

廃棄物処理等科学研究費補助金 総合研究報告書概要版

- ・研究課題名=地方自治体における循環型社会形成のための廃棄物政策決定支援システムの開発
- ・研究番号= (K1918) (K2039)
- ・国庫補助金精算所要額 (円) =9,915,000
- ・研究期間 (西暦) =2007~2008
- ・代表研究者名=藤原健史 (岡山大学)
- ・共同研究者名=松岡 譲 (京都大学)、松井康弘 (岡山大学)

・研究目的=

地方自治体における将来の理想的な資源循環型社会を明らかにし、その社会に到達するための廃棄物政策オプションを評価検討できる政策決定支援システムを構築する。このシステムでは、中長期的な社会変化 (人口、世帯、ライフスタイル) や経済変化 (産業構造、成長率) のシナリオを設定し、消費理論や物質フロー、産業プロセスをベースとして、一般廃棄物並びに産業廃棄物の発生量及び資源化量を詳細に計算する。そして、廃棄物政策オプションを設定することによりシミュレートされる循環型社会像を、各種指標値で表現することによって、その政策オプションを評価することを目的とする。成果として、経済社会モデルと物質収支モデルをコアとするシステムティックな廃棄物量推計手法ならびに政策評価手法を提示する。ターゲット年を 2030 年に設定し、対象として滋賀県を取り上げ、具体的な廃棄物対策の目標を 2000 年の最終処分量を 4 分の 1 に減らすこととする。

・研究方法=

(1) 滋賀県のごみ発生・資源化の調査

滋賀県の一般廃棄物に関する発生・収集・資源化の基礎調査として 1) ~ 3) を行い、廃棄物発生量推計モデルのデータとして整備する。

- 1) 滋賀県における一般廃棄物の処理状況の調査
- 2) 家庭ごみの資源化行動の現状と資源化意識の調査
- 3) 事業系ごみの調査・解析

(2) 事業系ごみの発生量原単位の調査

ごみ排出量推計モデルに組み込むために全国における事業系ごみのごみ種別発生量原単位を統計データより求める。まず、①各都道府県の事業系廃棄物総量と事業所数、従業

員数のデータをもとに、総量を表すモデル式を求め、次に、②3つの地方自治体の業種別ごみ種別データを整理して、業種別ごみ種別の発生量原単位を求める。そして、②で求めた原単位を用いて①のモデル式で全国の総量を求め、統計値に合うように原単位を調整する。

(3) 社会経済モデルと家庭ごみ発生量推計モデルの開発

マクロ計量経済モデルと産業連関表を用いて、2030年の主な経済指標・社会指標を求め、その上で廃棄物の量を推計する。さらに、ごみの発生量を家計の消費支出額から推計するモデルを構築する。

(4) 一般廃棄物処理モデルの開発

一般廃棄物の排出から処理・資源化までの物質の流れについて詳細なモデルを開発する。そして、2030年の一般廃棄物の最終処分量を2000年の4分の1に減らすという具体的な数量目標を設定し、それを実現する「自然共生型社会」及び「高度技術型社会」の将来シナリオを作成し比較評価する。

(5) 産業廃棄物処理モデルの開発

社会経済モデルと産業連関表、及び産業部門ごとの廃棄物発生量データをもとに、産業廃棄物処理モデルを開発する。「自然共生型社会」シナリオをベースに、2030年の産業廃棄物最終処分量を2000年の4分の1にするために必要な、廃棄物種類ごとの資源化率を求める。さらに、排出された産業廃棄物を効率よくリサイクルするパスの選択ツールを開発する。

(6) リサイクル行動に係る行動変容方策と普及啓発の費用対効果の分析

リサイクル意識の啓発によって市民の行動が大きく変容すると考えられ、それが排出量推計に影響する。そこでアンケート調査により行動変容を分析し、また普及啓発の費用対効果(B/C)を分析する。

