、対策について	1 ゴミ問題は解決に向かっており、急いで強力な施策を進めることは妥当ではない 2 ゴミ問題に危機を感じるが、急いで強力な施策を進めることは妥当ではない 3 どちらとも言えない 4 ゴミ問題は解決に向かっていると思うが、さらに強力な施策を進めるのが妥当だ。 5 ゴミ問題に危機を感じており、至急、強力な施策を進めるのが妥当だ

表 12.2.1 調査項目一覧(2)

大分類	小分類	設問内容	選択肢
廃棄物行政の施策方針	ごみ収集方針	Q1.ごみの集積所について	1 ステーションのような町内の決まった場所 2 歩いてすぐの場所だが、自分の家の前ではないところ 3 どちらとも言えない 4 隣近所の中で自分達で決めたい 5 自分の家の前
		Q2.ごみ処理有料制について	1 税金で賄う方式を支持する 2 ある程度の量までは、税金で賄い、それ以上のものは課金する方式を支持する 3 どちらとも言えない 4 ゴミ量にかかわらず一定の手数料を支払う方式を支持する 5 ゴミ量によって手数料を変える方式を支持する
	リサイクル方針	Q6.分別収集を伴うリサイクルについて	1 市民の労力が大きくなっても、分別収集目を増やし、リサイクル量を増やすべき 2 市民の労力が大きくなるのは嫌だが、分別収集品目を増やし、リサイクル量を増やすべき 3 何とも言えない 4 分別品目を増やさず、人を雇い焼却工場棟で効率よく選別しリサイクル量を増やせばよい 5 分別品目を増やしても、間違っ紛れ込んだゴミにより、回収資源の質、価格が下がり、リサイクル出来ない可能性があるためこれ以上市民に負担を強いるべきではない
		Q9.ガラスびんの色別回収と一括回収について	1 分けて回収すべき 2 どちらかと言えば分けるべき 3 どちらとも言えない 4 どちらかと言えば一括回収すべき 5 一括回収すべき
		Q10.容器包装プラのリサイクルについて	1 材料としてリサイクル 2 どちらかといえば材料としてリサイクル 3 どちらとも言えない 4 どちらかといえばエネルギー回収 5 エネルギー回収
	施設管理方針	Q3.焼却工場の白煙防止対策について	1 有害でなくても、風評被害を避けるために白煙を見えないように加熱するべき 2 どちらかといえば加熱した方がよい 3 どちらとも言えない 4 どちらかと言えばエネルギーの有効利用をはかるべき 5 見えなくするだけなら加熱せずに発電に回してエネルギーの有効利用をはかるべき
		Q7.発電収入の増強について	1 炉の傷みを抑え支出を抑制すべき 2 どちらかと言えば支出を抑制すべき 3 どちらとも言えない 4 どちらかと言えば発電すべき 5 集約してでも発電し、収入を増やすべき
		Q11.エネルギー供給拠点施設への転換について	1 適正処理などにお金をかけるべき 2 どちらかと言えば適正処理にお金をかけるべき 3 どちらとも言えない 4 どちらかと言えばエネルギー供給施設にお金をかけるべき 5 エネルギー供給施設としてお金をかけるべき
		Q12.施設の集約化について	1 各市で処理すべき 2 どちらかと言えば各市で処理すべき 3 どちらとも言えない 4 どちらかと言えば集約化すべき 5 集約化すべき
	回答者属性		年代
		性別	女性・男性
		居住形式	戸建住宅の持家, 集合住宅の持家, 戸建の借家, 集合住宅の借家, その他
		居住地	市単位

12.2.3 市民意識調査の回答者属性

アンケートの総配布枚数は、1,135 枚、回収枚数は 873 枚(回収率 77%)である。主な回答者属性を表 12.2.2 に示す。各種団体を通じて依頼したことから、回答者属性に偏りが見られる。年代は、60 歳以上の割合が圧倒的に多い (79%)。性別は女性が 79%と多い。また、居住形態は、年齢層に支配され、戸建住宅の持ち家が最も多い (72%)。

表 12.2.2 回答者属性

年代	10,20歳代	5	(1%)	居住形態	戸建住宅の持家	628	(72%)	性別	女性	687	(79%)
	30歳代	16	(2%)		集合住宅の持家	156	(18%)		男性	179	(21%)
	40歳代	41	(5%)		戸建の借家	8	(1%)		無回答	7	(1%)
	50歳代	109	(12%)		集合住宅の借家	64	(7%)				
	60歳以上	690	(79%)		その他	4	(0%)				
	無回答	12	(1%)		無回答	13	(1%)				

12.3 市民意識調査の単純集計結果

12.3.1 廃棄物問題・施設に関わる意識、イメージ

回答者が抱いている廃棄物処理施設に関するイメージならびに、現在のごみ問題に関する認識について図 12.3.1 に示す。

処理場に対する嫌悪感、近接立地(Q4)について、最も多いイメージは「焼却工場に対して嫌悪は感じないが、近くに立地するのは気持ちの良いものではない(X2)」であり(43%)、総論賛成、各論反対型の意見が多数派である。また、「焼却工場に対して嫌悪を感じ、近くに立地するのは気持ちの良いものではない(X1)」ならびに「焼却工場に対して嫌悪は感じず、協議によっては近くの立地も考えられる(X5)」は、ともに1割程度ずつである。

処理場の補償的な行為(Q8)について、「賛同する(X1)」が最も多く(58%)、「どちらかと言えば」も含め、賛同しない側の意見(X4,X5)はわずかに4%のみである。多くの人が補償的な行為に対しては賛同している。

現状のごみ問題の認識と施策の実施(Q5)について、最も多い意見は「ゴミ問題は解決に向かっていていると思うが、さらに強力な施策を進めるのが妥当だ(X4)」(38%)である。多くの人が、これまでのごみ問題への対応について評価しているが、今後も対応が必要だと認識している。

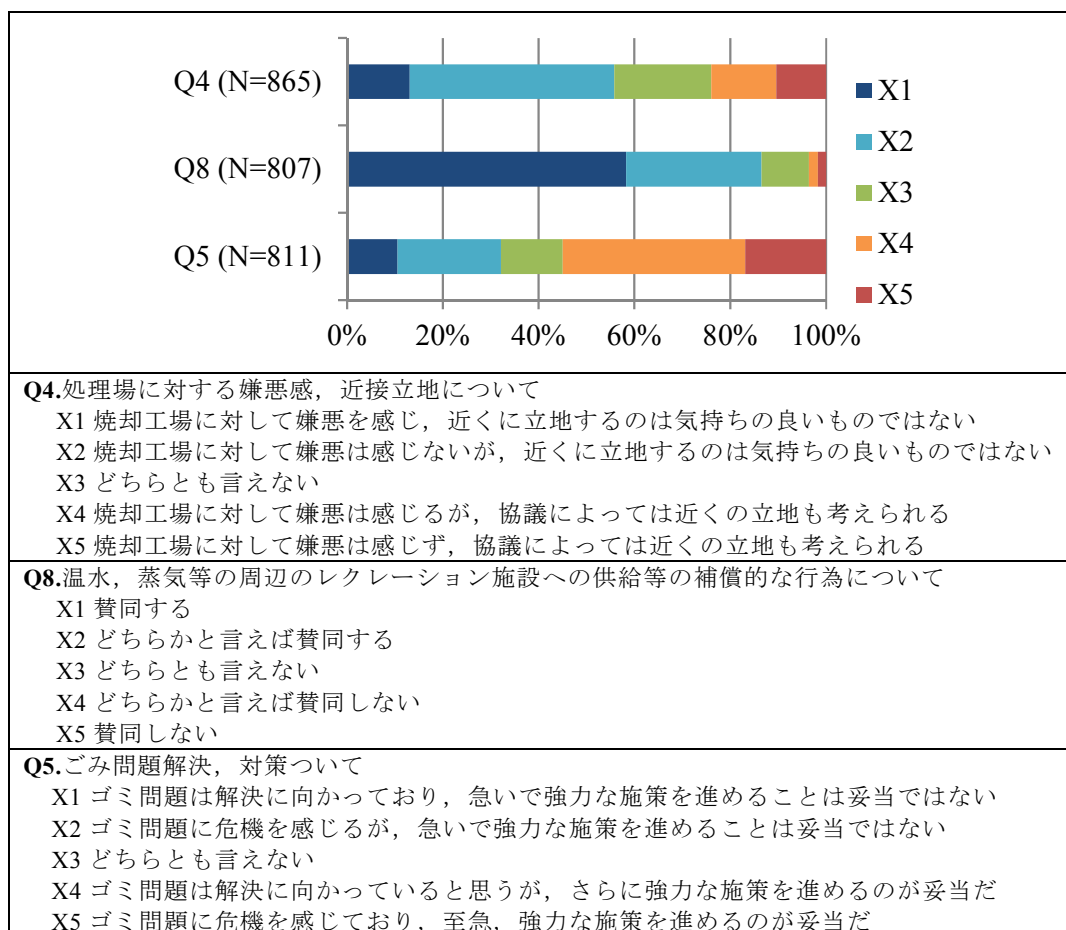


図 12.3.1 廃棄物問題・施設に関する意識、イメージ

12.3.2 廃棄物行政の施策方針（ごみ収集方針）への選好

今後のごみ収集方針に関する意向の調査結果を図 12.3.2 に示す。

ごみの集積所について(Q1)，今回調査の対象とした住民の居住地の多くは，現在，ステーション方式の収集形態となっている。今後，高齢化が進展すると，ステーション方式から戸別方式への転換も考えられる。しかし，調査結果では，約 80%の住民は「ステーションのような町内の決まった場所(X1)」を選択しており，現状の収集形態を望んでいる。逆に「自分の家の前(X5)」は 8%程度と非常に少ない。

ごみ処理の有料制について(Q2)，調査対象の住民の地域では，可燃ごみの有料制度はほとんど導入されていない。減量意識の向上のひとつの政策として，ごみの有料制が考えられるが，約半数の住民は，有料制ではなく，現状の方式（「税金で賄う方式 (X1)」）を支持している。一方，「ゴミ量によって手数料を変える方式(X5)」については 1 割程度に留まっている。

以上のようにごみ収集方針については，現状の方式を支持する割合が高い。ごみ集積所に関しては，ステーション方式よりも戸別方式の方が，移動距離が短くなり，ごみ出し行為が軽減されることからサービスとしては向上すると思われたが逆の結果となった。また，ごみの有料制については，ごみ処理に関して費用を負担することに関して否定的な人の方が多い結果であった。

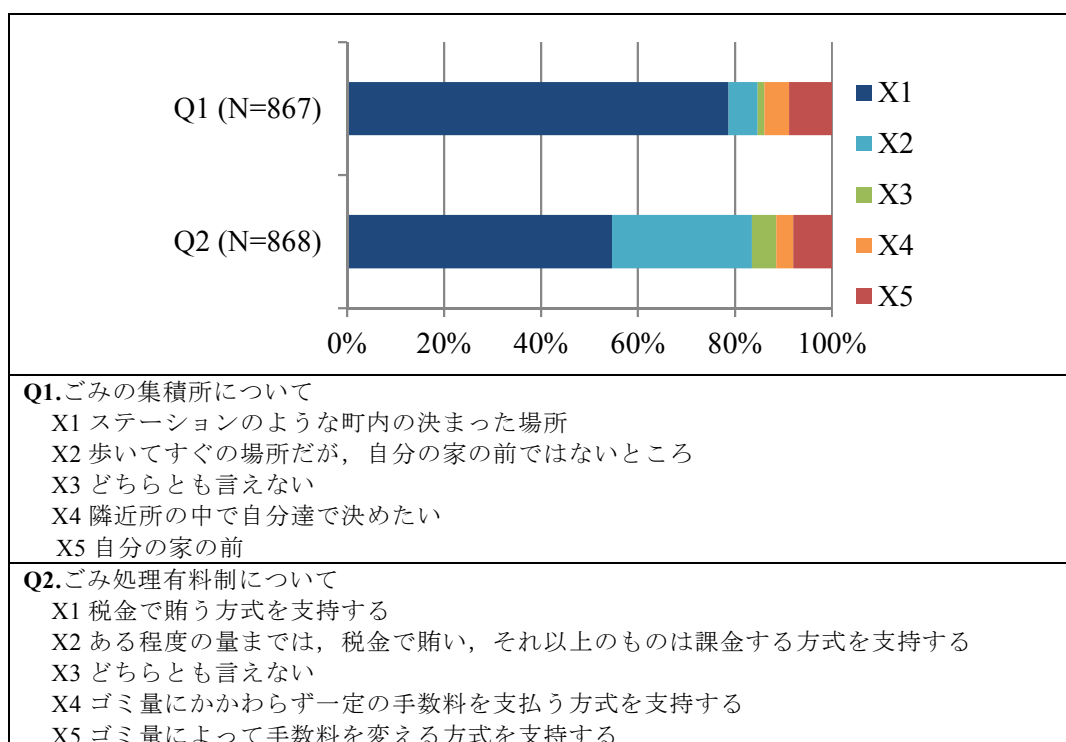


図 12.3.2 今後のごみ収集方針に対する意向

12.3.3 廃棄物行政の施策方針（リサイクル方針）への選好

今後のリサイクル方針に関する意向調査結果を図 12.3.3 に示す。

分別収集を伴うリサイクル(Q6)について、最も多い意見は「市民の労力が大きくなっても、分別収集目を増やし、リサイクル量を増やすべき(X1)」(35%)であり、X2 と併せると、分別収集品目を増やしてでもリサイクル量を増やすべきと考える意見が半数を超える。これに対して、X5 のように細分別にあまり意味が感じられず、市民に負担を強いるべきではないという意見は 16%程度であった。

ガラスびんの回収(Q9)については、意見が分かれており、多数派が存在するわけではない。ビン、カン、PET ボトル等の素材の違いによる分別収集は浸透してきているが、ビンの色を分別することに関しては意見がわかれているようである。

容器包装プラスチックのリサイクルについて、マテリアルリサイクルとエネルギー回収によるサーマルリサイクルでは、サーマルリサイクルに対する支持の割合の方がやや高い。仮説は、マテリアルリサイクルの方が多いと考えていたが、逆の結果となった。これは被験者が各種協議会等の団体員であることから、環境に対する知識が豊富なため、容器包装プラスチックであればマテリアルリサイクルするよりもサーマルリサイクルの方が効率的と判断したと思われる。

以上のようにリサイクル意向に関しては、分別収集等が浸透してきている効果もあり、多数派が存在するわけではなく、意見が分散する傾向が見られる。

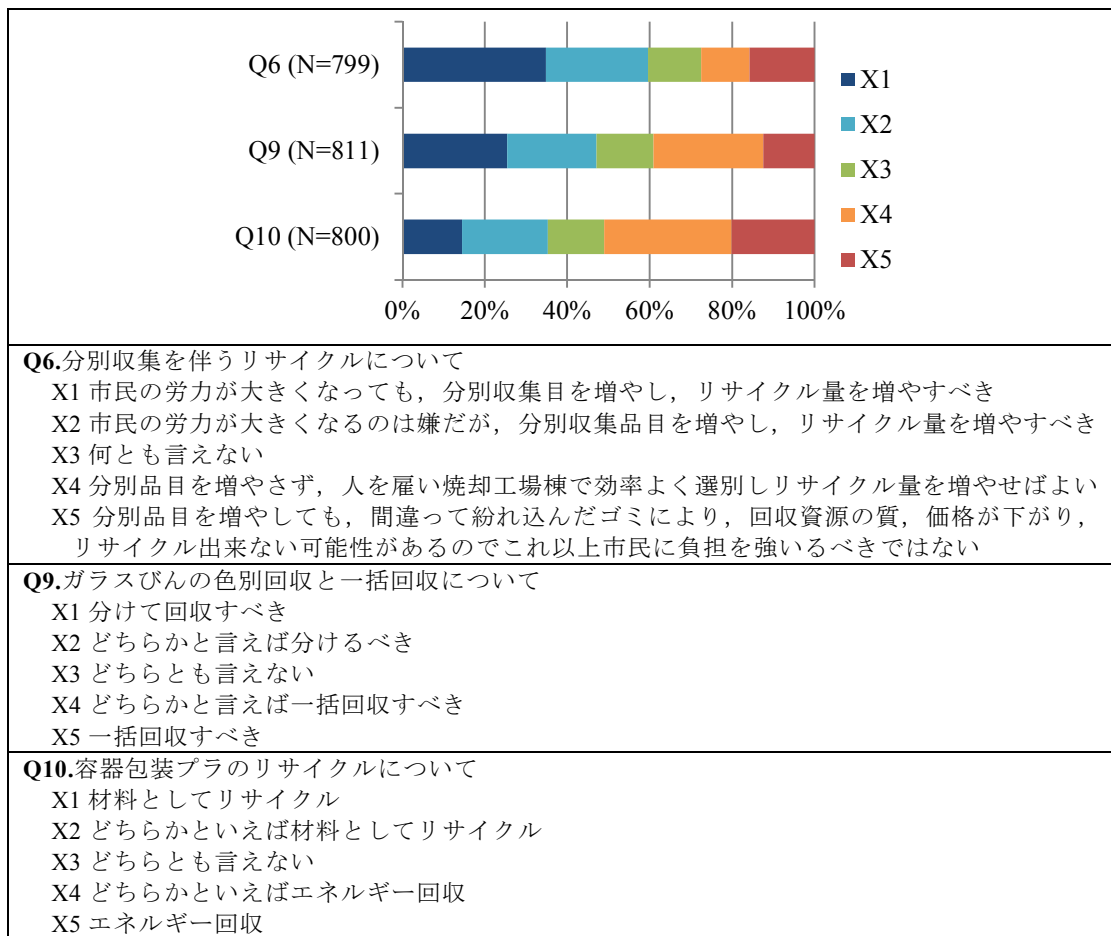


図 12.3.3 今後のリサイクル方針に対する意向

12.3.4 廃棄物行政の施策方針（施設管理方針）への選好

今後の施設管理方針については、廃棄物処理施設をエネルギー拠点として考えていくなど、その転換が必要となってきた。今後の施設管理方針に関する意向調査結果を図 12.3.4 に示す。

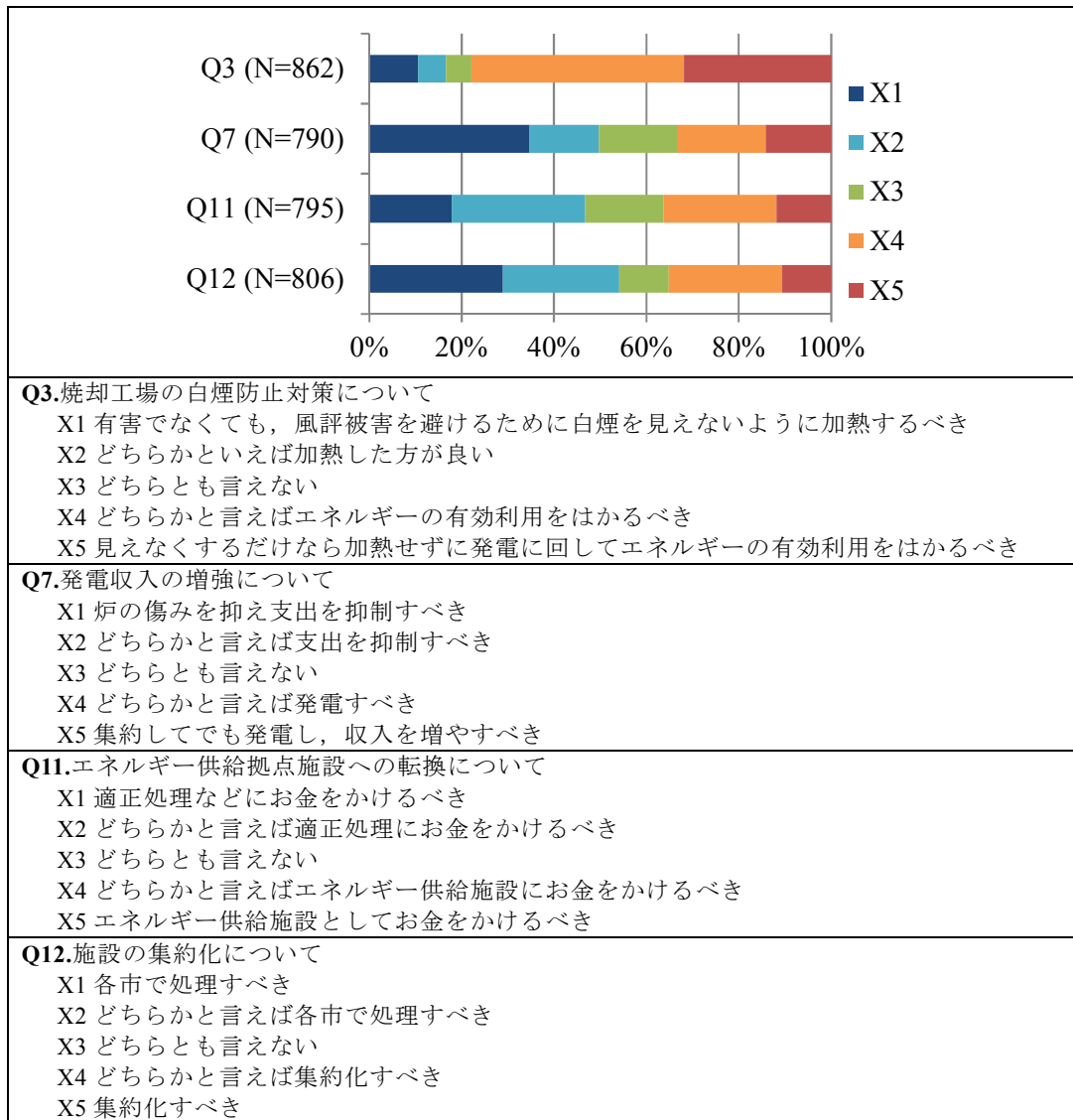


図 12.3.4 今後の施設管理方針に対する意向

焼却工場の白煙防止対策(Q3)について、有害でないならば、加熱せずに発電に回してエネルギーの有効利用をはかるべきという意見が多い(X4 : 46%,X5 : 32%)。現状の多くの施設では、風評被害を避けるために白煙防止のために加熱しているが、意向調査の結果より、白煙防止策を取りやめ、エネルギーを有効利用する方針は認められやすいと考えられる。

