

# リサイクル行動に対する行政施策の効果に関する検討\*

## Study on the Effects of Separate Collection Policies for Recyclable Items on Citizens' Participation \*

松井康弘\*\*・田中 勝\*\*\*・大迫政浩\*\*\*\*

By Yasuhiro MATSUI\*\*・Masaru TANAKA\*\*\*・Masahiro OHSAKO\*\*\*\*

### 1. はじめに

循環型社会形成を推進するにあたっては、ごみの分別回収に対する市民の協力が不可欠である。本稿では、意識啓発・情報提供、収集サービスといった行政施策を変化させた場合に市民の参加率がどの程度変化するのか、またその環境負荷削減効果はどの程度か、といった点の予測を目的とした。板橋区在住の区民を対象に分別行動に関するアンケート調査を実施し、ロジスティック回帰分析によって分別行動の予測モデルを構築、モデルの感度解析によって各種行政施策を徹底した場合の参加率の変化についての予測を試みた。また、市民参加率の向上によってもたらされる環境負荷の削減効果について、LCI（ライフサイクルインベントリー）分析によって定量的に評価したので、結果を報告する。

### 2. 分別行動に対する市民参加率の予測

#### (1) 調査の概要

東京都板橋区在住の世帯を対象とし、板橋区の選挙人名簿から500人を系統無作為抽出によって抽出、郵送法で行った。板橋区の分別回収システムの概要を表1に示した。

表1 板橋区における資源回収システム

品目	実施主体	回収箇所	頻度
可燃ごみ	23区分別収集	12,000	週3回
不燃ごみ	23区分別収集	12,000	週1回
びん・缶	区の分別回収	4,000	月2回
紙・布	区の箱横回収		月2回
紙・布	集団回収		
紙パック	区の拠点回収 (回収ポスト による回収)	343	
空き缶		120	
空きびん		22	
ペットボトル		48	
乾電池		350	
ニカド電池		56	

調査項目は、広瀬<sup>1)</sup>が提案した環境行動に関する規定因モデルに基づいて、一般的な環境意識、リサイクルに関する行動意図、社会的圧力、参加に伴う負担感、情報認知、リサイクル行動等、分別行動の関連要因に対応する調査項目を作成して用いた。(詳細は既報<sup>2)</sup>参照)

#### (2) 検討手順と適用手法

本稿では、分別行動の予測モデルを構築し、モデルの感度解析によって各種施策の効果予測を実施することとした。以下、検討手順に沿って適用手法を示す。

##### a) 予測モデルの構築

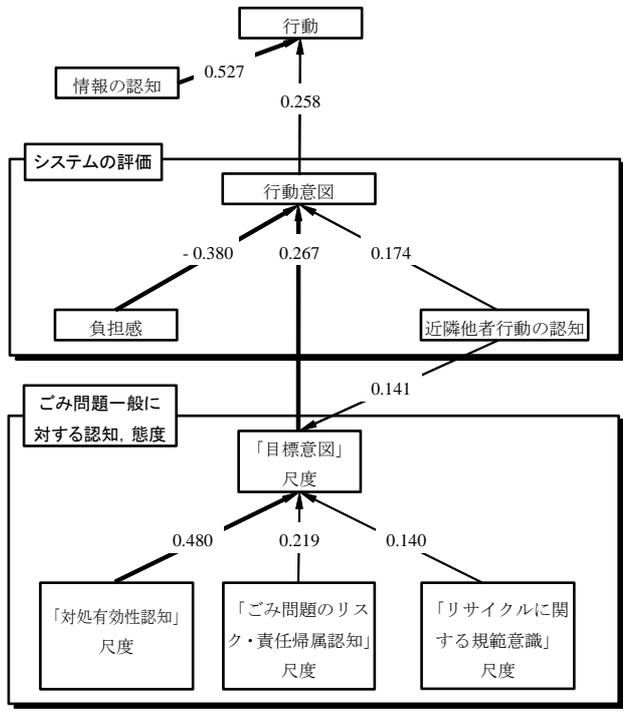
分別行動の予測モデルを構築するにあたって、本稿では二項ロジスティック回帰分析<sup>3)</sup>を適用することとした。「行動」の質問項目に対する肯定的回答を示した対象者を「参加群」、否定的回答を示した対象者を「不参加群」として二群に分類し、この参加状況を目的変数とした。説明変数としては、既報<sup>2)</sup>において提案した「分別行動の規定因モデル(図1)」における外生変数(モデル内の他の変数から影響を受けていない変数)、すなわち「情報の認知」(回収場所・回収日を知っている)、「負担感」(分別回収は面倒だと思う)、「近隣他者行動の認