(7) 廃棄物政策決定支援システムの構成

以上の成果をもとに、システム全体をまとめる。

・結果と考察=

(1) ごみ発生・資源化の調査

1) 滋賀県における一般廃棄物の処理状況の調査

過去から現在における滋賀県市町村のごみの排出・処理・資源化について時系列としてまとめ、また、ごみの排出・処理・資源化の推移又は変化について調査した。

2) 家庭ごみの資源化行動の現状と資源化意識の調査

ごみ排出量推計モデル構築のために、滋賀県の8市町の住民に対して「ごみ資源化行動の現状と資源化意識についてのアンケート調査」を行ない、資源化ルートと資源化意識について分析を行なった。

3) 事業系ごみの調査・解析

事業系ごみの排出・収集・処理・資源化について、滋賀県等が保有する既存資料や排出事業者等に対するアンケート調査を実施し、その実態を把握した。

(2) 事業系ごみの発生量原単位の調査

廃棄物の統計データおよび文献を参考し、事業系ごみ発生量の全国平均原単位を、従業員数を変数として次の係数で求めることにした。

表 1 事業系廃棄物の原単位

種 類	(g/従業員・日)				
	原単位1	原単位2	原単位3	原単位4	原単位5
備 考	環境省および総務省の統計情報から簡易的に算出(第2章)	既存の3事例より算出した平均原単位	全国の排出量実績から補正を行った平均原単位(全国)	全国の排出量実績から補正を行った平均原単位(人口20万人以上)	全国の排出量実績から補正を行った平均原単位(人口20万人未満)
1 農林漁業	681.3	643.8	448.1	473.2	414.0
2 鉱業	654.3	46.3	32.2	34.0	29.8
3 建設業	737.9	652.8	454.3	479.8	419.8
4 製造業	695.2	692.2	481.8	508.8	445.1
5 電気・ガス・熱供給・水道業	767.8	297.2	206.9	218.4	191.1
6 情報通信業	666.5	394.8	274.8	290.2	253.9
7 運輸業	745.2	1,237.1	861.0	909.3	795.5
8 卸売業	756.1	642.5	447.2	472.2	413.1
9 小売業	756.1	1,467.8	1,021.6	1,078.8	943.8
10 飲食店	771.2	1,886.1	1,312.7	1,386.3	1,212.8
11 宿泊業	771.2	6,051.7	4,212.0	4,448.0	3,891.2
12 金融・保険業	735.9	426.5	296.8	313.5	274.2
13 不動産業	759.0	432.3	300.9	317.7	278.0
14 医療、福祉	765.5	744.1	517.9	546.9	478.5
15 教育、学習支援業	752.9	1,250.0	870.0	918.8	803.8
16 その他サービス業	736.9	1,062.8	739.7	781.2	683.4

(3) 社会経済モデルと家庭ごみ発生量推計モデルの開発

2030年では持続可能な社会を目指して、循環型社会だけでなく低炭素社会や自然共生社会をも目指した改革が進むと考えられる。マクロ経済モデルと地域産業連関表を組み合わせ、未来の環境社会像をシミュレートできる汎用性のあるモデルを開発した。

次に、経済モデルから得られる最終家計消費支出額を用いて、ごみの発生量を推計するモデルを構築した。特徴は以下の通り(図1)。

- ①家計消費支出額から大分類費目ごとの消費支出額を求める。この分配には消費者選択をベースとしたLESモデルを用いる。
- ②中分類費目ごとの消費支出額を求める。この分配には消費者選択を統計的に扱う多項ロジットモデルを用いる。
- ③小分類費目ごとの消費支出額を定率で分配する。
- ④求めた消費財費目の消費額から種類ごとの廃棄物発生量を求める。この変換には消費者物価を用いる。