発電収入の増強(Q7)について、最も多い意見は、「炉の傷みを抑え支出を抑制すべき(X1)」(35%)であり、他の意見はほぼ 15%前後であった。どちらの運転形態であってもごみの安定処理は第一の目的であるが、支出抑制型の運転方針と収入増大側の運転方針では、支出抑制型の

運転方針の方が支持される結果である。

エネルギー供給拠点施設への転換(Q11)について、本設問では、従来型の適正処理に費用をかけるべきか、エネルギー拠点へと転換をはかる施設の改良・更新を行い、エネルギー供給施設として費用をかけるべきかの回答を得た。その結果、やや適正処理に費用をかけるべき(X1,2:47%)という意見が、エネルギー拠点施設として費用をかけるべき(X4,5:37%)という意見よりやや多い。施設のエネルギー拠点化に関しては、少数派の意見ではなく、ある程度、支持が得られるものと考えられる。

施設の集約化(Q12)については、現状の各市で処理すべきという意見が半数以上の支持を得た(X1:29%, X2:25%)。これに対して、「集約化すべき」という意見(X4:24%, X5:11%)は、少ない。これまでの自区内処理の原則が支持された結果である。他地域において収集されたごみ収集車が、自らの地域内を走行すること、ならびに処理されることに対する抵抗感は強いと考えられる。

以上のように、白煙防止策を除き、現状の方式を支持する住民の割合が高い。今までとは違い、処理施設をエネルギー拠点化施設として転換していくためには、今後、その社会的意義や有効性等を住民に説明し、合意形成を図っていく必要がある。

回答の主流は、「ステーション方式」、「税金で賄う」、「労力でも分別を」、「やや一括支持」、「ややエネルギー回収支持」、「白煙防止不要」、「炉の痛み抑え優先」、「やや適正処理志向」、「各市で処理」を選ぶ傾向である。このように、コミュニティのリーダー層の意識は、総じて、廃棄物の収集や料金制度の現状を肯定しているものの、リサイクル方針に関する意見は集団としては一致せず分裂気味であり、かつ施設管理方針は比較的穏当な従来の政策を支持している傾向が強い。

しかし、施設の集約化に関しては、まず、現時点で必要性が十分に市民に理解されていない。さらに一般的に、ごみを受け入れる側の地域の住民感情への配慮が必要とされる。この点では、未だ「炉の痛みを抑え」、「適正処理」を優先し、「各市で処理」を挙げる割合が高い事実は直視せねばならない。

12.4 ごみ問題・廃棄物処理施設の現状認識・イメージと方針の関係性

12.4.1 分析方法

前節の単純集計により、収集、リサイクル、施設管理方針に関する各項目の住民意識の平均的傾向を把握することはできた。本節では、現状のごみ問題や施設に対する認識、イメージと各方針間の関係や類似度を把握するために、コレスポネンズ分析を用いて考察する。

コレスポネンズ分析は、多次元集計されたデータを多次元空間にマッピングして、データ要素同士の関係性を視覚的に表現する多変量解析のひとつである。本手法では、相対的な関係として、類似度・関係性の強い要素同士は近くに、弱い要素同士は遠くにプロットされる。直観的・感覚的にデータの傾向を把握できる特徴があり、ブランドポジショニング分析や消費者特性分析など、マーケティング分野でよく用いられている。同種の手法として、数量化3類が基本の考え方は同じであり、対象とするデータの形に若干の違いがある。コレスポネンズ分析は、行列（分割表）において、行項目と列項目の相関が最大になるように、数量化して、その行の要素と列の要素を多次元空間（散布図）に表現する。

ここでは、表 12.2.1 で示した 5 段階尺度で質問した 12 の各質問をコレスポネンズ分析により分析し、各質問の評定結果の類似度・関係性を散布図に表現し、解釈することとした。なお、分析に当たり、カテゴリの度数が小さいものがあるとカテゴリスコアが大きくなる傾向があるため、本研究では、5 段階尺度で評価されたカテゴリの度数が 20 を下回るものについては、質問の選択肢を考慮して、カテゴリを統合することとした。具体的には、ごみ集積所(Q1)に関する設問について、X3 の度数が 10 であったため、X2~4 を統合し、X3 とした。また、補償的な行為(Q8)について、X4、X5 の度数がそれぞれ 15,14 であったことから、それらを統合し、X5 とした。

12.4.2 コレスポネンズ分析による現状認識・イメージと方針の関係性

コレスポネンズ分析の結果を図 12.4.1 に示す。なお、データのプロット数が多いため、ここでは、繁雑になるのを避けるため、各設問の X1(凡例：●)、X3(同：-)、X5(同：○)をプロットしている。なお、グラフ中の凡例 Q1-1 とは、設問 1 の第 1 カテゴリ(X1)を意味する。

容器包装プラスチックのリサイクル(Q10)を除き、各設問の X1 が第 2 象限、X5 が第 3 象限に分布している。また、X3 については、第 1 象限ないし第 4 象限に分布している。図中には示していないが X2 の多くは第 1 象限に、X4 は第 3 ないし第 4 象限に分布している。この結果より、X 軸(1 軸)を「態度表明の度合い」と判断し、X 軸の正の方向を「消極的」、負の方向を「積極的」と解釈した。また、Y 軸(2 軸)は、原点を境に、X1(従来型)と X5(転換型)が分かれていることから、正の方向を「保守的」、負の方向を「革新的」と解釈した。

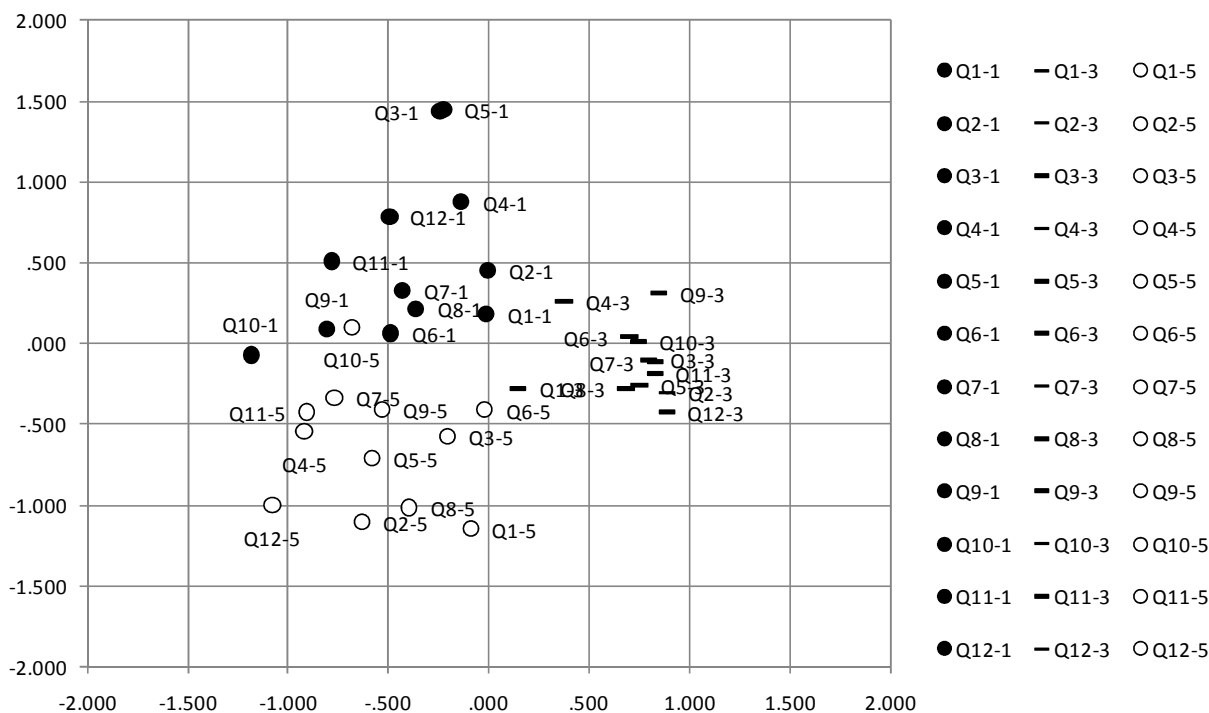


図 12.4.1 コレスポネンス分析による現状認識・イメージと各方針の関係性

本研究の目的は、今後の廃棄物行政の方針について、保守的な人と革新的な人の違いを明らかにし、今後の施策展開に当たり合意形成を図る上で重要な項目は何かを明らかにすることである。そのため、ここからは、特に X1(従来型)と X5(転換型)のカテゴリに着目して、分析、考察を行う。

コレスポネンス分析により得られた Q1~Q12 の X1, X5 のカテゴリスコアをもとにクラスター分析を行い、各設問のカテゴリから意味を解釈し、分類した。結果を図 12.4.2 に示す。

第一クラスタは、Q3-1, Q5-1 であり、方針に関わるのは Q3 のみのため、「施設管理の現状型」と解釈した。第二クラスタは Q7-1~Q11-1 であり、Q10-5 のみ傾向が逆であるが、それ以外の項目から判断し、施設管理方針の支出抑制、リサイクル方針のマテリアルリサイクルを支持するグループであることから「支出抑制・マテリアルリサイクル型」と解釈した。第三クラスタは Q1-1~Q1-12 であり、主に収集に関わることであるため、「収集_現状型」と解釈した。これらの第一~第三のクラスタを従来の施策を支持する「保守型」と解釈した。

次に、第四クラスタは、Q4-5~Q12-5 であり、先ほどと同様に Q10-1 のみ傾向が逆であるが、それ以外の項目から、施設管理方針のエネルギー利用、収入増加ならびにリサイクル方針のエネルギー利用を支持するグループであることから「収入増加・エネルギーリサイクル型」と解釈した。第五クラスタは、Q1-5~Q3-5 であり、収集、リサイクル、施設管理のいずれの分野のものも含んでおり、合理化を推進する内容であることから、「収集・リサイクル・施設管理の合理化型」と解釈した。クラスター分析により分類した結果を図 12.4.3 に示す。

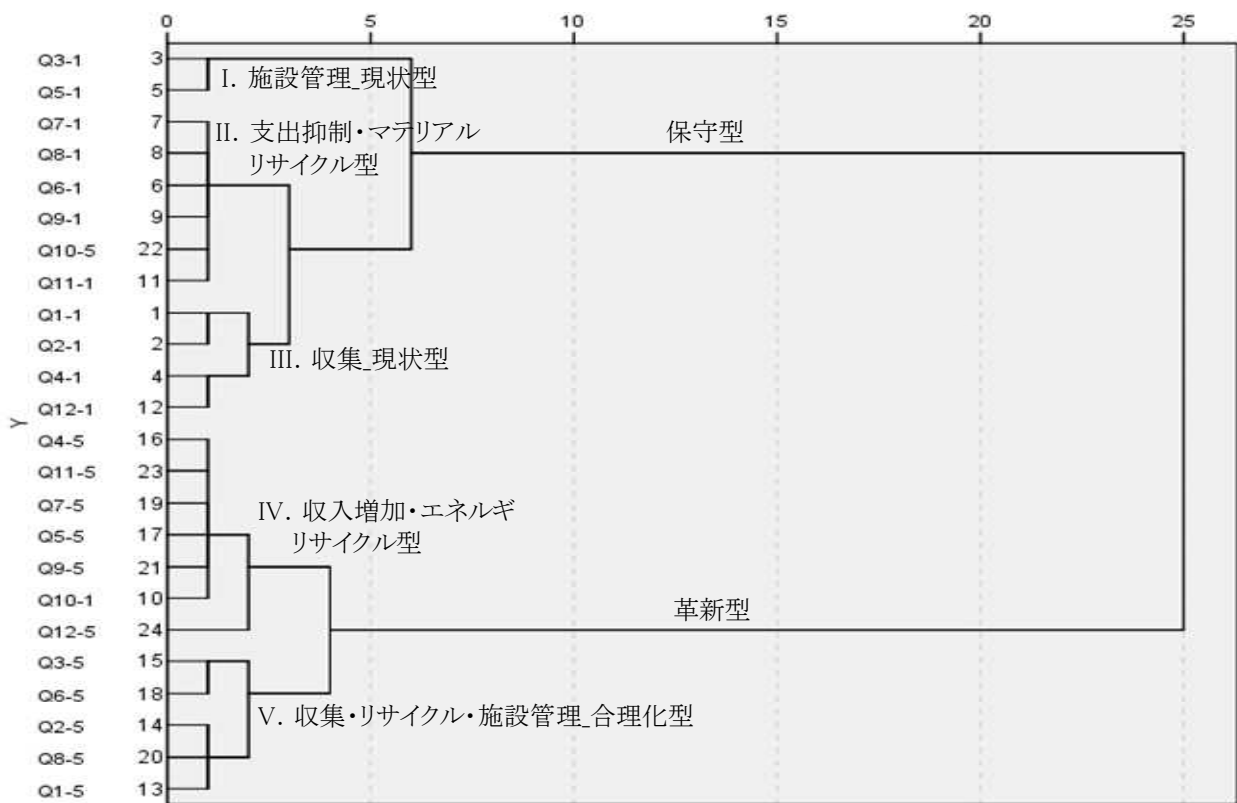
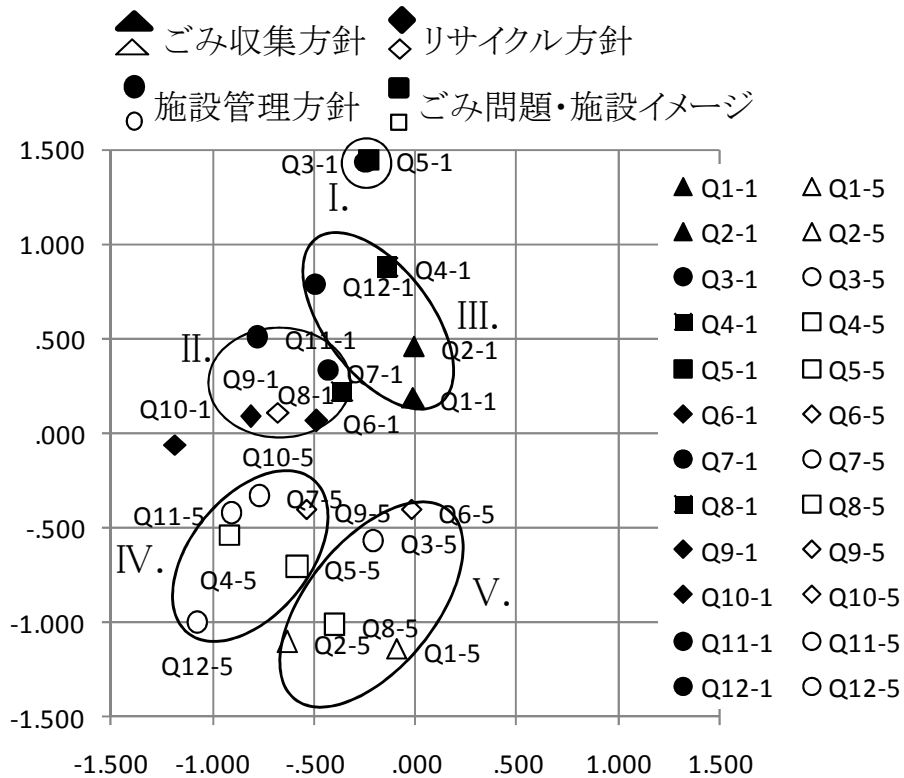


図 12.4.2 現状認識・イメージと各方針のクラスター



I. 施設管理_現状型, II. 支出抑制・マテリアルリサイクル型
 III. 収集_現状型, IV. 収入増加・エネルギーリサイクル型,
 V. 収集・リサイクル・施設管理_合理化型

図 12.4.3 現状認識・イメージと各方針の分布

図中の凡例■, □が, ごみ問題や施設に対する認識・イメージに関する回答である。それらの分布と各クラスタの関係に着目する。

第一クラスタ「施設管理_現状型」は, Q5-1 (ゴミ問題は解決に向かっており, 急いで強力な施策を進めることは妥当ではない) と関係性が相対的に強い。これは, ごみ問題も解決に向かっており, これまで通りの施策展開で良いと考えている人は, 施設管理についても現状のままでもよいと考えていると思われる。

第二クラスタ「支出抑制・マテリアルリサイクル型」は, Q8-1 (補償的な行為に賛同する) との関係性が見られる。補償的な行為に賛同する人は, 廃棄物処理施設で生じた熱をレクリエーション施設等に還元しないことはもったいないことだと考え, 施設管理やリサイクルに関しても費用の支出抑制, マテリアルリサイクルを支持すると思われる。

第三クラスタ「収集_現状型」は, Q4-1 (焼却工場に対して嫌悪を感じ, 近くに立地するのは気持ちの良いものではない) と関連性が見られる。焼却工場に対して否定的な意見が強く, 自らの居住環境が乱される恐れのあることに対して抵抗感が強いと思われる。そのため, 集積所の変更や有料制, 焼却施設の集約化に関しても抵抗感があると思われる。

第四クラスタ「収入増加・エネルギーリサイクル型」は Q4-5 (焼却工場に対して嫌悪は感じず, 協議によっては近くの立地も考えられる), Q5-5 (ゴミ問題に危機を感じており, 至急, 強力な施策を進めるのが妥当だ) と関係性が見られる。ごみ問題に対して危機感があり, さらに対策が必要と考えており, 焼却場の近隣立地についても考慮する余地がある人たちであり, 焼却工場を都市のエネルギー拠点施設として積極的にエネルギー利用を推進することに賛同していると考えられる。

第五クラスタ「収集・リサイクル・施設管理_合理型」は, Q8-5 (補償的な行為に賛同しない) と関係性が見られる。これはレクリエーション施設等に対する蒸気等の供給を行うよりも, 発電等に回した方が合理的と考えていると判断でき, そのため, 収集, リサイクル, 施設管理についても合理的な運用を期待していると考えられる。

以上の結果から, 今回設定したごみ問題や施設への認識・イメージの設定項目により, 廃棄物行政の転換に保守的な人と革新的な人の違いが説明できる。

12.4.3 廃棄物施策転換に向けた住民メンタルマップ上の重要項目

廃棄物施策の転換を図る場合, 住民の合意形成を得る必要がある。本節では, 今後, 廃棄物施策の転換に向けて, 住民の合意形成を得る上で重要と思われる項目を明らかにする。先のコレスポネンダ分析により, 各方針のカテゴリスコアを求めた。ここで X1 と X5 のカテゴリスコアの差が大きい。すなわち, レンジが広いことは, 意見が二極化しており, 合意形成を得る上で困難が予想される項目である。そのため, 各方針について, カテゴリスコアのレンジを求めた。結果を図 12.4.4 に示す。

	アイテム	カテゴリ	度数	次元2 カテゴリスコア		次元2 レンジ
ごみ 収集 方針	Q1.ごみの集積所	X1	563	.185		1.331
		X2,3,4	91	-.277		
		X5	69	-1.146		
	Q2.ごみ処理有料制	X1	389	.457		1.560 (3)
		X2	215	-.434		
X3		37	-.303			
X4		22	-.325			
X5		60	-1.103			
リサイ クル 方針	Q6.分別収集を伴うリサイクル	X1	251	.066	.474 (8)	
		X2	185	.198		
		X3	90	.042		
		X4	80	-.112		
		X5	117	-.408		
	Q9.ガラスびんの色別回収と一括回収	X1	181	.089	.496 (7)	
		X2	159	.092		
		X3	92	.310		
		X4	201	-.112		
		X5	90	-.408		
Q10.容器包装プラのリサイクル	X1	100	-.068	-.172 (9)		
	X2	157	-.047			
	X3	102	.016			
	X4	222	-.010			
	X5	142	.104			
施設 管理 方針	Q3.焼却工場の白煙防止対策	X1	71	1.437	2.006 (1)	
		X2	44	.663		
		X3	41	-.098		
		X4	329	.026		
		X5	238	-.570		
	Q7.発電収入の増強	X1	252	.332	.665	
		X2	113	.075		
		X3	126	-.112		
		X4	137	-.338		
		X5	95	-.333		
	Q11.エネルギー供給拠点施設への転換	X1	129	.509	.931	
		X2	210	.342		
X3		122	-.182			
X4		180	-.448			
X5		82	-.422			
Q12.施設の集約化	X1	203	.787	1.787 (2)		
	X2	181	.164			
	X3	82	-.421			
	X4	182	-.439			
	X5	75	-1.000			

-1.5 -1 -0.5 0 0.5 1 1.5

図 12.4.4 収集、リサイクル、施設管理方針のカテゴリスコアとレンジ

レンジが最も大きい項目は、焼却工場の白煙防止対策(Q3)である。次いで、施設の集約化(Q12)、ごみ処理有料制(Q2)である。一方、レンジが小さい項目は、リサイクル方針に関わる3項目(Q6, Q9, Q10)である。

本結果より、リサイクル方針に関わる項目については、他の収集および施設管理方針に比べ合意形成が得られやすいと考えられる。これは、既に多くの自治体において一般廃棄物基本計画が定められ、その中で分別収集計画等も策定、実施されていることから、住民にとって受け入れられやすい項目と考えられる。

一方、施設管理方針のうち、レンジが大きく、意見の二極化が見られる項目は、白煙防止(Q3)、施設の集約化(Q12)であり、住民が直接的な影響を受ける項目である。また、ごみ収集に関しても、当然、住民が直接的な影響を受ける項目である。このような直接的な影響を受ける項目に関しては、賛否が分かれ、合意形成が得られにくい。さらに、白煙防止(Q3)以外の項目については、施策転換を図ろうとする意見の方が少数派であることから、特に賛同を得て合意形成を進めにくいと考えられる。