\*キーワード：ごみ、非集計モデル、行動予測、LCA

\*\*非会員、工博、岡山大学大学院自然科学研究科  
(岡山市津島中3-1-1、TEL/FAX 086-251-8991)

\*\*\*正員、Ph.D.、岡山大学大学院自然科学研究科  
(岡山市津島中3-1-1、TEL/FAX 086-251-8840)

\*\*\*\*正員、工博、独立行政法人国立環境研究所  
循環型社会形成推進・廃棄物研究センター  
(茨城県つくば市小野川16-2、  
TEL 029-850-2835 FAX 029-850-2830)



→ p<0.01      → p<0.001  
 (図中の数値は標準偏回帰係数)

図1 分別行動の規定因モデル (びん・缶) <sup>2)</sup>

知 (近所の人に参加していると思う)、「対処有効性認知」尺度 (リサイクルはごみを減らすのに有効である、等)、「ごみ問題のリスク・責任帰属認知」尺度 (ごみ問題は深刻である・自分にも責任がある、等)、「リサイクルに関する規範意識」尺度 (リサイクルは1人1人が取り組むべきと思う、等)を候補とした。解析には統計パッケージソフトSPSSを使用し、モデルの有意性検定には尤度比検定、各説明変数の有意性検定にはWald検定を適用した。

b) 各種施策の効果予測

次に、上記予測モデルを用いて各説明変数が変化した場合の感度解析を行い、各種施策の効果予測を実施することとした。感度解析としては、モデルに採用された各説明変数が最大 (あるいは最小) となった場合に参加率がどの程度変化するかを検討することとした。なお、上記予測モデルは個人ごとの行動の参加確率を予測するためのモデルであるため、数え上げ法<sup>4)</sup> (式(1))によって各個人の参加確率を集計し、集団の参加率を予測した。

$$P_N = \frac{1}{n} \sum_j^n P_j \quad (1)$$

$P_N$ : グループN全体の参加率  
 $P_j$ : グループNに含まれる個人jの選択確率  
 $n$ : グループNのサンプル数

(3) 結果

調査票の有効回答数は 251 通 (有効回答率 50.2%) であった。本稿では、「びん・缶」の分別回収、「紙パック」の拠点回収、「ペットボトル」の拠点回収の3区分に関する検討結果を報告する。

a) 分別行動の予測モデルに関する解析結果

「びん・缶」の分別回収、「紙パック」の拠点回収、「ペットボトル」の拠点回収について予測モデルを構築した結果を表2にまとめて示した。いずれにおいても、説明変数として「情報認知」、「負担感」、「対処有効性認知」の3つの要因が選択され、符号も図1の規定因モデルと整合する結果となった。

表2 3区分の分別行動に関するロジスティック回帰分析の結果

変数	説明要因	びん・缶	紙パック	ペットボトル
		β		
X <sub>1</sub>	情報認知 (収集日)	1.605 **		
X <sub>2</sub>	情報認知 (収集場所)	1.201 **	2.706 ***	2.226 ***
X <sub>3</sub>	負担感	-0.678 **	-0.866 ***	-0.541 **
S <sub>1</sub>	「対処有効性認知」尺度	0.645 *	1.176 **	0.754 *
C	定数項	-2.585	-6.520 **	-4.355 *
ケース数		n=207	n=173	n=182
尤度比検定統計量		69.343 *** (df=4)	105.496 *** (df=3)	79.219 *** (df=3)
的中率		82.6%	83.8%	80.2%