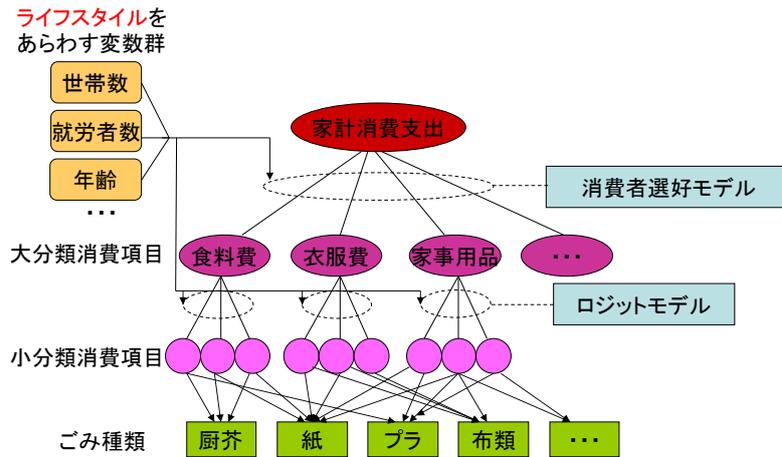


図1 家庭ごみ発生量推計モデル

(4) 一般廃棄物処理モデルの開発

一般廃棄物の排出から処理・資源化までの詳細な物量モデルを開発した。そして、2030年の一般廃棄物の最終処分量を2000年の4分の1に減らす数量目標を設定し、それを実現する「高度技術型社会」及び「自然共生型社会」の将来シナリオを比較評価した。前者は高度な技術をベースに、効率を重視し、個人を大切にし、より便利で快適な、広域化・グローバル化を目指した社会であり、後者は自然の力と人々の協力をベースに、ゆとり重視で、「もったいない」精神を持ち、コミュニティーを大事にし、より伝統的で文化的な、地域の自立を目指した社会である。一般廃棄物の発生・排出・処理の各過程における社会シナリオを具体的に表2のように設定した。「高度技術型社会」シナリオは、現在のごみ処理体制に高度な機械選別やガス化溶融炉を導入するシナリオ、「自然共生型社会」シナリオは、市民のごみ減量化意識の向上によってごみの発生量が減り、また集団回収や行政回収の強化によって資源化量が増えるシナリオとしている。

表 2 一般廃棄物発生・排出・処理シナリオ

	高度技術型社会	自然共生型社会
発生	・減量化意識は現状のまま、物の消費活動に応じて発生量も増大	・必要なものだけを買って無駄なものは買わない ・啓発活動、ごみ教育により減量化意識の向上
排出	・集団回収はあまり積極的でない ・ごみの分別は現状のまま、2000年の分別方法を維持	・リース、レンタルの活用によりものの再利用化 ・集団回収は積極的に行う ・余暇時間を集団回収や、ごみの分別に使う ・啓発活動、ごみ教育により資源化意識を高め正しいごみの分別を行う
資源化	・高度な機械選別によって可燃ごみから資源化物を取り出す ・ごみ燃料化は廃止 ・資源化施設の充実	・ごみ燃料化は廃止 ・資源化施設の充実 ・資源化率の向上により可燃ごみが減少、資源ごみが増大
処理	・焼却炉はガス化溶融 ・ガス化溶融により焼却後の埋立量ゼロ ・既存施設はそのまま使用	・焼却炉はストーカ式 ・焼却灰は埋立 ・既存施設はそのまま使用
処分	・最終処分量は2000年の1/4	・最終処分量は2000年の1/4

この2つの社会シナリオについて、基準年から2030年までの発生量の推計値を処理別に示した(図2)。「高度技術型社会」シナリオでは、基準年と比べると発生量と集団回収量はあまり変化していないが、再生利用量が約7倍に増えた。これは高度な機械選別によって資源化物が取り出されたことや、ガス化溶融によって焼却灰がスラグに代わって資源として扱われたためである。「自然共生型社会」シナリオは基準年より集団回収量を約3倍に増やし、さらに再生利用量も増やすこととなった。なお、「自然共生型社会」では直接埋立量を大幅に減らし、「高度技術型社会」では約8割を直接埋立量、残りが焼却後埋立量であった。

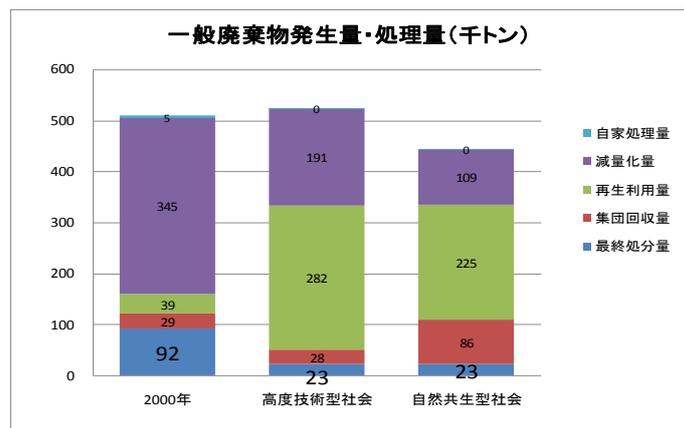


図 2 一般廃棄物発生量・処理量

コスト評価では「高度技術型社会」の方が焼却量が多いため建設費が高くなり、「自然共生型社会」に比べて約1.6倍のコストがかかった(表3)。ガス化溶融は運転用役量が多く、