12.5. 市民意識調査のまとめ

廃棄物処理施設の機能は、ゴミの受け入れ状況により変化する。また、施設の集約や高度化、あるいは建て替え更新にあたり、周辺住民を含む市民の意向は極めて重要な要素である。そこで、現状の廃棄物問題・施設に関わる意識、イメージと今後の廃棄物行政の施策方針（①ごみ収集、②リサイクル、③施設管理）への意向と評価について市民へのアンケート調査をおこなった。その分析により得られた主要な知見は次の通りである。

- 1) 廃棄物問題・施設に関する意識、イメージを①処理場の嫌悪感・立地への判断、②補償的行為への選好、③ごみ問題の解決と対策の認識への反応で、市民を分類し、特徴付けを行ったところ、大きくは廃棄物行政の転換に保守的な人と革新的な人の違いが明確になり、その態度を説明できる変数を見いだした。
- 2) 具体的には、焼却工場に対して嫌悪を感じ、近隣立地にも否定的であるが、焼却工場の補償的行為には賛成で、ごみ問題は解決に向かっており強力な施策も必要と感ぜない人は、施策転換に対して保守的である。逆に、焼却工場に対して嫌悪を感じず、近接立地にも否定的でないが、補償的行為には反対で、ごみ問題に危機を感じ強力な対策が必要と感ぜている人は、施策転換に対して革新的である。
- 3) 廃棄物および資源循環政策上で施策転換を図る際に、合意形成を得る上で困難な項目は、①施設の集約化、②ごみ処理有料制、③ごみの集積所の変更等、直接的に住民に影響を与える項目である。

廃棄物処理および循環型社会形成推進政策にあつては、資源循環目標にエネルギー利用を入れることを想定して、なおかつ発電効率を上げることで効果的な重要施設の運用を開始するとすれば、その施設が発電にふさわしい規模で熱利用にも有利な立地とする必要がある。市町村

合併やごみ処理の効率化等の理由により施設の集約が推進されたが、今後は住民に対してエネルギー利用の観点から集約することの意義を説明していく必要がある。第二には負担と便益の公平や持続可能な施設運営の論点からすれば、ごみ処理の有料化は、時期、程度等は別にしても検討の必要性が高いと判断されるが、立地問題とは別に市民の反応や態度のグループ構成を大きく左右する要因として顕著であり、ごみ処理有料制への反応(態度)は、「施設の集約化をするべき」という意見とも親近性がみられ、全般的に見て、これまでの廃棄物政策から、さらに進んだ施策対応を図ることを望む回答者群の中にある。

13. 結論および今後の課題

循環社会形成は環境政策上、将来像を示してそれに近づいていくという面で理念的アプローチであり、発生した廃棄物を適正に処理することを積み上げて遂行してきた廃棄物処理の実務的なアプローチとは違った側面が生まれることは、十分にあり得る。実際、以前には、地方（都道府県）が策定する廃棄物処理基本計画に描かれている内容と地方の循環型社会形成計画の内容とでは目標や政策の構成にかなりの違いが生まれていた。しかし、近年、一般廃棄物の処理施設の計画、特に国の助成金を受けて施設整備を図る際には、循環型社会形成法の趣旨に沿って目標の達成に寄与することが求められ、単純に処理を行う施設の整備を企てて国から新たに助成を受けることが難しくなっている。それだけに廃棄物処理施設の設置や更新にあたり、その施設の計画、設計にあたり、地方に相応しい循環型社会を形成する道筋づくりと一般廃棄物処理基本計画を立案することを同時に関連させて実行することが望まれている。

本研究では、循環型社会の形成に用いられるシナリオ構築的アプローチを一般廃棄物の根幹的施設である焼却施設の建設及び更新のプロセスにも適用して考察しようとした。このシナリオ構築の研究の結果は、平成23年度研究の主題としてまとめた。そこで取り上げる主題は、人口が減少し、かつ廃棄物の発生抑制等の循環施策によって、処理対象の廃棄物量が減少してくることに對し、施設側でどのように適応し、かつ施設更新計画において具体化するかという点である。

また、3R施策が強調され、一人当たり廃棄物発生量（収集量）の削減、それに資源化重視の政策の推進が進められた結果、焼却施設の機能や施設更新上も影響を受けるようになった。この点で、リサイクル率を向上させ、最終処分量を削減し、さらに再生材（リサイクル材）を利用することで新規資源の投入量を削減することなどが試みられ、3Rの優先順位として発生抑制やマテリアルリサイクルの強化等の廃棄物管理施策が重視された。

言い換えると、焼却施設について廃棄物を適正に処理するという機能を高めるだけでは、3R政策に貢献しているとは言い切れない。そこでは現行の地区内処理と広域化の間で、また、マテリアルリサイクルを含む3R施策をバランスよく実行する方式と発電重視の高効率化方式の間で、2軸を取り上げてシナリオ分析を実施した。

また、それに先立つ平成22年度の調査では、負荷の定格運転から部分運転に変化することで費用効果的にも効率が低下することへの対策として、複数炉の運転稼働を前もって計画的に管理することや、場合によって複数の自治体で融通する管理もなされうると想定して、全国の焼却炉の運転の実態と今後の意向をアンケート調査で把握する事も試みた。

さらにこの適正処理と循環形成の2つの目標を同時に追及することを具体的に考えると、それぞれに指標を示して定量的に考察し、計画と管理の代替案ごとの評価を行うことが大事である。第一には循環型社会形成指標が施設整備と稼働に従って示すパフォーマンスを予測するツールを開発することが必要となっている。平成23年度の研究として、リサイクル率や最終処分量の大小が評価指標となっていることに鑑み、シナリオ研究の評価項目として設定し、この

3 R 指標の動向を評価することを実施した。さらに、3 R 施策の中では優先順位が従来は相対的に低かったが、近年の温暖化対策あるいは低炭素社会への対応を廃棄物分野でも図るために廃棄物中の化石燃料由来のごみ成分の焼却を抑制し分別して資源回収することや、発電を強化してエネルギーを生み出すことで廃棄物処理にかかる二酸化炭素を削減する試みに注目した。そこで、23年度の研究では、発電を強化するシナリオを準備して、低炭素社会へのパフォーマンス指標として二酸化炭素削減効果を評価することも行った。また、試算的ではあるが、さまざまなストック・マネジメントの中で、廃棄物の減少下における需要リスクとファイナンスによる費用削減効果を算定し、廃棄物減少下での変動リスクでは、構造変化を内在する実績値を逐次予測の中で次第に多く取り入れながら将来予測を繰り返し、それに基づく一定基準の処理センターの整備計画を実施するシミュレーションを行った結果、むしろ変動リスクが大きくなる可能性もあることから、一層の逐次予測の必要性の高まりを指摘した。

第二には、一般廃棄物処理では財政上の効率化や支出の削減を図ることが実務上欠かせないので、施設整備にかかる費用の見積もりを可能とするツールの開発も要求される。ここでは、施設整備の初期費用は国の助成を受けて軽減することができても、維持管理費用の大部分は自治体の負担となる見込みが大きいので、焼却施設を維持する技術の効果と関係づけて維持管理モデルを開発する必要がある。技術効果と資金管理効果の両面から見たアセット・マネジメントが必要となっている。地方の負担を強いる維持管理費用が増加し、地方の後年度負担が増大するような処理方式は避けねばならないからである。この維持管理の方式と費用の詳細は、これまで経験知として関係者の知る所であったが、22年度に都市部の日量数百トン規模の焼却施設の技術者に対するヒヤリングとアンケートをおこない、さらに全国の施設関係者にごみ焼却施設の運営に関するアンケート調査を行った結果も活用して、焼却炉の建設後の時間経過に沿って維持管理費用が変化する過程を表現する勘定モデルの開発をおこなった。

もともと遡ってみると、資源循環型社会の構築には、今から10数年前に生じたダイオキシン問題（特別措置法平成11年）への焼却処理方式の改善が極めて影響を与えている。それは、適正処理を推進してきた廃棄物処理事業が自らの処理過程で有害なダイオキシンの形成にかかわっていて、処理装置自身の改良とともに、廃棄物の発生過程や収集過程、そして中間処理を経て、最終処分に至るまでのトータルの管理を積極的に行うことが社会から要請されたからである。

適正処理の根幹と位置付けられていた焼却処理を継続するためには、焼却炉の温度管理（ダイオキシンが生成しやすい温度帯で排ガスを滞留させ生成反応を促すことを避ける）を的確に行うこと、および排ガス処理を的確に行うことを勧めた。それが困難な小規模な施設（バッチ式や準連続炉等）は廃止が選択され、より規模の大きい施設に統合された。稼働中でまだ耐用年数を経過するまでに相当の期間を有する規模の大きい施設にあっては、ダイオキシン対策を追加的に行うことが必要となり、所要の予算措置がなされたこともあって、大規模焼却炉には

大幅な改善，大規模改修（排ガス処理及び高温連続運転に耐える炉等の修理）がなされた。この結果，いわゆる 25 年程度の耐用年数が期待される焼却炉のうちで，経過年数がそれに近い古い施設は新しい燃焼炉システムへの切り替えという意思決定がなされ，耐用年数の一部しか未だ利用していない施設にはある程度の年数の継続運転が可能ないように大幅で大規模な修繕がなされ，10-15 年未満で再び更新整備されることを避けようとした経緯がある。このため，現在の時点で建設後の経過年数に対するプロファイルをとった時に，当時の大規模修繕がなされた施設にあっては，建設後 25 年頃に単純に更新されるとは断定できないという点を考慮しておく必要がある。言い換えると，今後の焼却炉の更新計画を検討するにあたり，ダイオキシン対策で大規模改修を実施した炉はその時点で本格的な長寿命化がなされ，建設当初より 25 年を超えても，むしろ大規模改修からの年数を判断基準とすべきとの意見もありうる。

しかし，本研究では，大規模改修後の保守点検や修繕，部分更新が機能の回復や予防的保守に貢献しているとの技術的な証拠を得る目的に 15 年を経過した実施設を対象に調査分析することはできなかった。そのため，22 年度に実施した 10 年余の維持修繕の過程をモデルした結果を，さらに 25 年の半ばを過ぎて時系列的に運用することを避けざるを得なかった。しかし，人口減と低炭素社会への移行に対応した資源循環施設の更新と技術を選択する目標を達成するべく，5 年間を区切りとして巨視的な循環指標，低炭素指標，経済指標を評価のベンチマークとする 2030 年頃までのシナリオ研究を実施した。このシナリオ研究では維持管理費用の時系列や機能回復の効果を組み入れておらず，初期の施設建設費や収集運搬費用の推定と同じレベルの原単位法あるいは非線形の回帰式を利用するにとどまっている。長寿命化による機能回復と費用の関係等について 10 年余の観察から得たモデル式に頼れば，維持管理費と機能のダイナミックな関係を組み入れた将来予測を為し得たとも思われるが，そのような移行過程は信頼性の面から再現することは出来なかった。

循環型社会形成推進法の設定とそれを受けた一般廃棄物処理基本計画が実施に移され，いわゆる 3 R 施策が強調され，一人当たり廃棄物発生量（収集量）の削減，それに資源化重視の政策の推進が進められた結果，焼却施設の定格処理量を下回る廃棄物の受け入れが予想され，あるいは現実のものとなって，施設総体として縮退型運営を行っていくことが合理的と判断される様相が生まれている。さらに収集輸送のモデルを含むシナリオ・デザインのツールを使えば，その傾向を先取りして，更新の際にはより広い地域空間で一体的に施設を運用し，広域化を図る過程で 3 R に加えて低炭素社会への移行を積極的に図っていくことの効果を検証できると考えた。すなわち，いわゆる 4MPaG×400℃方式の高温蒸気を発電に用いる高効率発電を展開することで，輸送の過程での負荷排出の増加にも関わらず，発電量を大幅に増加させ，再生可能エネルギーを都市が自給することに貢献して，環境面からのフロンティア都市として変容させる戦略を支えることができることを示そうとした。

現時点では，高効率発電にはその他プラスチック等を分別してマテリアルリサイクルしていくサブ代替案，水分の多い生ごみ等を分別して湿式資源回収方式を併用するサブ代替案等の詳

細をモデル化し、汚れたプラスチック等を分別の手間を考慮して一括して熱エネルギーとして回収するサブ代替案と比較する細部の代替案評価は実施していない。また、埋立地に投入されている破碎残渣、焼却残渣（飛灰を含む）等の流れに代案を設定して、トータルでの環境性能を比較評価するという境界領域を拡大して代替案を比較することはなされていない。このような限界のある調査研究ではあるが、2030年までの一般廃棄物のうちの可燃分を中間処理に供する焼却炉を更新する際に、より広域的単位で焼却して発電エネルギーとして回収することは、3R政策に抵触せず、むしろ低炭素社会の形成を促進する点で効果的であることを明らかにしている。

参考文献

- 1) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：廃棄物処理施設長寿命化計画作成の手引き（ごみ焼却施設編），2010.
- 2) 兵庫県：兵庫県将来推計人口について,兵庫県企画県民部，2008.
- 3) IPCC Working Group III: Special Report Emissions Scenarios, 2000.
- 4) Greater London Authority: The London climate change adaptation strategy, 2008.
- 5) 環境省：廃棄物処理技術情報，http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/index.html
- 6) 松藤敏彦：都市ごみ処理システムの分析・計画・評価—マテリアルフロー・LCA 強化プログラム—，技報堂出版，2005.
- 7) PFI/PPP 推進協議会：平成 22 年度 廃棄物処理施設官民連携推進部会 調査報告書，2010.
- 8) 松藤敏彦，田中信寿：一般廃棄物処理システムのコスト・エネルギー消費量・二酸化炭素排出量評価手法の提案，土木学会論文集，No.678/VII-19，pp.49-60，2001.
- 9) 公社)廃棄物・3R 研究財団：ごみ焼却施設台帳 全連続燃焼方式編 平成 21 年度版 (CD-ROM)，2011.
- 10) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：高効率ごみ発電施設整備マニュアル,平成 22 年 3 月改訂版，2010
- 11) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：日本の廃棄物処理（平成 20 年度版），2010.
- 12) 大澤正明，相良敏正，島岡隆行，中山裕文：ごみ焼却施設における定期保守費の実態と評価，廃棄物資源循環学会論文誌，Vol.20，No.3，pp.171-179，2009.
- 13) 東京二十三区清掃一部事務組合 HP(平成 23 年 3 月現在):<http://www.union.tokyo23-seisou.lg.jp/>
- 14) 吉田登，谷川寛樹，出合優仁，炭谷力，松本利裕：清掃工場への ESCO 導入効果に関する分析，土木学会環境システム研究論文集，Vol.36，pp.281-290，2008
- 15) 全国都市清掃会議：ごみ処理施設整備の計画・設計要領（改訂版），2006

補助事業に関する発表等の状況

○論文発表

- 1) 盛岡通, 尾崎平, 北詰恵一, 山本司: ごみ焼却施設の設備・機器部材単位の施設保全勘定モデルの構築, 土木学会論文集 G (環境), Vol.67, No.6 (環境システム研究論文集 第 39 巻), pp.II_481-II_488, 2011.
- 2) 尾崎平, 盛岡通, 山本司: 廃棄物処理施策の転換に向けた住民意識に関する定量的分析, 環境情報科学論文集, Vol.25, pp.61-66, 2011.
- 3) 盛岡通, 尾崎平, 山本司: 人口減少に対応したごみ焼却施設のマネジメントに関する意向分析, 環境情報科学論文集, Vol.25, pp.13-18, 2011.

○知的財産権の取得状況

特になし

○特許 実用新案登録

特になし

参考資料

【平成 22 年度】

参考資料 1	清掃工場の設備・機器の点検，補修等に関するアンケート調査票……	1
参考資料 2	ごみの減量・資源化等に関するアンケート調査票……………	6
参考資料 3	西宮市西部総合処理センター……………	10
参考資料 4	技術研究会資料……………	12
	A 社提供資料……………	12
	B 社提供資料……………	16

【平成 23 年度】

参考資料 5	北九州市日明工場……………	21
参考資料 6	廃棄物焼却による熱回収と発電技術に関する……………	26
	パネルディスカッション資料	
	C 社提供資料……………	26
	D 社提供資料……………	30
	E 社提供資料……………	34
	F 社提供資料……………	38

清掃工場の設備・機器の点検，補修等に関する

アンケート調査へのご協力をお願い

ますますご清祥のこととお慶び申し上げます。

わが国において，ごみ焼却施設は，20～25年程度を目途にこれまで建て替えられる例が多く存在していました。すなわち平成初頭以前に稼働を開始した施設は，更新時期を迎えつつある状況です。一方，昨今の厳しい財政環境の中，既存施設の機能を効率的に維持することが求められています。われわれの研究グループでは，環境省 循環型社会形成推進科学研究費の補助を受け，2030年を目標年度とした効率的なごみ焼却施設の運営・管理手法を構築することを目的に研究を行っております。このアンケートを通して，全国の清掃工場（ごみ焼却施設）における設備・機器の点検，補修等に関するご意見をお伺いし，これからの清掃工場の長寿命化，効率的な施設の運営・管理手法を考えるための知見として活用していきたいと考えております。

つきましては，大変お手数ですが趣旨をご理解いただき，アンケートにお答えいただきますよう，ご協力お願い申し上げます。

環境省循環型社会形成推進科学研究
『人口減および低炭素社会への移行に対応した資源循環施設の更新と技術選択』
研究代表 関西大学 環境都市工学部 教授 盛岡 通(tmorika@kansai-u.ac.jp)

○ご回答いただく方・返却期日・返却方法

アンケート（A3用紙1枚、表裏）は設備のご担当の方にご回答頂ければ幸いです。アンケートご回答後、用紙1枚を同封の返信用封筒に封入の上、ご多忙中大変恐縮ですが、なるべく**3月18日（金）**頃を目途に、ご投函下さいますようお願い申し上げます。切手は不要です。

○調査結果

アンケート結果は、この研究・学術目的のみに使用します。得られた各工場の名称をあげたり、個別情報、個人情報等を外部（研究論文含む）に出したりすることはございません。サンプルの集合体として施設を特定できない形として環境省の研究報告として活用いたします。

○その他

ご不明な点などがございましたら、ご遠慮なくお気軽にお問い合わせ下さい。

【お問い合わせ先】

関西大学 環境都市工学部都市システム工学科 助教 尾崎 平
TEL 06-6368-0939
FAX 06-6368-0939
E-mail ozaki_t@kansai-u.ac.jp
〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35

アンケート調査票

1. あなたの清掃工場の炉形式等についてお伺いします（2009年度あるいは最近年の値）
 （環境省の一般廃棄物処理事業実態調査結果(H20年)を閲覧しますが、最新データをお教えください）

	()号炉	()号炉	()号炉	()号炉	()号炉
炉形式 (○をつけて 下さい)	ストーカ炉 固定床炉 流動床炉 ガス化熔融炉 その他()	ストーカ炉 固定床炉 流動床炉 ガス化熔融炉 その他()	ストーカ炉 固定床炉 流動床炉 ガス化熔融炉 その他()	ストーカ炉 固定床炉 流動床炉 ガス化熔融炉 その他()	ストーカ炉 固定床炉 流動床炉 ガス化熔融炉 その他()
処理能力	() t/d	() t/d	() t/d	() t/d	() t/d
供用開始	S・H()年	S・H()年	S・H()年	S・H()年	S・H()年
運転時間(最近年)	()日	()日	()日	()日	()日
施設建設費	土木・建築 ()百万円		機械・設備 ()百万円		
設備保全費	()百万円/年 (点検・補修・更新のための年平均予算 (燃料費は除く))				
直接焼却量	() t/年				
タービン発電能力	() kW、特定炉のみの発電の場合→()号炉のみ使用				
総発電量	() MWh/年				
売電量	() MWh/年				
買電量	() MWh/年				
燃料消費量 (年間)	都市ガス () Nm ³	LPG () Nm ³	重油 () KL	灯油 () KL	水道 () m ³ その他 ()
余熱利用量	() MJ/年				
余熱利用先	場内温水・場内蒸気・発電 (場内利用)・場外温水・場外蒸気・発電 (場外利用)				

2. 以下の各種の計画の策定状況についてお伺いします。あなたの清掃工場に当てはまる項目に✓をつけて下さい(1つに✓)。

①一般廃棄物処理基本計画の策定状況

()年に策定済み(案含む) 策定中 策定予定 策定予定なし

②ごみ減量化計画の策定状況

()年に策定済み(案含む) 策定中 策定予定 策定予定なし

③分別収集計画の策定状況

()年に策定済み(案含む) 策定中 策定予定 策定予定なし

④施設整備計画の策定状況

()年に策定済み(案含む) 策定中 策定予定 策定予定なし

⑤長寿命化計画のうち『施設保全計画』の策定状況

()年に策定済み(案含む) 策定中 策定予定 策定予定なし

⑥長寿命化計画のうち『延命化計画』の策定状況

()年に策定済み(案含む) 策定中 策定予定 策定予定なし

② b.管理値(○mm 以内, 減肉量%以内等)が設定されている設備・機器はどれでしょうか。
(あてはまるものすべてに✓をつけて、() に代表指標を記入してください。)

- 計量機 , ごみクレーン, 燃焼装置(火格子), 焼却炉,
() () () ()
 ボイラ(水冷壁) , スートブロワ, ろ過式集じん器(ろ布),
() () ()
 脱硝装置(触媒) , 蒸気タービン, 高圧受配電設備,
() () ()
 低圧配電設備 , DCS 設備 その他()
() () ()

③c.診断(定期点検)について, 委託(契約)先ではなく、主に職員が点検を行っている設備・機器はどれでしょうか。(あてはまるものすべてに✓)

- 計量機 , ごみクレーン, 燃焼装置(火格子), 焼却炉,
 ボイラ(水冷壁) , スートブロワ, ろ過式集じん器(ろ布),
 脱硝装置(触媒) , 蒸気タービン, 高圧受配電設備,
 低圧配電設備 , DCS 設備 その他()

④上記の診断を基に劣化予測し, 補修, 更新を行っている設備・機器はどれでしょうか。

- 計量機 , ごみクレーン, 燃焼装置(火格子), 焼却炉,
 ボイラ(水冷壁) , スートブロワ, ろ過式集じん器(ろ布),
 脱硝装置(触媒) , 蒸気タービン, 高圧受配電設備,
 低圧配電設備 , DCS 設備 その他()

⑤補修, 更新をメーカーの推奨時期より長期間使用している設備はどれでしょうか。

- 計量機 , ごみクレーン, 燃焼装置(火格子), 焼却炉,
 ボイラ(水冷壁) , スートブロワ, ろ過式集じん器(ろ布),
 脱硝装置(触媒) , 蒸気タービン, 高圧受配電設備,
 低圧配電設備 , DCS 設備 その他()

5. あなたの清掃工場の現状, 今後の運営, 管理についてお伺いいたします。

①第二次循環型社会形成推進基本計画の取組目標(目標年次: 2015年)である家庭からの1人1日の排出ごみ量の20%削減について, どう予測されていますか(1つに✓)。

- 前倒しで達成見込 予定通り達成見込 現状では達成困難()%は可能

②現炉で2015(平成27)年の施設運転はどうなることが予測されますか(1つに✓)。

- 高負荷運転(定格の20%以上) 通常運転 低負荷運転(定格の20%以下)

③(②で「高負荷運転」、「低負荷運転」と答えた方に)その要因は何ですか(1つに✓)。

- ごみ量減, カロリー減 ごみ量減, カロリー増
 ごみ量増, カロリー減 ごみ量増, カロリー増

④最新の計画において, 現在の清掃工場は何年間供用する予定ですか(1つに✓)。

- 15~20年 21~25年 26~30年 31~35年 35年以上

裏面に続きます

⑤ 予定の供用期間終了後の施設整備計画についてお答えください（1つに✓）。

建替予定(現地、他の場所の両方含む) 廃止予定 未定

⑥ ごみ減量施策等の推進により、従来の収集区域からのごみ収集量が減少し、市域の施設(炉)の定格容量和をかなり下回る搬入量となることが想定されるとき、以下の対応策について、導入の可能性をお答えください。 (1:非常に低い, 2:低い, 3:どちらともいえない, 4:高い, 5:非常に高い)

(低負荷運転時の対応)	1	2	3	4	5
a) 同一市域(組合)内からのごみの特定工場への集約化	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) 他市域(組合)からのごみの特定工場への集約化	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) 運転炉数(時間数)の見直し	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d) 設備改良の上, 運転炉数(時間数)の見直し	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e) 容量の少ない効率的な施設への建替	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f) 特定の施設の廃止	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

また、上記 a)~f)の対応策の内、可能性の高いもの3つをお答え下さい。(3つに✓)

- a)同一市内で集約 b)他市域からも集約 c)運転炉数の見直し
 d)改良後, 運転炉数見直し e)小規模へ建て替え f)施設の廃止

6. あなたの清掃工場におけるごみの安定処理のための故障時等のバックアップ体制についてお伺いします(あてはまるものすべてに✓)。

①同一市域(組合)内の他施設からのごみの受入、他施設へ依頼をしたことがありますか。

- 他施設からの受入(処理)をしたことがある
→ (災害時 事故時 定期点検時 その他())
 他施設へ依頼したことがある
→ (災害時 事故時 定期点検時 その他())
 受入(処理)も依頼もしたことがない

②他市域(組合)とのごみ処理に関する協定はありますか。

協定あり 協定なし

③他市域(組合)からのごみの受入、あるいは他市域へ依頼をしたことがありますか。

- 他市域(組合)からの受入(処理)をしたことがある
→ (災害時 事故時 定期点検時 その他())
 他市域(組合)へ依頼したことがある
→ (災害時 事故時 定期点検時 その他())
 処理も依頼もしたことがない

本アンケートは全国の清掃工場へお願いしています。差し障りなければ、貴工場名、部署名、ご回答者名、メールアドレスをご記入いただけませんか。集計結果がまとまり次第、pdfファイルにて結果を送付させていただきます。

清掃工場名 () 部署名 ()
ご回答者名 () メールアドレス ()

以上です。お忙しい中、ご協力、本当にどうもありがとうございました。

ごみの減量・資源化等に関するアンケート調査票

このアンケートは、神戸市環境局のご協力を得て、ごみの減量・資源化等に関する市民意識を調査するものです。調査結果はすべて統計的に集計し、それ以外の目的で使用いたしません。回答の秘密は厳守されますので、自分の考えを率直にお答えいただきますようお願いいたします。

アンケート調査実施者 関西大学環境都市工学部教授 盛岡 通

(1) ゴミ出しの場所について、町内の決まった場所（ステーション）に出すのと、できるだけ各戸の近いところに自分の分を出すのと、どちらを好みますか(1つに✓)。

- 1.ステーションのような町内の決まった場所
- 2.歩いてすぐの場所だが、自分の家の前ではないところ
- 3.どちらとも言えない
- 4.隣近所の中で自分たちで決めたい
- 5.自分の家の前

(2) ゴミを収集処理するには費用がかかりますが、ゴミを出す量にかかわらず均一に税金でまかなう方式（これまでの方式）と、収集処理料金を別途支払う（課金）方式（いわゆる有料制）と、どちらを支持しますか(1つに✓)。

- 1.税金でまかなう方式を支持する
- 2.ある程度の量までは、税金でまかない、それ以上のものは課金する方式を支持する
- 3.どちらとも言えない
- 4.ごみ量にかかわらず一定の手数料を支払う方式を支持する
- 5.ごみ量によって手数料を変える方式を支持する

(3) ゴミを焼却した時に煙突から出る白煙を見えないように加熱するのと、単に白煙を見えなくするだけなら加熱に必要な熱を発電に回してエネルギーとして有効利用するのと、どちらに賛成しますか(1つに✓)。

- 1.有害でなくても、風評被害を避けるために白煙を見えないように加熱するべき
- 2.どちらかといえば加熱した方がよい
- 3.どちらとも言えない
- 4.どちらかといえばエネルギーの有効利用をはかるべき
- 5.見えなくするだけなら加熱せずに発電に回してエネルギーの有効利用をはかるべき

(4) ゴミの焼却工場のイメージについて、建物の外観もきれいになり排ガス等も処理して環境基準を十分に満たしているのならそれほどの嫌悪を感じない施設でしょうか。それとも近くに立地するのは気持ちの良いものではない施設でしょうか(1つに✓)

- 1.焼却工場に対して嫌悪を感じ、近くに立地するのは気持ちの良いものではない
- 2.焼却工場に対して嫌悪は感じないが、近くに立地するのは気持ちの良いものではない
- 3.どちらとも言えない
- 4.焼却工場に対して嫌悪は感じるが、協議によっては近くの立地も考えられる
- 5.焼却工場に対して嫌悪は感じず、協議によっては近くの立地も考えられる

(5) ゴミ問題は解決に向かっており急いで強力な施策を進めることはないのと、ゴミ問題に危機を感じているので至急、強力な施策を進めるのとどちらが妥当と思いますか(1つに✓)

- 1. ゴミ問題は解決に向かっており、急いで強力な施策を進めることは妥当ではない。
- 2. ゴミ問題に危機を感じるが、急いで強力な施策を進めることは妥当ではない。
- 3. どちらとも言えない
- 4. ゴミ問題は解決に向かっていていると思うが、さらに強力な施策を進めるのが妥当だ。
- 5. ゴミ問題に危機を感じており、至急、強力な施策を進めるのが妥当だ。

(6) 今以上に資源化できる廃棄物を分別収集してリサイクル量を増やすという意見と、分別種類を増やしても、間違っ紛れ込んだ廃棄物のために回収資源の質と価格が下がり、結局リサイクルできないという意見がありますが以下のどの意見に賛同しますか(1つに✓)。

- 1. 市民の労力が大きくなっても、分別収集品目を増やし、リサイクル量を増やすべき
- 2. 市民の労力が大きくなるのは嫌だが、分別収集品目を増やし、リサイクル量を増やすべき
- 3. 何とも言えない
- 4. 分別品目を増やさず、人を雇い焼却工場等で効率よく選別しリサイクル量を増やせばよい
- 5. 分別品目を増やしても、間違っ紛れ込んだゴミにより、回収資源の質、価格が下がり、リサイクルできない可能性があるものでこれ以上市民に負担を強いるべきではない

(7) ゴミの量が減少し、プラスチック等のカロリーの高いゴミが分別されて資源化されると焼却炉の傷みが遅くなり、それだけお金の支出も減少するので歓迎すべきだという意見と現在のゴミ発電(売電)を継続するためには、ごみを集約化してでも発電すべきという意見がありますが、どちらに賛同されますか。(1つに✓)。

- 1. 炉の傷みを抑え支出を抑制すべき
- 2. どちらかといえは支出を抑制すべき
- 3. どちらとも言えない
- 4. どちらかといえは発電すべき
- 5. 集約してでも発電し、収入を増やすべき

(8) ゴミ焼却工場の近くではこれまで、その温水、あるいは蒸気を周辺のレクリエーション施設等に供給し、地区の集会場等を整備するなどの補償的な行為がとられてきましたが、このような行為について賛同されますか(1つに✓)。

- 1. 賛同する
- 2. どちらかといえは賛同する
- 3. どちらとも言えない
- 4. どちらかといえは賛同しない
- 5. 賛同しない

(9) ガラスびんを色別に分けずに混合して回収するとリサイクル品の質・価格ともに低くなるので、透明、茶色、その他の色のビンにできるだけ分けて回収すべきだという意見について賛同しますか。逆に回収に要する費用が大きくなるので、回収容器を街頭や店舗先(拠点)に設置して色別に分けずに一括して回収する方がよいと思われませんか(1つに✓)。

- 1. 分けて回収すべき
- 2. どちらかといえは分けるべき
- 3. どちらとも言えない
- 4. どちらかといえは拠点で一括回収すべき
- 5. 拠点で一括回収すべき

(10)容器包装に使われているプラスチックのうちには汚れているものも少なくないので、分別しても材料としてのリサイクルはできないから、むしろゴミ発電を強化してエネルギー回収すべきという意見と、手間をかけても分別して収集して材料としてのリサイクルをした方が良いという意見のどちらに賛同されますか(1つに✓)。

- 1.エネルギー回収 2.どちらかと言えばエネルギー回収 3.どちらとも言えない 4.どちらかと言えば材料リサイクル 5.材料としてリサイクル

(11)ゴミの焼却工場の改修・更新にお金をかけるとしたら、そもそも焼却工場は廃棄物を適正に処理するのが目的だから、十分な容量と公害対策等にかけるべきだという意見と、ゴミ発電を強めエネルギー供給施設になるように改修・更新すべきという意見のどちらに賛同されますか(1つに✓)。

- 1.適正処理等にお金をかけるべき 2.どちらかと言えば適正処理等にかけるべき 3.どちらとも言えない 4.どちらかと言えばエネルギー供給施設にお金をかけるべき 5.エネルギー供給施設としてお金をかけるべき

(12)焼却工場は各市が所有し、焼却効率や発電効率がやや低くなっても各市で処理すべきだという意見と、複数の市が協定を結び組合を作り、組合単位で管理し、ゴミ運搬距離は長くなるが、集約して効率的に処理すべきだという意見のどちらに賛同されますか(1つに✓)。

- 1.各市で処理すべき 2.どちらかと言えば各市で処理すべき 3.どちらとも言えない 4.どちらかと言えば集約処理すべき 5.集約処理すべき

(13)携帯電話のリサイクルについて、携帯電話には希少金属が使用されているため、機種変更時にはリサイクルに協力できるという意見と、個人情報が含まれているためリサイクルに協力できないという意見がありますが、どちらのお考えに近いですか(1つに✓)。

- 1.協力できる 2.どちらかと言えば協力できる 3.どちらとも言えない 4.どちらかと言えば協力できない 5.協力できない

(14)次のそれぞれにお答えください(1つに✓)。

①太陽光発電を自宅屋根に取り付けて、二酸化炭素の削減に協力したいと思いますか？

- 1.既に付けている 2.導入するつもりだ 3.どうなるかわからない 4.今より条件が整わないと導入できない 5.導入するつもりはない

②上の質問で、4.または5.とお答えの方に伺います。その理由として、最もあてはまるのはどれでしょうか(1つに✓)。

- 1.「いきなり多額の設置費用を負担するのはつらい」
2.太陽光発電を導入しても環境に良いとは思えない
3.もっとエネルギーをたくさん使っている家庭が太陽光発電を導入すべきだ
4.家も古いし、屋根に取り付けられないと思う
5.太陽光発電装置が簡単に取り付けられるとは知らなかった

裏面に続きます

③輸入品に比べて国産の小麦が利用されることは少ないようです。国産の食糧の良さをアピールするべく訴えている国産の小麦を買い求めますか(1つに✓)。

- 1.既に国産を
購入して
いる
- 2.国産を買う
つもりだ
- 3.どうするか
わからない
- 4.今より条件が
整わないと買う
ことはできない
- 5.国産を敢えて
買うつもりは
ない

④上の質問で、4.または5.とお答えの方に伺います。その理由として、最もあてはまるのはどれでしょうか(1つに✓)。

- 1.高い国産小麦粉を買うのはつらい。
- 2.国産小麦粉を買っても、エコだとは言えない
- 3.国産小麦の自給率をあげるには、もっと多くの小麦粉を使っている食品店などが買い求めるべきだ。
- 4.家の近くでは、国産小麦粉を売っていないので買うことはできない
- 5.意識的に国産小麦粉が販売されているとは思わなかった

(15)次の商品を買ったことが、過去1年間にありますか。あるものすべてに✓を付けてください。その場合、()の中に高かった割合を記入してください。倍額だった時は、100%高いと言い、5割高い時は50%高いと答える形で、おおよその数値を入れてください。

1. 遺伝子組み換えでない有機栽培の大豆から作ったとの表示を確認して豆腐を購入した。
(特に表示のない通常品の店頭価格より %高かった)
- 2.国産はちみつとの表示を確認して購入した。
(中国産はちみつの通常店頭価格より %高かった)
- 3.コウノトリ米の表示を確認してコメを購入した。
(5kg2000円程度よりは %高かった)
- 4.国産らっきよとの表示を確認してらっきよを購入した。
(中国産らっきよの通常店頭価格より %高かった)
- 5.省エネ型LED電灯(丸球型)を購入した。
(白熱灯100円程度より、 倍高かった)

(16)皆様のことについてお答えください。

この項目は、あくまでアンケート回答者全体の傾向を把握するためにお伺いするもので、個人の情報が特定できるような扱いは致しません。

①お住まいはどちらかと言えば、どれに当てはまりますか(1つに✓)

- 1.街なかの住宅地
- 2.郊外の住宅地
- 3.郊外の農村地帯
- 4.街なかの繁華街またはオフィス街
- 5.町工場など産業の活発な地域

②お歳はおいくつですか(1つに✓)

- 60歳代以上
- 50歳代
- 40歳代
- 30歳代
- 20歳代または10歳代

③お住まいの形式は(1つに✓)

- 1.戸建住宅の持ち家
- 2.集合住宅の持ち家
- 3.戸建ての借家
- 4.集合住宅の借家
- 5.その他

④お住まいの区または市はどちらでしょうか。カッコに記入ください。

神戸市()区、あるいは()市または町

⑤男性ですか、女性ですか

- 1.女性
- 2.男性

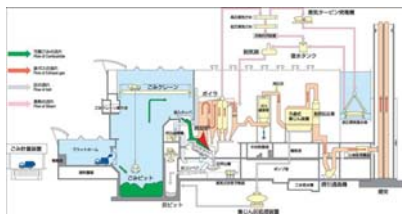
「人口減および低炭素社会への移行に対応した
資源循環施設の更新と技術選択」
のモデル検討に関する第2回意見交換会

西宮市西部総合処理センター見学会

更新・補修・点検

- ごみ処理・発電が滞りなく行えるように、機器の重要度を考慮して計画
- 点検
定期的にメーカーまたは専門業者に調整・分解点検・計測・パッキン等の
主要でない消耗部品の交換を行う。点検結果は年度以降の整備計画の
目安となる。(人件費が主体)
- 法定点検・電気事業法・労働安全基準法・計量法等で定められた点検
- 補修(修繕、OH)
機器を分解し、主要な消耗部品を取り替える(部品費が主体)。
補修・点検結果等から計画的に実施。比較的大規模なもの。
修繕・不規則に現れる比較的小規模のもの。
OH(オーバーホール):定期的に行われる分解修理
- 更新
基幹的設備等、機器全体を新替。

西部総合処理センター焼却フロー



投入扉油圧装置

- 補修(軽微な補修)
油圧シリンダー分解修理・オイル交換等



1

2

ごみクレーンバケット

バケット更新



ボイラー定期点検

- ボイラドラム点検



ごみクレーンモーター

モーター更新



ボイラー定期点検

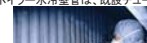
- ボイラチューブ清掃
清掃前



清掃後



ボイラー水冷壁管は、既設チューブに直接浴射(現地作業)が可能です。(写真参照)



3

4

ボイラー定期点検

- 火格子／灰押し出機 点検・整備

耐火物補修

- 耐火物補修 66㎡補修（平成20年度1号炉）

耐火物補修

- 1炉あたり、170㎡中、毎年40～60㎡補修

触媒脱硝反応塔

触媒更新

5

6

排ガス再加熱器更新

- 熱交換器更新

蒸気タービン発電機定期点検

- 電気事業法による法定点検(4年毎)

電気計装設備更新

- DCS更新
- 低圧動力盤部品更新

7

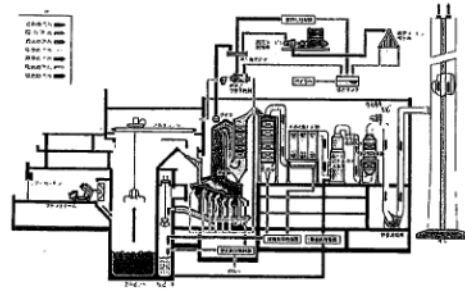
8

都市ごみ焼却施設における熱回収技術

平成23年3月7日

都市ごみ焼却炉とは？

ごみ処理の流れ



平成23年3月7日

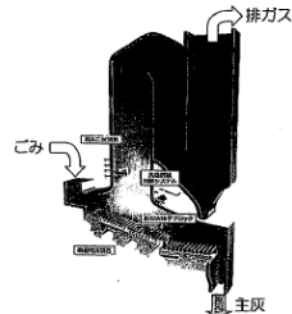
AGENDA

- 都市ごみ焼却炉とは？
- 熱回収施設の市場
 - ▶ 都市ごみ焼却炉
 - ▶ 更新需要（基幹改良、延命化改良）
- 都市ごみ焼却炉における低炭素社会対応技術
 - ▶ エネルギー回収
 - ▶ 省エネルギー対策
- 延命化対策の評価

平成23年3月7日

都市ごみ焼却炉とは？

燃焼装置・ボイラ



平成23年3月7日

熱回収施設の市場

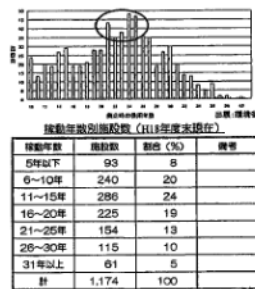
更新需要（基幹改良、延命化改良）

- 廃止時の共用年数は20~25年
- 稼働後21年以上経過している施設は、平成18年度末現在で330施設（28%）

更新を検討すべき段階にある

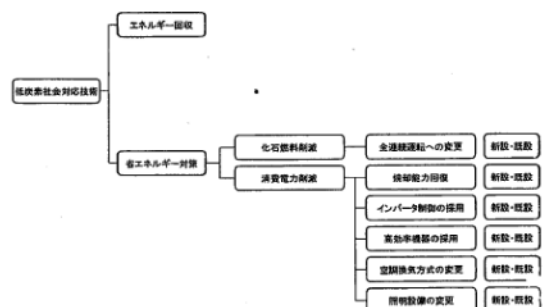
しかし

財源不足により延命化選択か？



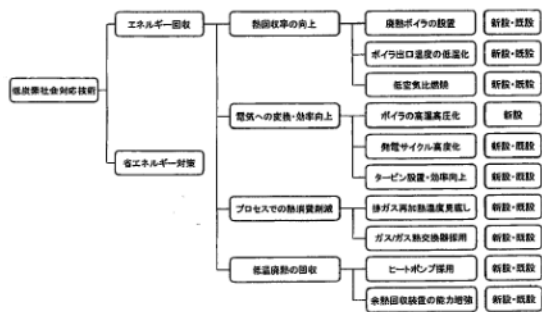
平成23年3月7日

都市ごみ焼却炉における低炭素社会対応技術



平成23年3月7日

都市ごみ焼却炉における低炭素社会対応技術



平成23年3月7日

都市ごみ焼却炉におけるエネルギー回収

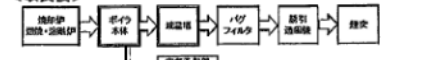
熱回収率の向上

① 廃熱ボイラの設置

<改良前>



<改良後>

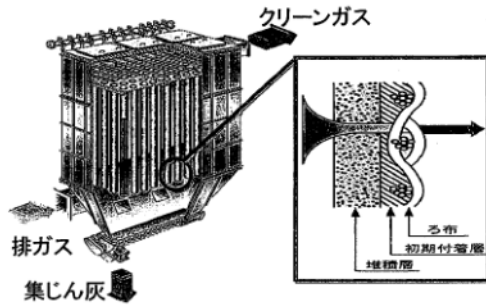


- 建屋高上げ、建築補強、引棟建設が必要な場合あり
- 適用法令への準拠、有資格者の配置
- 地域電力会社との協議（売電する場合）

平成23年3月7日

都市ごみ焼却炉とは？

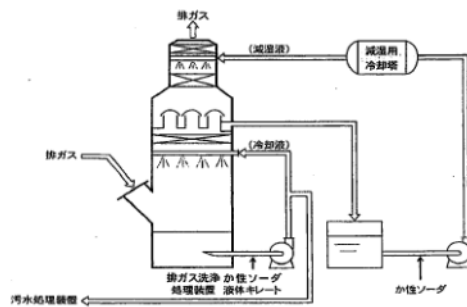
ろ過式集じん器



平成23年3月7日

都市ごみ焼却炉とは？

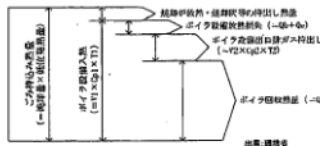
湿式有害ガス除去装置



平成23年3月7日

都市ごみ焼却炉におけるエネルギー回収

熱回収率の向上



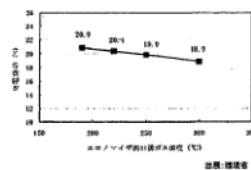
- 放熱損失の低減
- 排ガス持出熱量の低減
 - ▶ ボイラ出口温度の低減 → 節炭器による積極的な熱回収
 - ▶ 排ガス量削減 → 低空気比燃焼