処理費用が約 2.5 倍と高くなった。資源化処理施設のコストは、処理量に比例してコストが増える設定のため、中間処理量の多い「高度技術型社会」ではコストが高い結果となった。エネルギーの評価は、焼却施設のみであるが、コストと同様、「高度技術型社会」の方が、エネルギーを多く消費する結果となった(表 4)。助燃料については、「自然共生型社会」の約 3 倍必要であった。

表 3 年間コスト

(百万円)	高度技術型社会	自然共生型社会
焼却施設	1,371	580
資源化施設	1,367	1,171
合計	2,738	1,750

表 4 エネルギー量

運転用役	高度技術型社会	自然共生型社会
電力量(kwh/t)	182,700	95,355
助燃料量(L/t)	23,640	7,430

(5) 産業廃棄物処理モデルの開発

社会経済モデルと産業連関表、及び産業部門ごとの廃棄物発生量データをもとに、産業廃棄物処理モデルを開発した。計算のフローを図 3 に示す。まず、マクロ経済・社会モデルを用いて 2030 年の部門別生産額を推計し、次に 2004 年の産業廃棄物発生量データを用いて、2030 年の産業廃棄物種類別の排出量を生産額に比例させる形で計算する。そして、廃棄物の資源化率を設定して最終処分量の推計値を求める。以上の計算を「自然共生型社会」シナリオをベースに、産業廃棄物最終処分量の 4 分の 1 を目指して廃棄物種類ごとの資源化率を求めた。

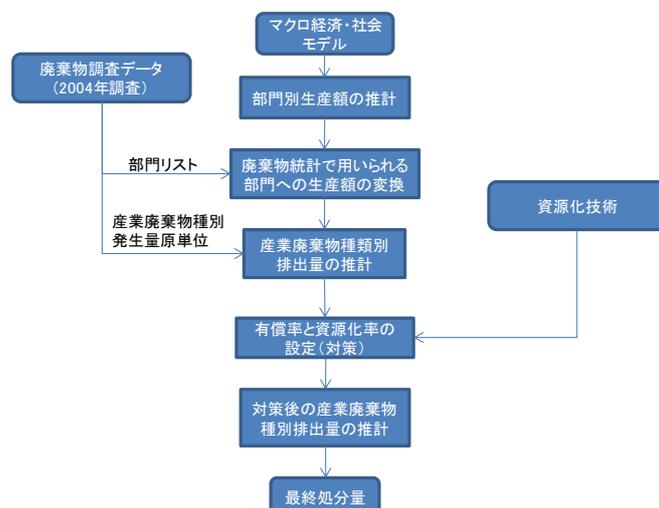


図 3 産業廃棄物最終処分量計算のフロー

資源化率を、資源化率1 = 再生利用量 / 総排出量、資源化率2 = (再生利用量 + 減量化量) / 総排出量の2通で表わし、最終処分量を4分の1まで低減させるまで資源化率を上げた例を表5に示す。このとき、最終処分量は図4に示すように、標準の場合よりも減少している。産業廃棄物は通常でも資源化・減量化が進んでいるため、4分の1にするためにはかなり高い資源化率2を達成しなければならないこと、無機汚泥などの資源化率を上げることで処分量が大きくなること示された。