平成23年3月7日

都市ごみ焼却炉におけるエネルギー回収

熱回収率の向上

- ② 節炭器による積極的な熱回収
- ③ 低空気比燃焼



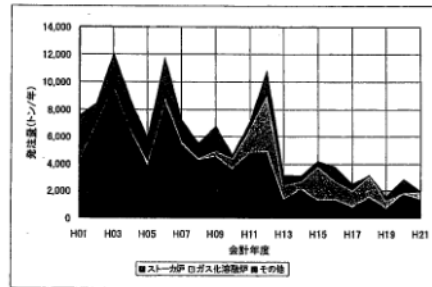
空気比	発電効率 向上効果	備考
1.8→1.4	0.5pt	

出典: 環境省

平成23年3月7日

熱回収施設の市場

都市ごみ焼却炉 — 最近の状況 —



平成23年3月7日

出典: 環境省資源循環政策課 データベース

熱回収施設の市場

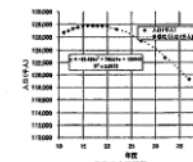
都市ごみ焼却炉 — 今後の予測 —

都市ごみ焼却炉の市場は
縮小方向に進む

【理由】

- ▶ ごみ排出量の減少
 - 人口の減少
 - 排出量単位の減少
- ▶ 財源不足

- 地方税収の落ちみや減額により、平成6年度以降急激に財源不足が拡大(平成15年度 約17兆円)
- 景気後退に伴う面粉5増(地方税や地方交付税の原資)の落ち込みにより、平成22年度には過去最高の約18兆円へ



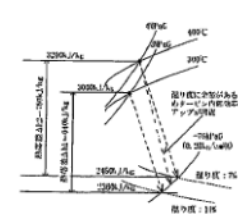
平成23年3月7日

出典: 環境省資源循環政策課 データベース

都市ごみ焼却炉におけるエネルギー回収

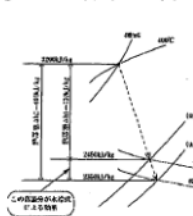
電気への変換・効率向上

① 高温高圧ボイラの採用



発電効率 1.5~2.5pt向上

② タービン排気圧力の真空



発電効率 2.5pt程度向上

平成23年3月7日

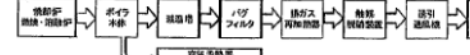
出典: 環境省

都市ごみ焼却炉におけるエネルギー回収

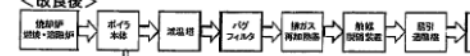
電気への変換・効率向上

③ 発電設備の設置

<改良前>



<改良後>



- 余剰蒸気量の確認
- 適用法令への準拠、有資格者の配置
- 地域電力会社との協議 (発電する場合)

平成23年3月7日

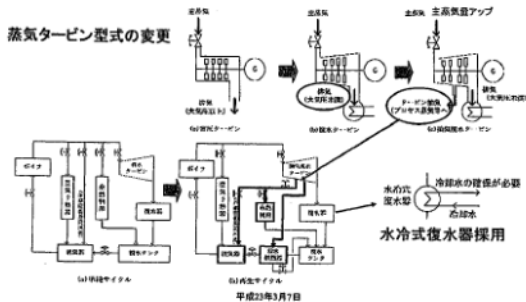
出典: 環境省

都市ごみ焼却炉におけるエネルギー回収

電気への変換・効率向上

④ 蒸気タービンのシステム効率向上

蒸気タービン型式の変更



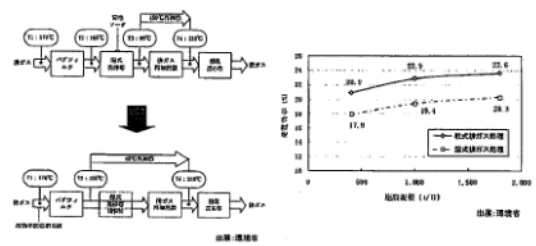
平成23年3月7日

17

都市ごみ焼却炉におけるエネルギー回収

プロセスでの熱消費削減

② 乾式排ガス処理設備の採用



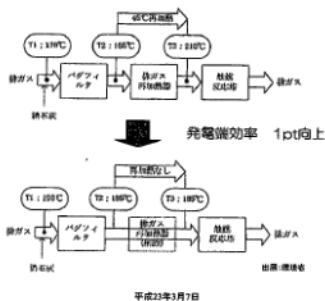
平成23年3月7日

18

都市ごみ焼却炉におけるエネルギー回収

プロセスでの熱消費削減

① 脱硝用触媒の運転温度低溫化



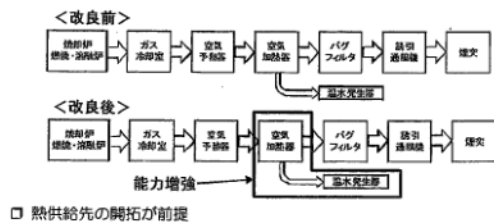
平成23年3月7日

18

都市ごみ焼却炉におけるエネルギー回収

低温廃熱の回収

① 余熱回収装置の能力増強



熱供給先の開拓が前提

平成23年3月7日

20

延命化対策の評価 その1

FS検討条件

- 共用期間 50年
- 単純延命化のケース
 - ▶ 建設当初からの仕様を変更することなく、適宜、設備更新を行いながら、50年間運用する
- CO₂削減項目を付加した延命化のケース
 - ▶ 竣工後31年目にCO₂削減効果の高いと判断される設備更新を行い、50年間運用する
- 対象工場
 - ▶ 形式 ストーカ炉
 - ▶ 燃焼ガス冷却方式 廃熱ボイラ (STGなし)
 - ▶ 施設規模 300t/日 (150t/日×2炉)
 - ▶ 処理フロー 炉/ボイラ→GAH→ガス冷却室→減温塔→ろ過式集じん器→IDF→煙突

平成23年3月7日

20

延命化対策の評価 その1

CO₂削減項目を付加した延命化メニュー

項目	CO ₂ 削減 (t-CO ₂ /年)	工事費 (百万円)	経済メリット (百万円/年)	単純回収年数 (年)	備考
タービン増設	4,700kW	18,313	2,850	225.6	
燃料転換	灯油から都市ガスへ	118	20	9.7	2.1
運転方法改善	コンベア遅延運転	33	1	0.4	2.5
インバータ化	PDF	118	27	1.6	16.9
その他	高効率電動機採用	28	4	0.4	10.0
	ビット制御効率化	9	0.2	0.1	2.0
	変圧器効率化	17	3	0.2	15.0
計	18,636	2,905	238.0	12.2	

平成23年3月7日

延命化対策の評価 その1

単純延命化メニュー

項目	工事費 (百万円)	備考
受入供給設備	20	受入更新 コメクレーン本体更新 など
燃焼設備	630	燃焼設備更新 耐火物更新・補修 など
燃焼ガス冷却設備	870	ボイラ水管更新 耐火物更新・補修 など
送風設備	300	送風機更新 空気予熱器更新 など
灰出し設備	120	燃焼冷却水更新 灰クレーン本体更新 など
灰回収設備	180	選別機更新
電気設備	270	受変電設備更新 配電盤更新 非常用照明設備更新 など
計装設備	480	DCS更新 など
その他	30	減温タンク更新 燃焼効率化 など
計	3,000	

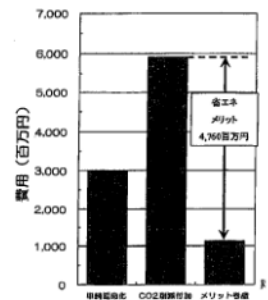
平成23年3月7日

20

延命化対策の評価 その1

経済性評価 (20年間)

- CO₂削減項目を付加した場合、約29億円の費用増加となるが、20年間で約48億円のメリットがあるので、付加分の費用回収は可能
- 懸念事項
 - ▶ BT主任技術者が必要
 - ▶ 売電単価の変動により、期待されるメリットの変動リスクあり
 - ▶ 建物の健全性の確認が必要

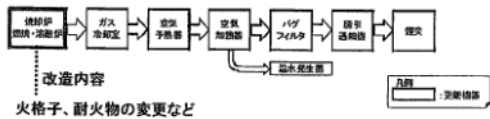


平成23年3月7日

都市ごみ焼却炉における省エネルギー対策

化石燃料削減

① 全連続運転への変更



- 運転人員の増加
- 周辺住民の理解

平成23年3月7日

21

都市ごみ焼却炉における省エネルギー対策

消費電力削減

□ プラント機器

- ▶ インバータ制御の採用
- ▶ 高効率電動機採用
- ▶ 高効率変圧器の採用

□ 建築設備

- ▶ 空調換気方式の変更
 - 自然換気の採用
 - 蓄熱空調方式の採用
- ▶ 照明設備の変更
 - 居室への大型照明の採用
 - 人感センサーの採用による点灯制御

平成23年3月7日

都市ごみ焼却炉における省エネルギー対策

消費電力削減

① 焼却能力回復

	改造前	改造後	備考
年間ごみ焼却量	0%	38,338	32,181
年間ごみ焼却量	0%	39,000	32,300
1炉あたりの焼却能力	0%	40	37
1炉連続運転	0%	17	13
2炉連続運転	0%	112	162
3炉連続運転	0%	202	28
最高出力	0%	23	23
年間電力消費量	0%	7,884.3	7,428.1
最高電力消費	0%	142	121

- 排ガス量増加 → 環境影響評価とあわせた改良計画の検討が必要

平成23年3月7日

22

延命化対策の評価 その1

CO₂削減項目を付加した延命化の手法と適用範囲

延命化対策手法	CO ₂ 削減率 (%)			削減コスト (円/kWh)		削減効果 (t-CO ₂ /年)	
	5100	6000-6500	6000	5000	5000	1-10	10-20
燃焼設計	○	○	○	○	○	○	○
燃焼設備	○	○	○	○	○	○	○
燃焼制御	○	○	○	○	○	○	○
燃焼監視	○	○	○	○	○	○	○
燃焼調整	○	○	○	○	○	○	○
その他	○	○	○	○	○	○	○

※1 燃焼の竣工時点(新設時)または大規模改修時に設置する方が効果的である
 ※2 エンタル・エンタロピーコストの算出に燃焼炉の燃焼効率を考慮する
 ※3 6.7のCO₂削減率(燃焼炉)は、燃焼炉の燃焼効率を考慮し、燃焼炉の燃焼効率を考慮して算出している。
 出典: 環境省 燃焼炉研究開発

平成23年3月7日

出典: 環境省 燃焼炉研究開発

延命化対策の評価 その2

FS検討条件

- 共用期間 50年
- 延命化のケース
 - ▶ 建設当初からの仕様を変更することなく、適宜、設備更新を行いながら、50年間運用する
- 新規工場建設のケース
 - ▶ 竣工後25年目に既存工場を廃止・解体したのちに、既設工場と同規模の新工場を建設し、建設後25年間運用する
- 対象工場
 - ▶ 形式 ストーカ炉
 - ▶ 燃焼ガス冷却方式 廃熱ボイラ
 - ▶ 施設規模 600t/日 (300t/日×2炉)
 - ▶ タービン出力 2,750kW

平成23年3月7日

23

延命化対策の評価 その2

評価結果

項目	単位	既設設備	新設設備		備考
			既設分	新設分	
焼却規模	t/日	600	600	600	
発電出力	kW	2,750	2,750	14,000	
消費電力	kW	2,800	2,800	6,800	
運転日数	日/年	300	300	300	
共用期間	年	50	25	25	
費用	発電収入	百万円/年	8	386	発電単価7.44円/kWh
	建設費	百万円	8,000	27,880	
	保全整備費	百万円/年	240	836	設備投資3%/年
	解体費	百万円	-	1,200	
	小計	百万円	18,568	54,147	
CO ₂ 削減量	t-CO ₂	19,170	460,080	480,665	削減率0.355kg-CO ₂ /kWh

平成23年3月7日

0



循環型社会におけるごみ処理について

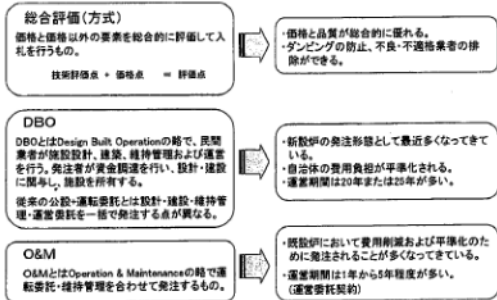
～ 焼却施設更新と高効率発電設備への対応～

目次

1. ごみ処理の歴史
2. ごみ処理施設の最近の動向
3. 基幹改良CO2削減について
4. 高効率発電設備について
5. これからのごみ処理について

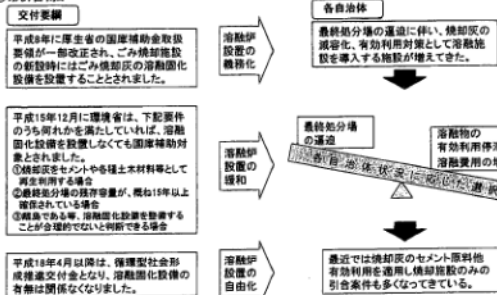
2. ごみ処理施設最近の動向

②ごみ処理施設選定評価と契約方式：総合評価、DBO、O&M

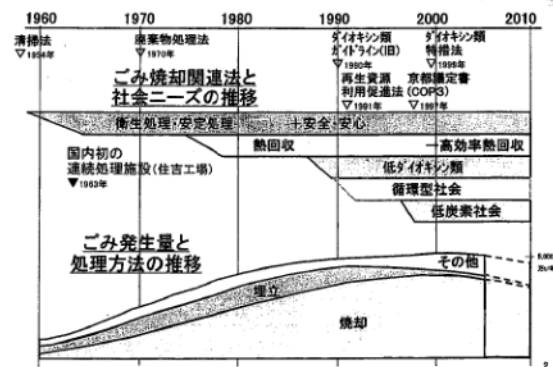


2. ごみ処理施設最近の動向

③脱溶融

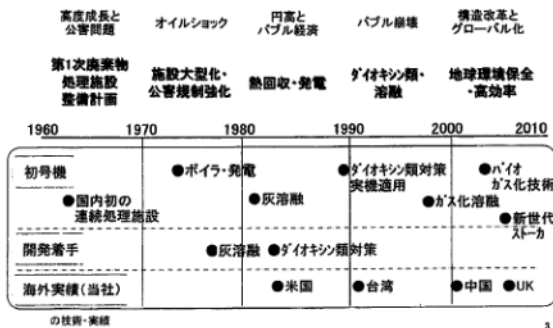


1. ごみ処理の歴史



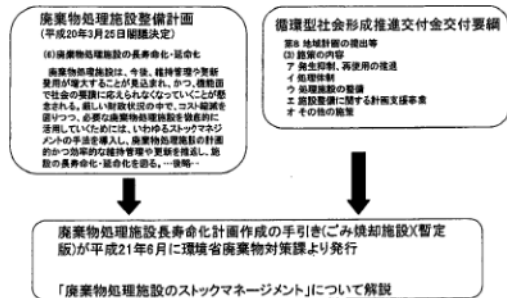
1. ごみ処理の歴史

◆時代の変遷とごみ処理技術



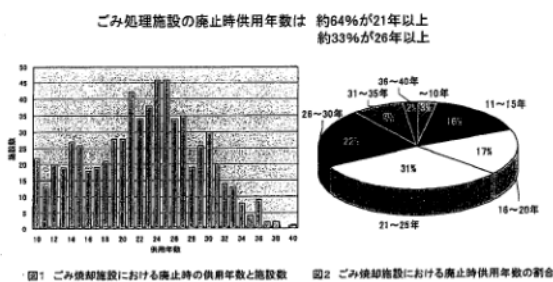
2. ごみ処理施設最近の動向

④ストックマネージメント



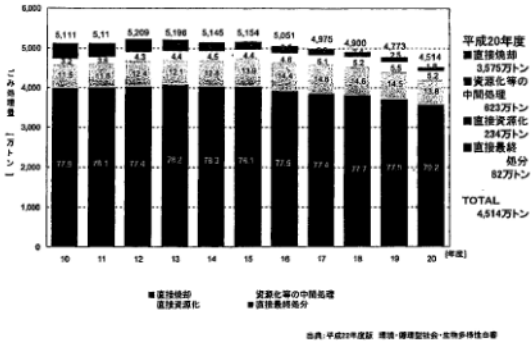
2. ごみ処理施設最近の動向

ごみ処理施設供用年数



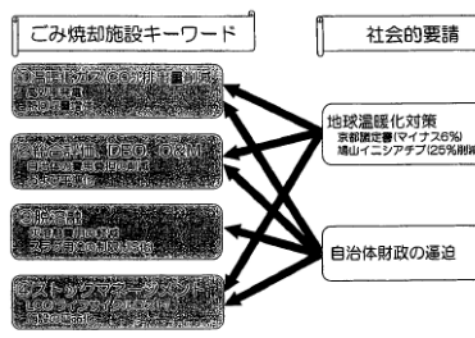
1. ごみ処理の歴史 ～廃棄物の流れ～

ごみ処理量の推移



出典: 平成20年度版 環境・循環型社会・生物多様性の書 4

2. ごみ処理施設の最近の動向



2. ごみ処理施設の最近の動向 ～廃棄物処理施設整備～

廃棄物処理施設整備計画 (平成20年3月25日閣議決定)

廃棄物処理施設整備計画のポイント

- 基本理念
 - 廃棄物処理の3R化の推進
 - 地域の自主性と創意工夫を生かした一般廃棄物処理施設の整備

廃棄物処理施設整備の重点、効果的かつ効率的実施

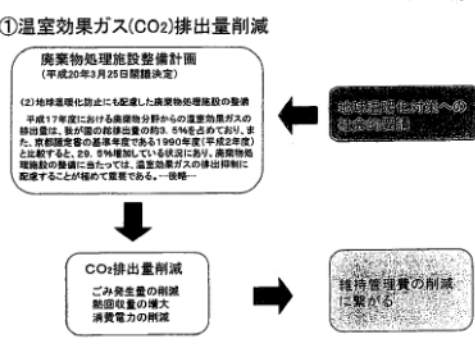
- 市町村の一般廃棄物処理システムの3R化改革
- 地球温暖化防止にも配慮した廃棄物処理施設の整備
- 廃棄物系バイオマスの利活用の推進
- 効率的な事業の実施
- 地域住民等の理解と協力の確保
- 廃棄物処理施設の長寿命化・延命化
- 災害対策
- 入札及び契約の適正化

3R

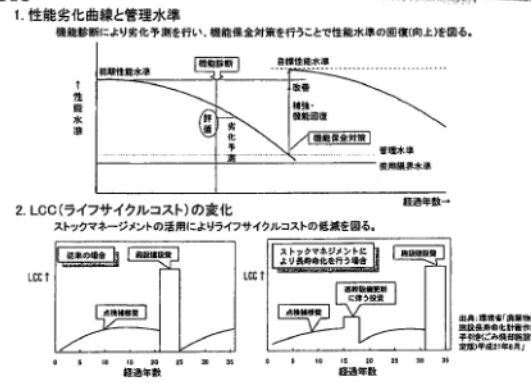
1. Reduce (リデュース) → ごみの発生抑制
2. Reuse (リユース) → 再使用
3. Recycle (リサイクル) → 再生利用

出典: 環境省, 廃棄物処理施設整備計画 5

2. ごみ処理施設最近の動向 ～CO2排出削減～



2. ごみ処理施設最近の動向 ～コスト削減～



出典: 環境省「廃棄物処理施設長寿命化計画作成の手引き(ごみ処理施設)」(平成21年4月)

2. ごみ処理施設の最近の動向 ～交付金～

循環型社会形成推進交付金 - 環境省 -

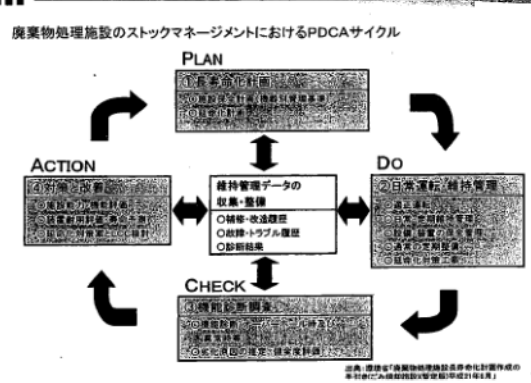
市町村において、廃棄物の3Rを総合的に推進するため、広域的かつ総合的に廃棄物処理・リサイクル施設整備を計画

交付対象施設

- マテリアルリサイクル推進施設 (不燃物、プラスチック等の資源化施設、ストックヤード等)
- エネルギー回収推進施設 (ごみ発電施設、熱回収施設、バイオガス化施設等)
- 資源性廃棄物リサイクル推進施設 (LHA-生ごみの資源化施設)
- 浄化槽
- 最終処分場
- 当該市の廃棄物処理施設の基幹的施設改良事業
- 廃棄物処理施設における長寿命化計画策定支援事業 等

※平成22年度よりごみ焼却施設および原形施設を対象とする基幹的施設改良(基幹改良)事業が加わった。

2. ごみ処理施設最近の動向 ～ストックマネジメント～



出典: 環境省「廃棄物処理施設長寿命化計画作成の手引き(ごみ処理施設)」(平成21年4月) 13

2. ごみ処理施設の最近の動向 ～交付金～

交付率

交付対象経費の1/3。ただし、高効率ごみ発電施設等の一部の先進的施設については1/2(発電効率23%以上に相当するごみ焼却施設新設工事については1/2を付。交付率を1/2とするメニューは平成25年度までの有効期間)

交付金1/2のごみ焼却施設新設工事発電効率

施設規模(1/日)	発電効率(%)
100kW以下	12
100kW, 150kW以下	14
150kW, 200kW以下	15.5
200kW, 300kW以下	17
300kW, 450kW以下	18.5
450kW, 600kW以下	20
600kW, 800kW以下	21
800kW, 1000kW以下	22
1000kW, 1400kW以下	23
1400kW, 1800kW以下	24
1800kW	25

メタン回収ガス発生率: 150m³N₂以上
 メタン回収ガス発生量: 3,000 m³以上

メタン発酵槽とその他のごみ焼却(但し、発電効率または、熱回収率10%以上のものに限り。)と組み合わせた方式(メタンガス化施設の発電効率または、熱回収率が10%以上ものに限る。)

2. ごみ処理施設の最近の動向 ~交付金~

基幹改良CO2削減率定義
 一定以上の温室効果ガス(CO2)排出量を削減するごみ焼却施設基幹改良工事について1/2~1/3を交付(CO2削減率 ≧ 2% 交付率 1/3 CO2削減率 ≧ 30% 交付率 1/2)

$$\frac{[E(\text{前}) + F(\text{前}) - EN(\text{前})] - [E(\text{後}) + F(\text{後}) - EN(\text{後})]}{E(\text{前}) + F(\text{前})} \times 100$$

E : 施設の電力使用によるCO2排出量
 F : 施設の化石燃料使用によるCO2排出量
 EN : 発電及び場外熱供給によるCO2排出削減量
 (前) : 基幹改良工事前
 (後) : 基幹改良工事後

単線更新による延命化対策
 A範囲 既存機器の効率化等
 B範囲 省エネ機器の新設等

16

3. 基幹改良CO2削減について ~削減手法別~

◀発電出力等を増強する手法▶

1. 蒸気タービン設計点の見直し
2. 蒸気使用先の見直し

高圧蒸気復水器の停止
 低温触媒の採用
 白煙防止条件の見直し等

◀電力使用量等を削減する手法▶

1. インバータの活用と電源回生
2. 機器の統廃合
3. 高効率機器の採用

押込送風機、二次送風機
 油圧機器、クレーン等
 空気圧縮機、コンベヤ等
 高効率電動機等

18

3. 基幹改良CO2削減について ~温暖化防止対策~

延命化施設に対する温暖化防止対策手法の例

温暖化対策手法	施設規模 (t/d)			燃焼ガス冷却方式		発電計画運転率 (年)		
	50	100~300	500以上	ボイラ	水機群	5~10	10~30	30以上
運転設計	タービン設計点の最適化	○	○	○	○	○	○	○
	運転計画不備からの変更	○	○	○	○	○	○	○
	水機群内のボイラ	○	○	○	○	○	○	○
設備・燃料改善	タービン増設	○	○	○	○	○	○	○
	タービン静圧の真空度改善	○	○	○	○	○	○	○
	タービン定額出力増大	○	○	○	○	○	○	○
	前進運転制御	○	○	○	○	○	○	○
	運転化計画の不実行	○	○	○	○	○	○	○
	スーパージョイント電圧の導入	○	○	○	○	○	○	○
施設運営	燃料燃費削減	○	○	○	○	○	○	○
	燃焼効率改善	○	○	○	○	○	○	○
	ファン、ポンプ等のインバータ化	○	○	○	○	○	○	○
その他	高効率モータの採用	○	○	○	○	○	○	○
	コンベヤ等の駆動装置	○	○	○	○	○	○	○

※1 施設の竣工時点(新設)時、または大規模改修時に設置する方が効果的
 ※2 インシテール・ランコントロールの正確な制御が前提条件

出典: 財団法人環境研究センター「温暖化防止対策
 に向けてのごみ焼却施設のエネルギー効率
 向上に関する実例集」平成17年度

17

3. 基幹改良CO2削減について ~削減手法別~

◀蒸気タービン設計点の見直し例▶

◆既存施設の設計条件
 ごみ焼却量 200ton/日 × 3炉 = 600ton/日
 ごみ発熱量 3,000kcal/kg
 ボイラ蒸発量 35ton/hr × 3炉 = 105ton/hr
 タービン蒸気量設計点 105ton/hr
 タービン発電出力 13,000kW

◆実際の運転状態
 200ton/日 × 2炉 = 400ton/日
 35ton/hr × 2炉 = 70ton/hr

蒸気タービン発電機の設計点を現状の運転に合わせて見直すと...

18

4. 高効率発電設備について ~計画事例(1)~

消費電力低減

プラント機器
 低空気比燃焼
 VVVFの採用

発電設備機器
 負荷制御
 インバータ制御

空調電力
 階別分散型
 低置制御
 建物断熱化

照明電力
 LED照明
 人感センサー
 自然採光

年間合計CO2排出量
 (削減効果)

①向燃発電機によるCO2排出量 (排出係数 0.43kg-CO2/kWh)	発電電力[kWh]	801,443
	CO2排出量[t/a]	261,424
②中間貯蔵缶使用によるCO2 排出量 (排出係数 2.6kg-CO2/m ³)	貯蔵缶容量 [m ³]	44,683
	空上貯蔵	12,883
	空下貯蔵	12,883
	運搬距離[m]	0
	計	92,399
③燃料発電機によるCO2削減量 (削減係数 0.43kg-CO2/kWh)	CO2削減量[t/a]	123,194
④燃料発電機によるCO2削減量 (削減係数 0.43kg-CO2/kWh)	発電電力[kWh]	48,193,359
	CO2削減量[t/a]	20,723,249
削減合計CO2排出量 [t/a]		-17,847,577

①+②-③

24

4. 高効率発電設備について ~計画事例(1)~

発電効率向上フロー

高温・高圧ボイラの採用
 ●蒸気条件: 4MPa, 400℃
 ●タービン排気圧力の低下
 ●タービン 排気圧力: 10kPa(abs)

蒸気サイクルの最適化
 ●2段抽気タービンの採用
 第1抽気: 脱臭器加熱、下水汚濁処理
 第2抽気: 給水加熱(圧入給水加熱器)
 ●フラッシュタンクの設置
 →ボイラブロー水からの熱回収
 ●タービン排気蒸気を脱臭器給水で
 復水
 ●水冷式復水器の設置
 →タービン排気熱による融雪
 ●排気蒸気設備の破砕機設備に蒸気
 を使用せず蒸気急凍方式を採用

設計点における発電効率
 ●発電量: 8,640kW、発電効率: 24.3%
 8,711kJ/kg、2炉運転、外気温10℃にて

26

4. 高効率発電設備について ~計画事例(2)~

熱回収率向上フロー

高度燃焼技術 (λ=1.3)
 ●排ガス排出熱量減少
 →熱回収率向上

排出ローゼットによる制御
 ●定電圧の向上
 ●アルタイム制御

低圧熱回収
 ●排ガス排出熱量減少
 →熱回収率向上

燃焼室上部
 ●内蔵燃焼
 →メンブレン水管の保護対策

耐火タイル・耐火ブロック
 ●SiC(炭化硅)系耐火物
 →ストローク耐熱高圧部の耐久
 性向上

燃焼室・ボイラ耐熱・耐食対策
 ●二次過熱器

燃焼室・ボイラ耐熱・耐食対策
 ●二次過熱器

燃焼室・ボイラ耐熱・耐食対策
 ●二次過熱器

燃焼室・ボイラ耐熱・耐食対策
 ●二次過熱器

25

4. 高効率発電設備について ~計画事例(2)~

ボイラ耐久性向上策

燃焼室上部
 ●内蔵燃焼
 →メンブレン水管の保護対策

耐火タイル・耐火ブロック
 ●SiC(炭化硅)系耐火物
 →ストローク耐熱高圧部の耐久
 性向上

燃焼室・ボイラ耐熱・耐食対策
 ●二次過熱器

燃焼室・ボイラ耐熱・耐食対策
 ●二次過熱器

燃焼室・ボイラ耐熱・耐食対策
 ●二次過熱器

燃焼室・ボイラ耐熱・耐食対策
 ●二次過熱器

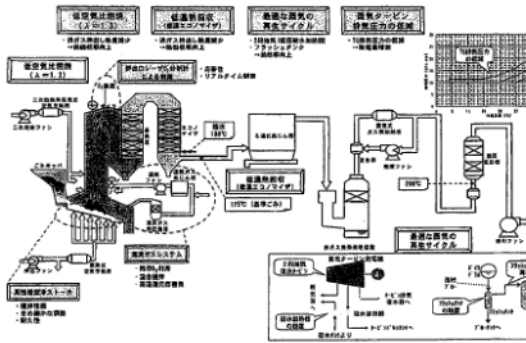
27

3. 新設改良CO2削減について～新設炉と大規模改修の比較～

	新設炉	大規模改修
費用	△ 延命化と比較して高価	○ 新設と比較して安価
建設用地	△ 新規用地取得が必要	○ 現状の用地を使用
ごみ処理	○ 建設期間中も継続してごみ処理が行える	△ 改修期間中のごみ処理に影響がある場合がある
熱利用の増強	○ 基本的に可行	△ 部分的に可行
官庁申請	△ 環境アセス、設置届等が必要	○ 環境アセス、設置届等が不要または取替アセスのみでよい場合がある
交付金	○ 発電効率に応じ1/2～1/3	△(部分交付) 2.5kW・h削減能力増強工事に1/3 CO ₂ 排出削減率に応じ1/2～1/3

20

4. 高効率発電設備について～計画事例①～



4. 高効率発電設備について

より多くの熱を、より効率よく回収し、効率よく電気に変換

発電効率向上に係る技術的要素・施策	発電効率向上効果	発電効率比較条件	
熱回収能力の強化	低温エコマイザ	1%	ボイラ出口排ガス温度 250℃→190℃
	低空気比燃焼	0.5%	300ppm 燃焼空気比1.8→1.4
蒸気の効率的利用	低温脱硝触媒	1～1.5%	触媒入口排ガス温度 210℃→185℃(再加熱なし) ※白煙防止の運用停止との組み合わせ
	高効率乾式排ガス処理	3%	湿式排ガス処理→高効率乾式処理
	白煙防止設定なし・運用停止	0.4%	白煙防止条件: 5℃、60%→条件なし
	排水クローズドシステムの導入なし	1%	ボイラ出口排ガス温度 250℃→190℃
	蒸気タービンスステムの効率向上	1.5～2.5%	蒸気条件: 3MPa×300℃→4MPa×400℃
	0.5%	各加熱熱源→タービン抽気	
	2.5%	タービン排気圧力 -76kPa→-94kPa	

21

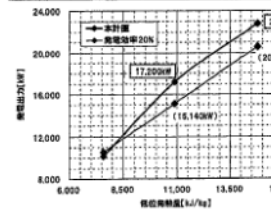
4. 高効率発電設備について～計画事例②～

発電出力・発電効率

高気タービン定格条件
 条件：蒸気ごみ2炉定格運転
 外気温4℃
 揚内赤熱利用なし
 タービン入口蒸気：3.8MPa×395℃
 105.1t/h
 タービン排気圧力：11.3kPa, abs
 発電出力：22,800kW
 発電効率：22.2%

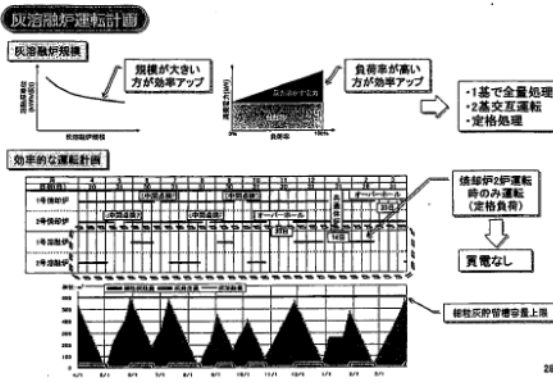
低ごみ質における発電出力・発電効率
 揚内赤熱利用あり
 外気温：10℃

項目	単位	高質ごみ	低質ごみ	概算
低位発熱量	kJ/kg	14,800	10,900	
発電出力	kW	23,780	17,200	
発電効率	%	22.2	22.2	



発電効率20%以上
 2炉運転時・基準ごみ以上
 全外気温条件(35℃含む)

4. 高効率発電設備について～計画事例②～



28

4. 高効率発電設備について～再生エネルギー利用～

再生エネルギーの効率的利用・自然エネルギー利用

- 太陽光・風力**
 - ハイブリッド発電機器具
 - 太陽光パネル
 - ハイブリッドライト(自然採光)
 - 応用雨水
 - 原料の輸送に排水
- ヒートポンプ式設備**
 - 大気・地中の熱利用
 - エネルギー効率が高い
 - エコキュート
- 未利用木質バイオマス**
 - 質定枝等を燃焼
- バイオマス活用技術**
 - バイオ乾燥システム
 - 新築・改修にバイオを入れたパワースタイル
 - 各種マシン・機器技術
 - ハイブリッド・ゼロフューエル(燃費削減)

4. 高効率発電設備について～計画事例②～

CO₂排出量削減効果

項目	削減内容
年間消費電力量	21,794,450 kWh/年
年間発電電力量	44,929,820 kWh/年
年間消費電力量(正味)	-23,135,370 kWh/年
電力消費に伴うCO ₂ 排出量(係数:0.609473t-CO ₂ /kWh)	-10,943 t-CO ₂ /年
年間燃料使用量(灯油)	138,320 L/年
燃料使用に伴うCO ₂ 排出量(係数:0.09249t-CO ₂ /L)	344 t-CO ₂ /年
合計CO ₂ 排出量	-10,599 t-CO ₂ /年

29

4. 高効率発電設備について～再生エネルギー利用～

太陽光発電

太陽電池容量:100kW
 年間予測発電量:102,323kWh/年
 年間CO₂削減量:44,510kg-CO₂/年
 削減率約:43%

自然採光

- エントランスホール
- 見学スペース
- プラントホール
- こみびと
- 実習エリア
- 借入式乾燥設備工

光ダクトにより中央制御室見学ホールに自然光を導く

5.これからのごみ処理について

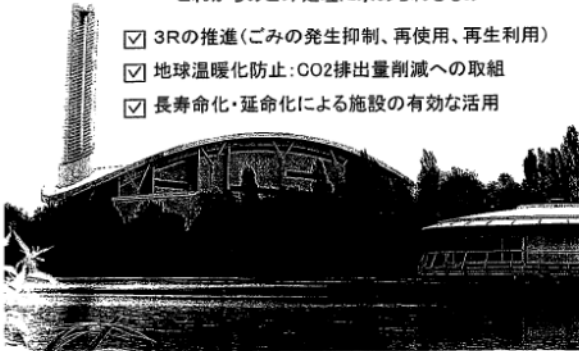
- 1) 長期エネルギー需給見直しによると
2005年度での廃棄物発電総量(一般廃棄物+産業廃棄物): 223万kwで
2020年見直し: 363万 (最大導入ケース)
2030年見直し: 440万 (最大導入ケース)
(「総合資源エネルギー調査会需給部会,2009年8月」を引用)
潜在能力として
一般廃棄物: 高効率・基幹改良で250万kw
産業廃棄物: 200~250万kw あると言われており今後の導入が期待される。
- 2) エネルギーの有効利用
 - ・ 自然エネルギー・都市排熱の利用
下水処理水・河川水の水冷熱源としての利用
太陽熱・地中熱利用
 - ・ 低温排熱の回収
バイナリー発電、吸収ヒートポンプ、熱電素子
 - ・ 設備・機器の高効率化
高効率な機器と設備規模にマッチした機器容量選定
次世代省エネルギー技術(デバイス技術他)
 - ・ システムソリューションによる最適化運転

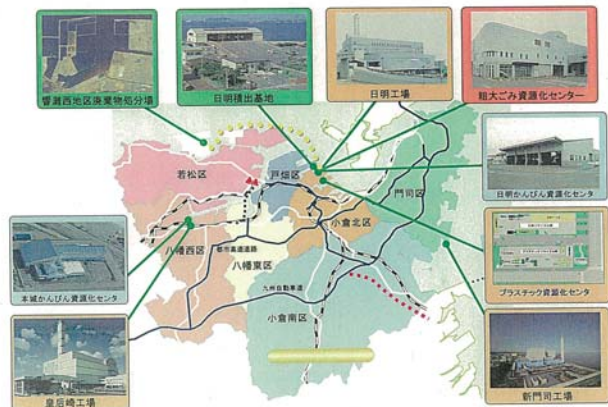
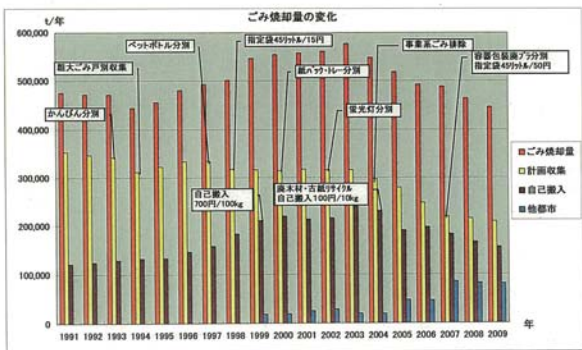
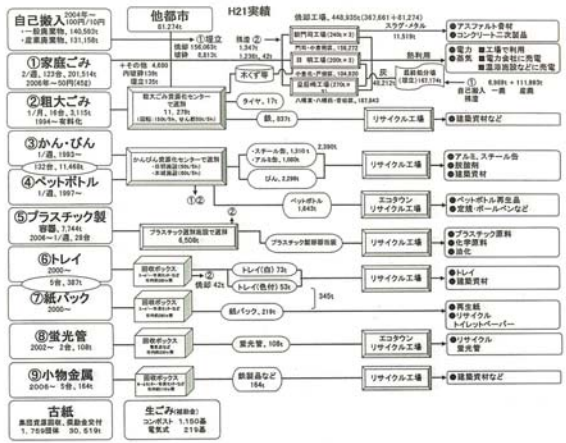
32

5.これからのごみ処理について

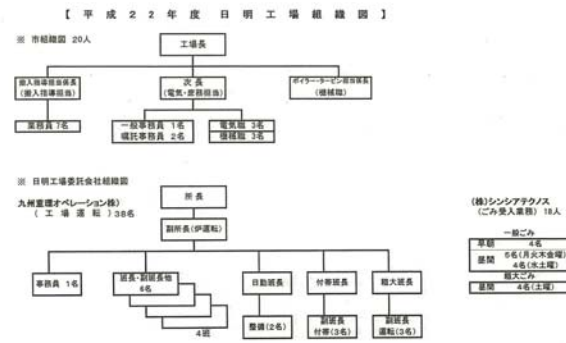
—— これからのごみ処理に求められるもの ——

- 3Rの推進(ごみの発生抑制、再使用、再生利用)
- 地球温暖化防止:CO2排出量削減への取組
- 長寿命化・延命化による施設の有効な活用





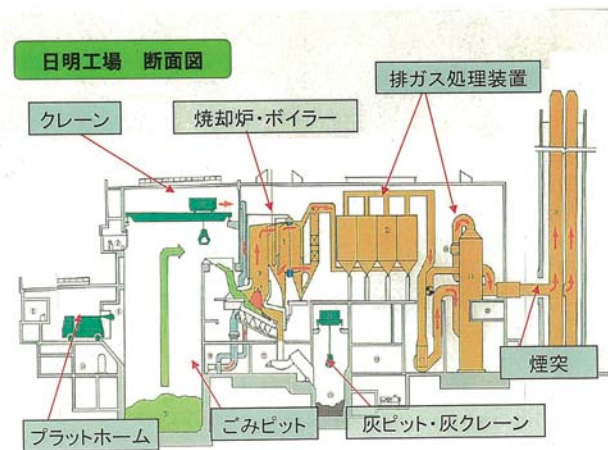
名称	所在地	建設年度	建設費	メーカー	形式	処理能力	炉内温度	炉内圧力	処理量
日明工場	北九州市門司区	平成19年3月(工期15.12~平成19.3)	22.9億円	日立建機(株)	720U/24h (940/24h+3h)	720t/24h	850℃	0.07MPa	約1,000t/日
日明工場	北九州市門司区	平成23年3月(工期10.2~平成23.3)	1.19億円	日立建機(株)	600U/24h (2000/24h+3h)	600t/24h	850℃	0.07MPa	約1,000t/日
日明工場	北九州市門司区	平成10年7月(工期8.10~平成10.6)	34.9億円	日立建機(株)	810U/24h (2700/24h+3h)	810t/24h	850℃	0.07MPa	約1,000t/日