表5 2030年の標準ケースと対策ケースの設定

	2030年BAU		2030年対策ケース		
	資源化率1	資源化率2	資源化率2(設定)	資源化率1(計算)	有償率up
燃え殻	16%	16%	90%	90%	10%
汚泥					
有機性汚泥	3%	100%	100%	3%	10%
無機性汚泥	21%	97%	99%	21%	10%
廃油	72%	98%	99%	72%	10%
廃酸	6%	99%	100%	6%	10%
廃アルカリ	15%	99%	100%	15%	10%
廃プラスチック	53%	76%	94%	66%	10%
紙くず	62%	85%	95%	69%	10%
木くず	69%	92%	96%	71%	10%
繊維くず	23%	83%	92%	25%	10%
動植物性残さ	64%	98%	99%	65%	10%
動物系固形不要物	0%	0%	0%	0%	10%
ゴムくず	39%	40%	90%	66%	10%
金属くず	94%	94%	98%	97%	10%
ガラスくず・陶磁器くず	81%	81%	95%	94%	10%
鉱滓	95%	95%	98%	98%	10%
がれき類	98%	98%	100%	99%	10%
ばいじん	44%	43%	90%	91%	10%
コンクリート固化物	0%	0%	0%	0%	0%
動物の糞尿	100%	100%	100%	100%	10%
動物の死体	25%	95%	100%	100%	10%
その他					
感染性廃棄物	0%	90%	90%	0%	0%
混合廃棄物	32%	39%	90%	73%	10%

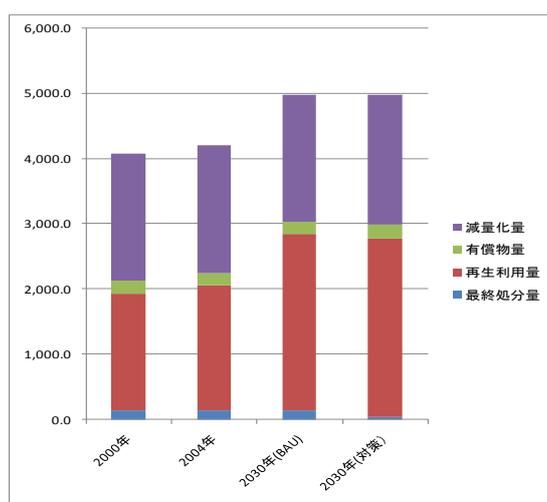


図4 2030年の最終処分量削減対策（単位千トン）

最後に、廃棄物処理技術データベースを開発し、処理や資源化の技術を組み合わせて、可能な資源化・処理フローを自動的に列挙するとともに、そのフローのコスト、エネルギー消費、環境負荷排出などの観点から評価し、望ましいフローを明らかにすることができた。

(6) リサイクル行動に係る行動変容方策と普及啓発の費用対効果の分析

住民を対象として試験的に資源分別回収に関する情報提供を実施し、情報提供実施前後2回のアンケートを実施してその行動・情報認知・意識の実態・変化を把握した。また、3R 行動への変容を促進する普及啓発の政策的妥当性を評価することを目的として、各種普及啓発活動に要した費用を集計するとともに、普及啓発によって期待されるごみの減量による経済的効果を試算し、費用対効果(B/C)を分析した。

(7) 廃棄物政策決定支援システムの構成

廃棄物発生量の推計モデルシステムとして図5に示す構造を考えた。

まず、人口世帯予測モデルをもとに人口と世帯数を予測し、ごみの発生量を計算する。労働率や時間消費割合を設定して県民全体の利用時間を求め、経済モデルから計算される労働時間との関係からボランティア時間を求める。ボランティア時間が分別協力時間と相関があると仮定してごみの資源としての回収率(分別回収と集団回収)を定める。それによってごみ量のうちの処理量と資源化量が決まり、残さの埋立量が決まる。目標の埋立量が2000年度の1/4となるように最終的に分別回収率と集団回収率を定める。

一方、県全体のマクロ経済モデルより最終需要を予測する。コンバータを設定して需要量を財種類ごとに分配し最終需要予測値とする。産業連関表の投入係数を用いて部門別生産額を求める。部門別生産額と仮定した労働生産性から上に述べた労働時間を求める。また、部門別生産額に事業系廃棄物の発生原単位をかけて事業系一般廃棄物の量を定める。さらに、部門別生産額に廃棄物の発生係数をかけて部門別産業廃棄物発生量を推計し、分別回収率の仮定の上で処理・資源化量を求め、最終的に埋立処分場へ投入される産業廃棄物量が1/4となるように分別回収率を定める。

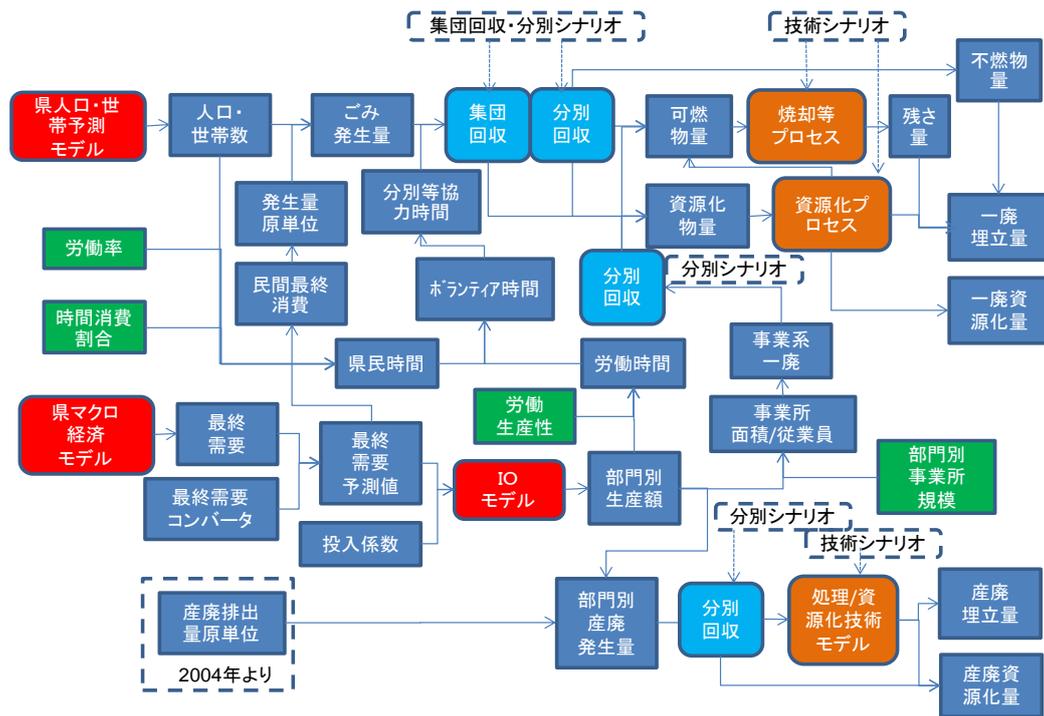


図5 廃棄物政策決定支援システムのモデル構成

英語概要

・研究課題名＝” Development of Decision Support System for Waste Management Policy
Toward Establishment of Sound Material-Cycle Society in Local Government”

・研究代表者名及び所属＝

Takeshi Fujiwara, Graduate School of Environmental Science, Okayama University

Yuzuru Matsuoka, Graduate School of Urban and Environmental Engineering, Kyoto University

Yasuhiro Matsui, Graduate School of Environmental Science, Okayama University

・要旨 (200 語以内) = In this project, a decision support system for waste management such as 3R activities to establish the sound material-cycle society was developed. In the case study, it is an aim to reduce the quantity of final disposal of Shiga prefecture to a quarter in 2030. In 2008, we tried to find the expected recycling rate for value or valueless in order to reduce the amount of landfill disposal of industrial waste to a quarter of the 2000’ s. As for domestic waste, we presented two opposite scenarios of the future society, “the high-technology type” and “the natural-symbiosis type” : the former scenario assumes that technologies of MSW’ s machinery separation, waste gasification and melting are strongly relied on; the

latter scenario assumes that the citizen cooperates fully with waste segregation and recycling. The different MSW treatment systems corresponding to the two scenarios respectively were simulated and compared from cost and energy aspects. Finally, the model structure of simulation system which integrates the future projection on treatment and disposal of both industrial waste and MSW was proposed.

- ・キーワード(5語以内) = Decision Support System, Industrial Solid Waste, Municipal Solid Waste, Future Projection of Waste, Scenario of Sound Material-cycle Society