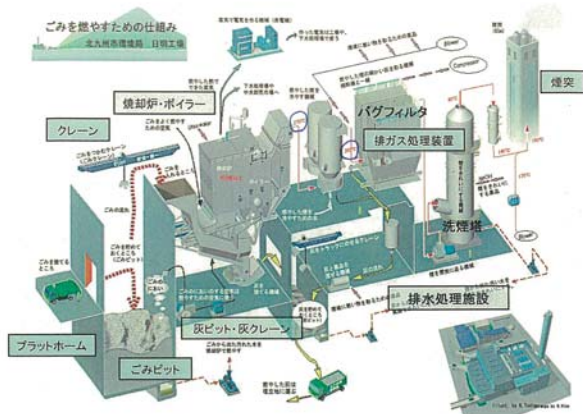


日明工場

(工場棟)
鉄筋コンクリート造一部鉄骨造
地上6階、地下2階
(事務棟)
鉄筋コンクリート造 地上2階
(煙突)
85m 外筒 鉄筋コンクリート造
内筒 鋼板製

稼働開始 平成3年	能力 (トン/日) 600	発電量 (kW) 6,000
--------------	---------------------	----------------------





9



11



10



12



13



15



14



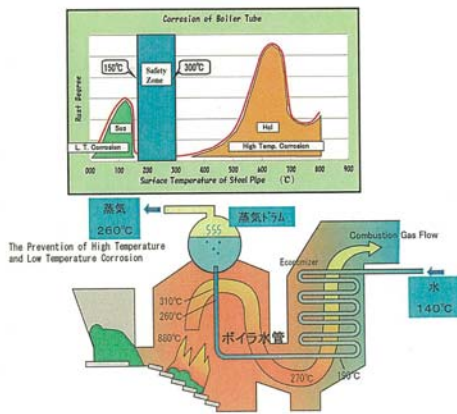
16



17



19



18



20



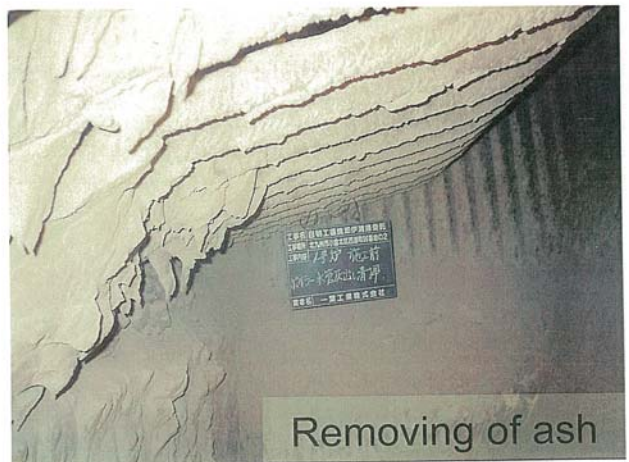
21



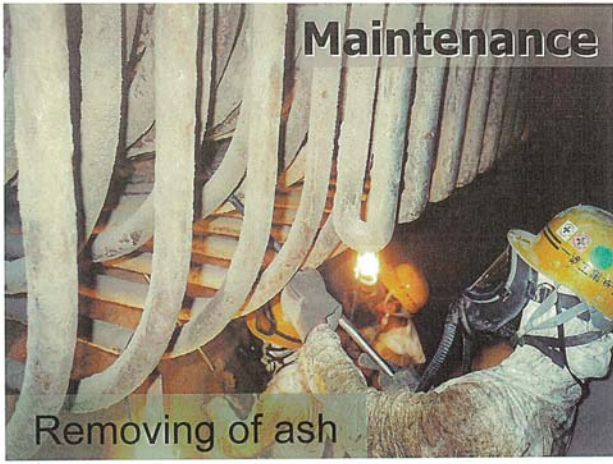
23



22



24



Maintenance

Removing of ash

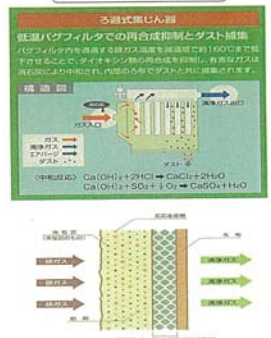
25



粗大ごみ

27

排ガス処理装置
バグフィルタ



排ガス処理装置で排ガス中の有害物質を除去

26

破碎工場 (Crushing Plant)

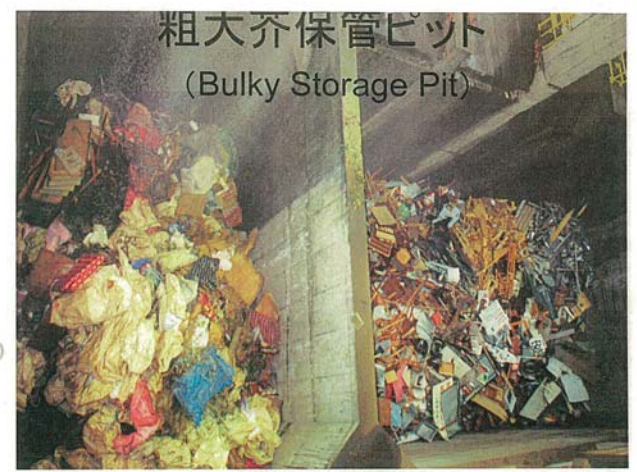


28



Platform

29



粗大芥保管ピット
(Bulky Storage Pit)

31



荷下ろし (Dumping)

30



Bulky Crane

32



33



34

平成23年度 日明工場 焼却計画予定表


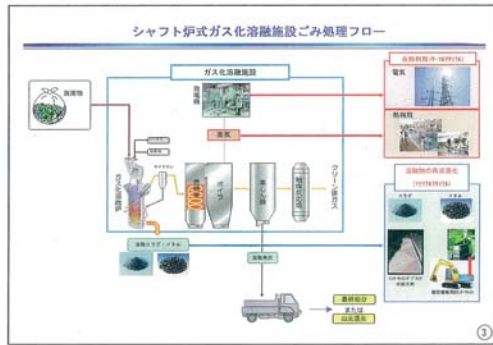
環境部、日明工場

※詳細として焼却場の立上り前0時、立上り後の開始とする。 ※焼却工程は、前後各3日を軸とした日数。

焼却炉 焼却炉 S T 運送 計画 面	平成23年度					平成24年度						
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1号炉 6,312時間 (263日間)		2 中間出 23 21→カ一編組 (AMZ)						2 定期焼却 定期焼却 船内物販工事 高専取組 (AMZ)	21			
2号炉 5,604時間 (246日間)			3 定期焼却 定期焼却 船内物販工事 高専取組 (AMZ)					10				21
3号炉 5,064時間 (211日間)	中間出 23							30 中間出 20 21→カ一編組 (AMZ)	26		定期焼却 定期焼却 船内物販工事 高専取組 (AMZ)	19
蒸気タービン 8,304時間 (346日間)								30 蒸気不足 24 CALEB				
線卸・相次自己搬入								3 搬入停止 30				
委託ごみ搬入		2 小量ごみ搬入停止 12						22 小量ごみ搬入停止 23				
備考		豊田工場 自己搬入停止 5/21~6/12 (22日)						全炉停止中、赤化センター への搬入の取組は停止 10/2~11/18 (18日)				新門工場 自己搬入停止 1/22~2/9 (9日)

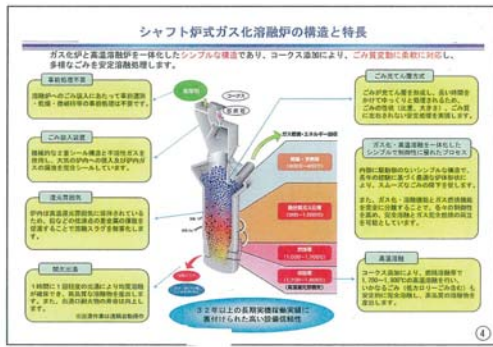
廃棄物焼却による熱回収と発電技術に関するワークショップ

シャフト炉式ガス化溶融炉による熱回収と高効率発電技術


目次

1. シャフト炉式ガス化溶融炉
 - 1) シャフト炉の特徴
 - 2) コークスの効能
2. 多様なごみの溶融による資源化
 - 1) シャフト炉を用いたごみ処理コンセプト
 - 2) リサイクル残渣、災害ごみへの対応
3. 高効率発電
4. 熱利用



コークスの効能

- 熱源として、高温を容易に実現
溶けにくいごみ(=融点が高いもの)まで安定溶融するので、多様なごみ処理が可能。
- 火持ちが良く溶融ゾーンを安定
高温で安定したコークスベッド層を形成し、不燃物を完全溶融。
- スラッグを無害化(還元剤としての機能)
炉内を酸素の無い状態に保つため、有害な重金属が硫化物として高発・揮散し、スラッグに溶けこまない。



溶融物の有効利用

スラッグ

道路用・コンクリート骨材の6化

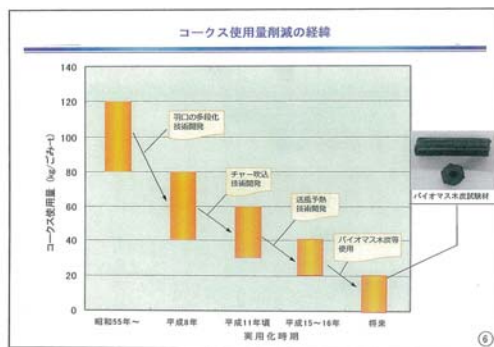


インターロッキングブロック
コンクリートブロック

メタル



製鉄材料
建設機械のカウンターウェイト
非鉄金属用還元剤



目次

1. シャフト炉式ガス化溶融炉
 - 1) シャフト炉の特徴
 - 2) コークスの効能
2. 多様なごみの溶融による資源化
 - 1) シャフト炉を用いたごみ処理コンセプト
 - 2) リサイクル残渣、災害ごみへの対応
3. 高効率発電
4. 熱利用

シャフト炉式ガス化溶融炉によるごみ処理のコンセプト

新施設編「施設方針」

- 環境に優しい施設
- 循環型社会に寄与する施設
- エネルギーの有効利用
- 周辺地域との共生
- 経済性を考慮した施設
- 安定した稼働に処理できる施設
- 安全性に優れた施設

PFI事業

**新日鉄エンジニアリング式
直接溶融・資源化システム**

- 溶融施設として豊富な実績と信頼性
(※注37所 内稼働中30所)
- 高温溶融による超微細システム構築
 - ごみ焼・ごみ焼灰動への柔軟な対応
 - 可燃物の燃焼効率向上
 - 焼結物分量の従来型焼結機
- 総合的な環境負荷の低減
 - 総合的な行政負担の低減
 - PFIの手法の活用

今後の施設運用への対応（課題）


- 市町村合併への対応
 - 異なる産業形態への柔軟対応
 - 他施設平準の混合処理
- 災害ごみへの対応
 - 焼結物分離対策の高度化
 - 不燃物処理
 - リサイクル残渣の処理
 - 粉分量の増大に耐えし再生
- 国庫補助の廃止の対応
 - PFIの推進
 - 複合的な処理への対応
 - (焼結、粉のリサイクル燃焼との連携)

処理対象物の拡大


高温溶融、長時間のマイルドな熱分解により実用施設で多種なごみを処理しています。

実用施設の処理対象物


ごみの種類	焼結炉	高温溶融炉	焼結炉	焼結炉	焼結炉	シャフト炉	シャフト炉
燃焼ごみ	○	○	○	○	○	○	○
不燃・燃焼ごみ	—	—	—	—	—	○	○
リサイクル残渣	○	○	—	○	○	—	○
下流・し尿汚泥	○	○	—	○	○	○	○
焼結残渣	—	—	—	○	○	○	○
燃焼ごみ	—	—	○	—	○	—	—
不燃ごみ	○	—	○	—	○	—	—
燃焼残渣	—	—	○	—	○	—	○




リサイクル残渣



汚泥



埋立ごみ



ABR (ストレッパーダスト)

シャフト炉式ガス化溶融炉納入実績

32年、32件の稼働実績、37件の受注実績



大阪府大阪市
昭和25年稼働
平成11年1号受注
400t/日 (150t/日×3P)

秋田県秋田市
400t/日 (200t/日×2P)

福井県福井市
昭和34年稼働
平成11年基幹改修実施

愛知県豊田
PFI (1070) 受注
500t/日 (250t/日×2P)

福岡県北九州市
720t/日 (240t/日×3P)

福山県福山市
昭和34年稼働


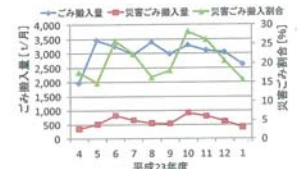
千葉県船橋市
PFI (1800) 受注
焼工場民の混合処理 (15%程度)

大分県大分市
387t/日 (129t/日×3P)

岩手沿岸南部広域環境組合様 震災後状況



岩手沿岸南部広域環境組合様 災害ごみ処理状況

ごみ搬入量 (t/月) / 災害ごみ搬入量 (t/月) / 災害ごみ搬入割合 (%)

目次

- シャフト炉式ガス化溶融炉
 - シャフト炉の特徴
 - コアクスの効能
- 多種なごみの溶融による資源化
 - シャフト炉を用いたごみ処理コンセプト
 - リサイクル残渣、災害ごみへの対応
- 高効率発電
- 熱利用

災害ごみの処理にも貢献

災害廃棄物の特徴

- 不燃ごみ含む
- 土砂の付着

水害ごみ処理量：約440t
震災ごみ処理量：約480t


施設稼働：120t/日 (60t/日×2P)

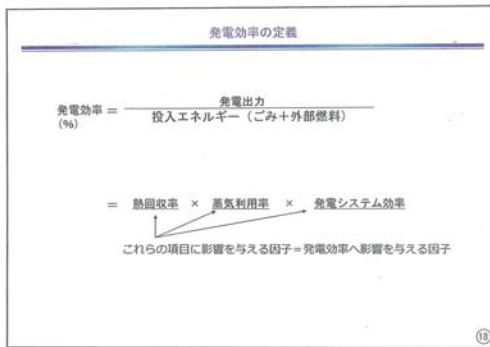
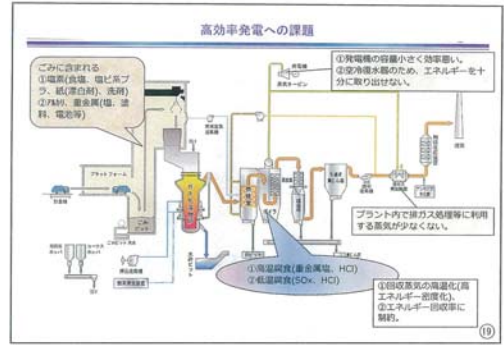
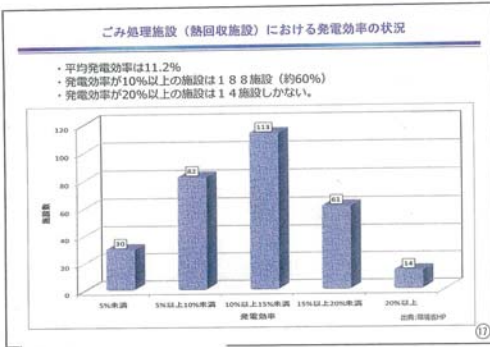
水害ごみ写真 (例：三桑市)

平成16年度	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
水害ごみ (新潟豪雨)				10t/日					
震災ごみ (新潟県中越地震)				地震発生 10/23			10t/日		

ごみ処理施設(熱回収施設)における余熱利用の現状

・余熱利用無しの施設は、約3割のままで推移。
・発電付きの施設は、12→24%程度と10年間で割合としては倍増も、十分とは言えない。





ボイラ腐食に対する優位性

◆ 高温腐食に対する当社プロセスの優位性
 当社プロセス: 副資材(石灰石)とHClがボイラ前で反応・除去。
 従来焼却方式と比べて排ガス中HCl濃度が低く、高温腐食が起りにくい。

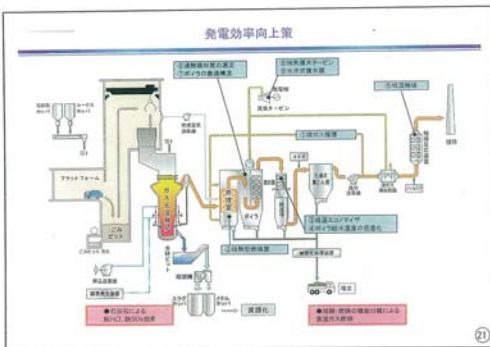
$$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$$

$$\text{CaO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$$

石灰石による中和反応

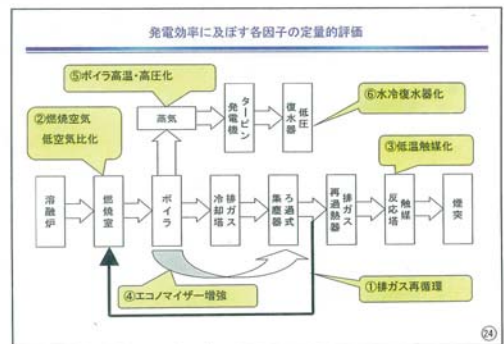
汚染物質	当社測定値	従来焼却方式
ばいじん (g/Nm ³)	3	5
亜硫酸化物 (ppm)	160	200
塩化水素 (ppm)	200	400~1000

【参考】 NEDOの推算式
 (従来型) 炉内発電効率×燃料燃焼効率(0.9~1.1年)
 高温腐食によるHCl濃度の5%減に比例
 当社プロセス/他社プロセス = $\frac{200}{400 \sim 1000} \times 0.978 = 0.4 \sim 0.7$



- ### 発電効率に及ぼす各因子の定量的評価
- 検討項目
- 排ガス循環
 - 低空気比燃焼 (O₂=8% ⇒ 7%)
 - 低温触媒の採用 (排ガス再過熱器の廃止)
 - エコノマイザ増強
 ボイラ出口温度 200℃ ⇒ 185℃
 ろ過式集塵器高温化 160℃ ⇒ 185℃
 - ボイラ高温高圧化 (4.1ata × 400℃ ⇒ 6.1ata × 450℃)
 - 水冷式復水器の採用 (0.18 ⇒ 0.06ata)

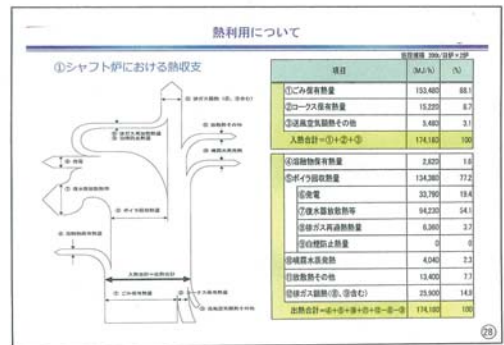
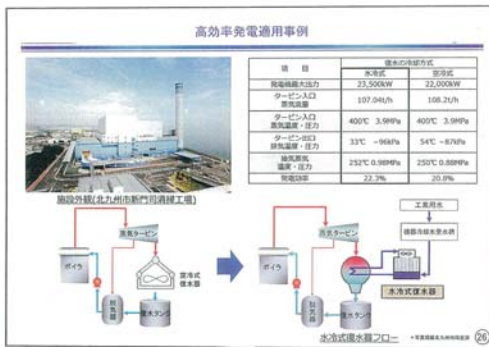
- ### 発電効率に及ぼす各因子の定量的評価
- 検討の前提
- 施設規模 200t/炉 × 2炉
 - ごみ質 水分 = 47%
 可燃分 = 44%
 灰分 = 9%
 低位発熱量 = 2,200kcal/kg
 - ボイラ条件 4.1ata × 400℃
 - 排ガス循環なし
 - 白煙防止装置なし





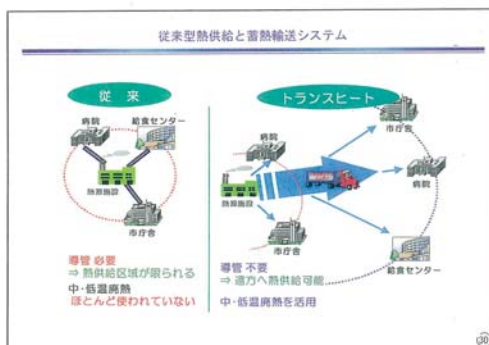
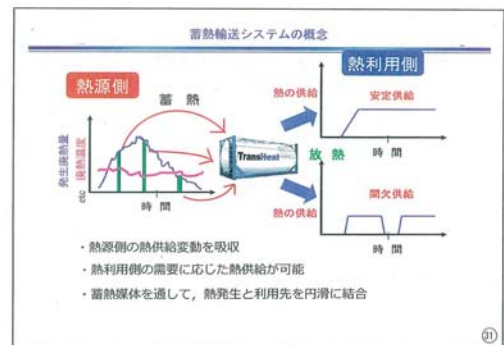
目次

- シャフト炉式ガス化溶融炉
 - シャフト炉の特徴
 - コークスの効能
- 多様なごみの溶融による資源化
 - シャフト炉を用いたごみ処理コンセプト
 - リサイクル残渣、災害ごみへの対応
- 高効率発電
- 熱利用



周辺施設での熱利用ニーズ 利用形態と必要熱量

対象名称	利用形態	設備容量	利用形態	必要熱量	備考
工場・管理棟	給湯	給湯量 40m³/h	蒸気	200	5~60℃加温
	給湯	給湯量 1,200m³	温水	300	
	冷房	給湯量 1,200m³	吸収式冷媒機	1,000	
福祉センター	給湯	給湯人員 40名	蒸気	400	5~60℃加温
	冷房	給湯人員 40名	温水	1,000	冷房は機器の容量の1.5倍
保育園	給湯	25名	蒸気	2,100	
	シャワー	給湯量 20m³/h	温水	800	5~60℃加温
幼稚園	給湯	給湯量 100m³	蒸気	200	冷房は機器の容量の1.5倍
	給湯	給湯量 100m³	温水	470	
高齢者福祉施設	給湯	給湯量 1,000m³	蒸気	1,900	
施設管理	給湯	給湯量 10,000m³	蒸気	4,300~10,000	



ご清聴ありがとうございました

4. 熱需要一体化による焼却熱回収利用技術

2) 余熱利用の種類と規模

蒸気条件: 3MPa, 300°C

25

5. 高効率熱回収の課題

1) 立地条件によるエネルギー回収の制約

① 受電電圧(特別高圧 or 高圧)

高圧受電の場合は発電量に制約有り。
電力会社との系統連係に係る協議結果の制約を受ける。

② 復水器型式(空冷 or 水冷)

水冷式を採用すれば、タービン排気圧力を低減でき、発電効率を向上させることが可能であるが、冷却水の選択は立地条件の制約を受ける。(河川水 or 海水)
冷却塔を設置する場合には、採算性の確認が必要。

27

4. 熱需要一体化による焼却熱回収利用技術

3) 技術的検討事項

タービン抽気、排気蒸気からの熱供給を想定
(タービン排気の使用が理想)

熱需要があれば供給は技術的に可能
媒体: 温水、高温水、蒸気
供給方法: 配管、蓄熱輸送

検討事項

- 熱の蓄積バランス
- 熱需要の変動幅、速度
- 非常時の対応(緊急停止装置の設置等)
- 焼却施設停止時のバックアップ方法

⇒ 熱需要先と十分な協議が必要

26

5. 高効率熱回収の課題

2) 回収したエネルギーを最大限利用する上の課題

① 熱需要先の確保

熱需要一体化の試みは有効なるも、需要確保は困難

② 低温排熱の有効利用

低圧蒸気復水器の放熱が5割以上

【現時点の有効利用策】

- ・ロードヒーティング
- ・ヒートポンプ

回収エネルギー内訳の一例

28

13

14

5. 高効率熱回収の課題

3) 発電施設や熱エネルギー利用の付帯施設の設置運用上の課題

① タービンの定格と実際の運転条件の乖離

常時部分負荷運転となり、発電効率が低下。
新設炉: タービン定格の最適化
⇒ 既設炉: タービン改造(中間出力増加)

② 場内外余熱負荷が昼間に集中

タービン発電量が低下し、買電が必要となる場合も有り。
⇒ 昼夜の焼却負荷調整により、施設の電力収支の調整が可能

29

5. 高効率熱回収の課題

4) プラント開発の技術的な課題に合わせて同時に解決すべき課題

① 施設の大規模化に伴う地域の合意形成

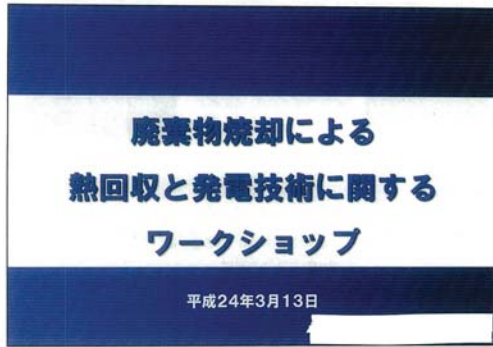
地域の理解促進→リスクコミュニケーションの推進
施設情報の公開(維持管理状況等)
施設計画プロセスの透明性向上

② 熱需要の開拓

民間工場との連携(熱を安価で売却)
低温排熱を電気として回収 → バイナリー発電の適用性検討

30

15



1. ごみ処理の変遷 (1990年代～現在)

- 1990年代～現在のニーズの変化
 - ダイオキシン類対策
 - 循環型社会の形成への対応
 - ・汚染物質の拡散防止
 - ・最終処分負荷の低減
 - ・地球温暖化防止
- 最近のニーズ
 - ・安定処理：ごみのカロリー変動への対応
 - ・周辺環境(大気・水)の汚染防止：有害物質の確実な除去
 - ・最終処分場の延命化：不燃物の有効利用による最終処分量の最小化、掘り起しごみの再処理
 - ・CO2排出量の低減：化石燃料使用量の最小化、エネルギーの有効活用
 - ・経済性：最終処分まで含めた総合的な観点での経済的な運営管理

1. ごみ処理の変遷 (～1980年代)

- 戦後～1980年代
 - ・資源化
 - ・オイルショックを契機とした余熱利用、発電の開発
 - ・ごみ量・質の変化
 - ・高度成長に伴うごみ量の増加、高カロリー化 ⇒ 高温、酸性ガスによる腐食・損傷への対応
 - ・公害対応
 - ・大気汚染物質(硫黄酸化物、塩化水素、ばいじん等)の処理対応

2. ガス化溶融施設の開発コンセプト～従来型単純焼却方式と比べて～

- 環境性
 - ・ダイオキシン類の総量削減
 - ・溶融によるダイオキシン類の大幅削減
 - ・燃焼温度の高温化によるダイオキシン類発生抑制 (排ガス中及び飛灰中ダイオキシン類濃度の低減)
 - ・溶融スラグ、金属類(溶融メタル又は未酸化金属類)の資源化による埋立処分量の削減
 - ・埋立対象物は、溶融飛灰のみ
 - ・低空気比(1.3～1.5)による排ガス発生量の削減
- 省エネルギー性
 - ・ごみのエネルギーを積極的に活用し溶融する。
 - ・化石燃料の削減に伴うコスト及びCO₂削減

1

2



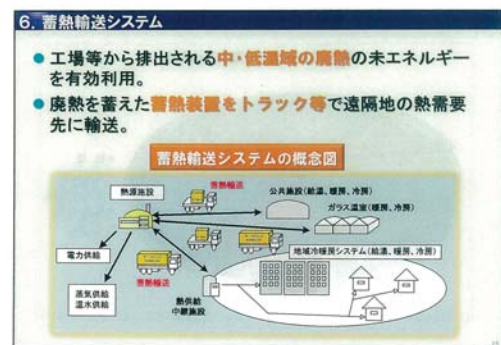
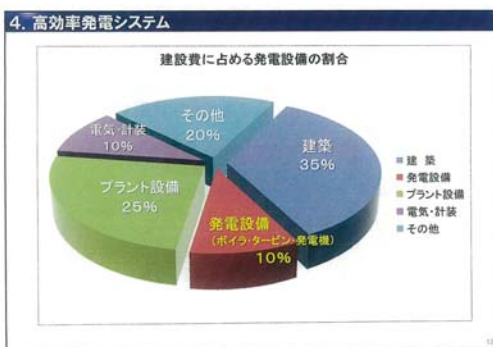
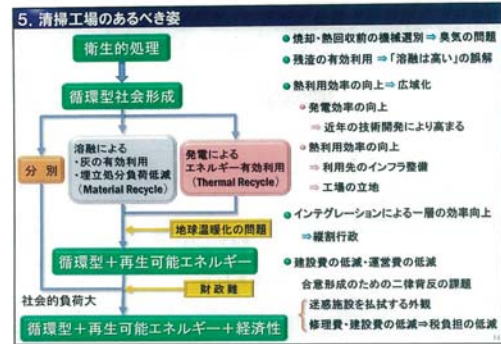
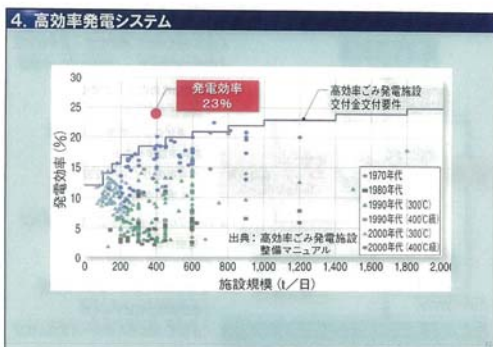
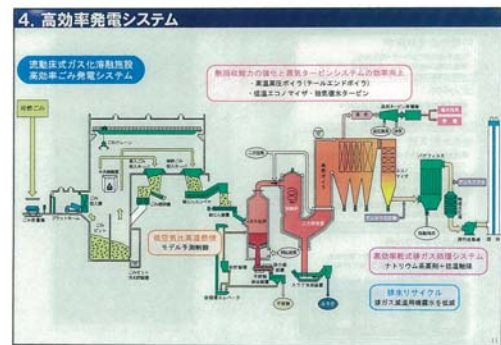


3. 神鋼の流動床式ガス化溶融施設の特長

- 堅固な旋回流動溶融炉**
炉壁に一定の厚膜のシラカ層を形成し、炉壁を保護しています。
- 優れた耐久性**
耐火物もシラカでセルフコーティングする仕組みにより、耐火物の寿命を長くとっています。
- 優れた溶融性能**
炉内温度が高く、溶融炉内温度は最高(1250℃以上)に達し、安定した溶融を行っています。また、溶融炉の構造を最適化して溶融効率を高め、溶融炉の寿命を長くしています。
- スラッグの安定出洋**
溶融炉とスラッグの間に一定の温度差を維持し、溶融炉の安定した出洋を実現しています。スラッグの出洋は安定しています。
- JIS規格に対応した幅広い用途の貴重なスラッグ**
スラッグは様々な用途に利用が可能です。また、溶融炉の構造を最適化して、溶融炉の寿命を長くしています。

3. 神鋼の流動床式ガス化溶融施設の特長

- 円筒型の流動床炉**
溶融炉の構造を最適化し、炉壁に一定の厚膜のシラカ層を形成し、炉壁を保護しています。
- コンパクト**
炉壁で耐火物が取れるため、炉壁に比べ溶融炉の構造がコンパクトです。
- 優れた耐久性**
耐火物がなく、またシラカ層を形成して耐火物の寿命を長くしています。
- 信頼性の高い砂層、排出部**
25年の実績がある中央排出口の構造が、炉内温度を安定に保ちます。
- 優れたリサイクル性**
溶融炉の構造を最適化して、溶融炉の寿命を長くしています。また、溶融炉の構造を最適化して、溶融炉の寿命を長くしています。



6. 蓄熱輸送システム

- 潜熱蓄熱材の相変化(固体→液体)における融解潜熱を利用して蓄熱する。
 $Q_t = Q_s$ (顕熱・固体) + Q_{pc} (潜熱) + Q_l (顕熱・液体)
- 潜熱蓄熱は蓄熱密度が大きく、装置をコンパクトにできる。
- 潜熱蓄熱材の種類に応じて使用温度条件が決まる。

潜熱蓄熱と顕熱蓄熱の原理図

(潜熱蓄熱) (顕熱蓄熱)

蓄熱容量 [MJ/m³] vs 温度 [°C]

6. 蓄熱輸送システム

技術実証の全体イメージ

(A) 工場での低温排熱の活用と最適化 (B) 遠距離の需要家への熱輸送と需要最適化 <需要例>

工場側: 工場排熱、蓄熱槽、マイナリー発電設備、熱交換設備

送電側: 送電EMS、蓄熱槽、熱輸送管

受電側: 受電EMS、蓄熱槽、熱交換設備、需要家 (暖房、給湯、空調)

※ EMS = エネルギー・マネージメントシステム

6. 蓄熱輸送システム

車両輸送燃料

蓄熱装置台数: 3台
 車両燃料熱量: 1.0GJ/日
 車両CO₂排出量: 26t-CO₂/年

蓄熱装置

熱回収時間: 8時間/日
 冷房負荷: 4200m³
 冷房負荷: 70kcal/m³h
 紅外線減量: 1.44t/日
 左側灯油削減量: 450kg/年
 CO₂排出削減量: 1.100t-CO₂/年

熱供給側条件

熱供給入力: 480kW
 蓄熱時間: 48時間/日
 熱輸送量: 436J/日

熱需要側条件

熱回収出力: 480kW
 熱回収時間: 8時間/日
 冷房負荷: 4200m³
 冷房負荷: 70kcal/m³h
 紅外線減量: 1.44t/日
 左側灯油削減量: 450kg/年
 CO₂排出削減量: 1.100t-CO₂/年

吸収式冷凍機仕様

吸収式冷凍機COP: 0.7
 補助エネルギー燃料: 灯油
 ポンプ効率: 85%

7. 広がる神戸製鋼のエネルギーソリューションメニュー

製品名	特徴	適用分野
蓄熱槽	蓄熱容量大、コンパクト	工場排熱回収、遠距離熱輸送
マイナリー発電設備	低温排熱を利用した発電	工場内発電
熱交換設備	効率的な熱交換	工場内熱回収
EMS (エネルギー・マネージメントシステム)	エネルギー消費の最適化	工場全体のエネルギー管理
吸収式冷凍機	低品位熱を利用した空調	工場内空調
各種ポンプ	高効率な流体輸送	工場内流体輸送

8. ハイナリー発電システムの一例

マイクロハイナリー パッケージ

発電機出力: 70kW → 送電機出力: 60kW

温水入口: 95°C@75t/h

冷却水入口: 20°C@120t/h

注記) 送電機出力 = 発電機出力 - 作動機体ポンプ熱ユニット内消費電力

9. スクリュー式小型蒸気発電機の一例

高効率、ワイドレンジ

■ 従来型タービンより150%能力UP
 インバータ制御により蒸気量変動に合わせ、広範囲に無段階で効率よく発電します。

性能曲線: 出力 (kW) vs 蒸気量 (t/h)

比較: STEAM STAR (赤線) vs 従来型 (青線)

9. スクリュー式小型蒸気発電機の一例

■ 蒸気量の多い場合でのマルチ対応 (例: 多相発電)

■ フォロー対応

9. スクリュー式小型蒸気発電機の一例

■ 導入例

■ MFC導入例

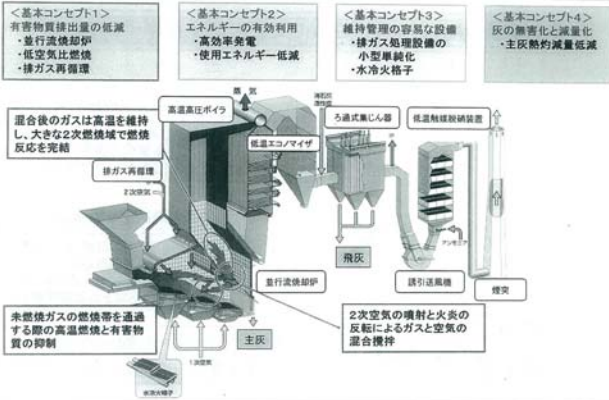
ごみ焼却施設における エネルギー回収

～廃棄物焼却による熱回収と発電技術に関するワークショップ～

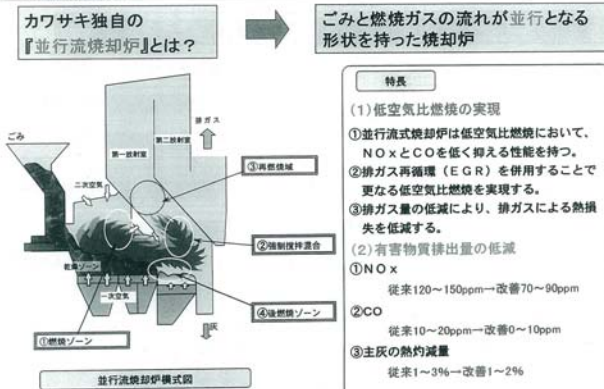
平成24年3月13日

- はじめに
- 高効率発電技術の事例紹介
- 熱回収技術の事例紹介
- エネルギー回収の向上に向けた今後の課題
- まとめ

カワサキ・アドバンストストーカシステム

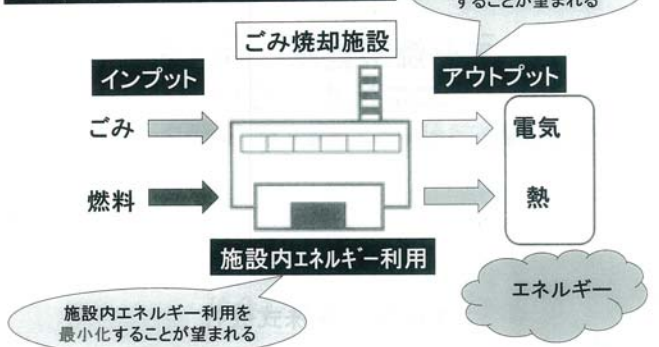


並行流焼却炉



はじめに

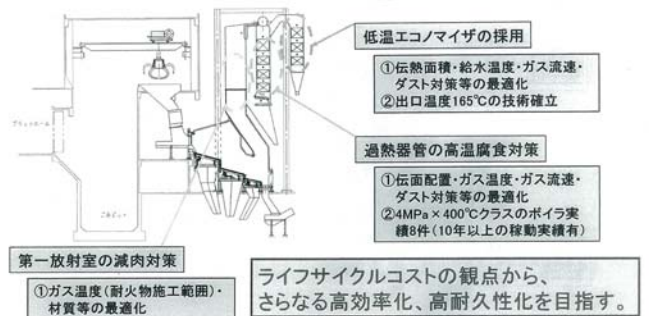
ごみ焼却施設＝エネルギーセンター



高効率発電技術の事例紹介

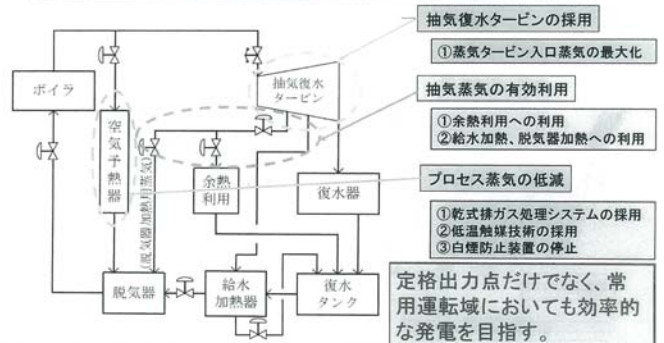
高効率発電 ボイラ技術

流動解析・腐食の知見を生かした高温高圧用ボイラの設計



高効率発電 蒸気タービン技術

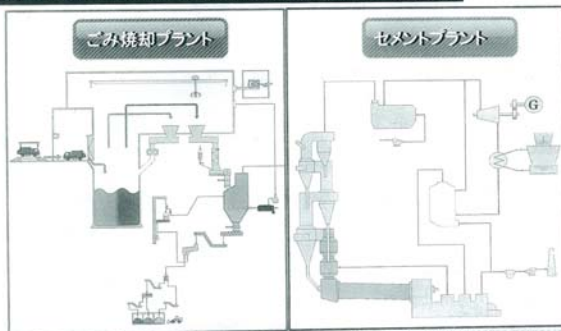
蒸気タービン発電出力を最大化するためのシステム設計



熱回収技術の事例紹介

CKKシステム (CONCH KAWASAKI KILN SYSTEM)

既存のセメントキルンを活用した廃棄物処理システム



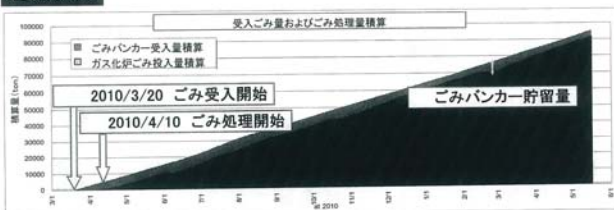
ごみ焼却技術とセメントプラント技術の融合

事例 (5) 中国/銅陵市



事例 (5) 中国/銅陵市

運転状況



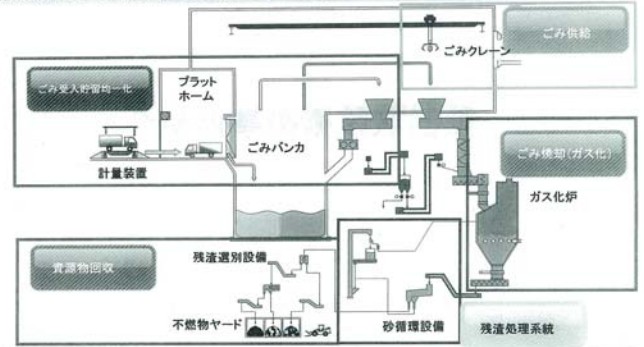
・ごみ処理(2010年4月より開始)
平均処理量 244 t/d
(2010年4月~2011年5月)
・汚泥処理(2011年9月より開始)
混焼率 約20%

2011年11月末累積処理量約14万トン

CKKシステムの採用の効果
①セメント製造工程の石炭使用量
3~5%削減
②CO2排出量 年間約12万トン削減
(ごみの直接埋立中止も考慮)

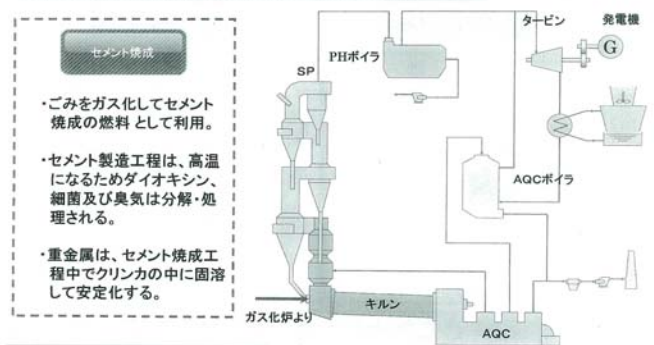
CKKシステム <ごみ焼却プロセス>

ごみは貯留、均一化、供給後に焼却(ガス化)
熱分解ガスは燃料として、灰分は原料としてセメント製造工程へ投入



CKKシステム <セメント製造プロセス>

ごみ中の有害物質は、セメント製造工程で無害化。
排熱はボイラで回収後、蒸気タービンで発電



エネルギー回収の向上に向けた 今後の課題

エネルギー回収の向上に向けた基本的な考え方

従来、ごみ焼却施設からのエネルギー回収は発電に注目が集まっていた。

高効率ごみ発電施設
整備マニュアル

今後は、発電だけでなく、熱も含めたエネルギー回収に取り組むことが重要である。

・基幹的設備改良
マニュアル
・廃棄物熱回収施設
設置者認定マニュアル
・市長村における
循環型社会づくり
に向けた一般廃棄物
処理システムの指針
・EU廃棄物に関する
枠組指令

高効率発電+積極的な熱回収・利用

1. ごみ焼却施設のエネルギーとしては、「電気」と「熱」がある。
 2. 高効率発電を追求し、外部へ供給できる「電気」を増やす。発電コストに対応した買取価格が望まれる。
 3. エネルギー回収の向上のためには「熱」の利用が不可欠である。効率的な熱回収技術を確立する。ごみ焼却施設の近くに、大規模な熱利用先(工場、地域熱供給、等)の確保が望まれる。
-