†: p<0.1, \*: p<0.05, \*\*: p<0.01, \*\*\*: p<0.001

「X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>: 情報認知」は「0. 収集場所・収集日を知らない」～「1. 収集場所・収集日を知っている」、「X<sub>3</sub>: 負担感」は「1. 全く面倒だと思わない」～「5. 非常に面倒だと思う」、「S<sub>1</sub>: 対処有効性認知」は「1. 全くそう思わない」～「7. 非常にそう思う」の範囲で評価される。

b) 行政施策の効果予測

次に、表2の予測モデルを用いて各種行政施策の効果を実験することとした。

本稿では、感度解析の具体的な設定条件として、「情報認知」について「収集日・収集場所が完全に認知された場合」、「負担感」について「負担感が完全に最小化された場合」、「対処有効性認知」について「対処有効性が完全に認知された場合」の3つを仮定し、それぞれの仮定条件における参加率、及び期待される参加率向上の効果を推定した。結果を表3に示した。いずれの区分においても参加率向上の効果が最も大きかったのは「情報認知の徹底」であり、次いで「負担感の最小化」、「対処有効性認知の徹底」の順であった。

表3 3区分の広報・サービス向上施策とその効果の算定結果

説明変数と仮定条件	推定参加率		
	びん・缶	紙パック	PET ボトル
対象者の回答を代入して推定した参加率	75.4%	46.3%	50.6%
収集日・収集場所が完全に認知された場合 (全対象者において $X_1, X_2=1$ と仮定)	91.9% (+16.5%)	69.1% (+22.9%)	71.4% (+20.8%)
負担感が完全に最小化された場合 (全対象者において $X_3=1$ と仮定)	85.1% (+9.7%)	64.5% (+18.2%)	63.3% (+12.7%)
対処有効性が完全に認知された場合 (全対象者において $S_1=7$ と仮定)	83.0% (+7.7%)	60.4% (+14.1%)	61.1% (+10.5%)

※括弧内は、期待される参加率向上の効果（各仮定条件における推定参加率－対象者の回答を代入して推定した参加率）を示した。

### 3. ごみ分別に関する LCI 分析及び行政施策の効果に関する検討

市民によって分別されたごみは、可燃ごみとして焼却・熱回収されたり、資源ごみとして選別・再利用されたりし、各種処理プロセスにもなって環境負荷をもたらしたり、資源化によって環境負荷が削減されたりすることになる。本章では、こうしたごみの分別による得失を明らかにすることを目的として、以下の2つのシナリオについて LCI 分析を実施することとした。

- ① 「可燃ごみ」と「不燃ごみ」の2分別
- ② 「可燃ごみ」、「不燃ごみ」、「資源ごみ」  
(古紙・アルミ缶・スチール缶・PET ボトル)の3分別

また、前章では各種行政施策が市民参加率に及ぼす影響を予測したが、その環境負荷削減効果については明らかになっていない。本章では前章の成果を活用し、各種行政施策によって期待される環境負荷削減量について試算することとした。

#### (1) 検討範囲及び計算条件の概要

検討範囲は、ごみ処理事業の実施に関わる収集・運搬、中間処理（焼却、粗大ごみ破砕、資源ごみ選別）、最終処分各過程とそれに付随する管理部門を対象に、保有施設の建設・更新・解体、保有機材、及びその運用に関連する資材・ユーティリティの使用、消費に伴う環境負荷とした。これら資材・ユーティリティの使用量・消費量に関するデータは既報<sup>5)</sup>より引用し、環境負荷原単位は(社)日本建築学会の産業連関表を利用したデータベース<sup>6)</sup>を用いた。

機能単位は「ごみ 1t の収集から最終処分、及び再生に至るまでの全フローの処理」と設定し、エネルギー消費量及びエネルギー消費削減量を計算した。

計算にあたっては、ごみの細組成の設定条件として(財)日本環境衛生センター<sup>7)</sup>の調査による6都市の平均を使用することとした。また、ごみの低位発熱量は、(社)全国都市清掃会議・(財)廃棄物研究財団発行の「ごみ処理施設整備の計画・設計要領」<sup>8)</sup>のデータを参考にして設定した。

評価処理シナリオは下記2つを設定した。細組成毎の設定条件例を表4に示した。

- ① 「可燃ごみ」と「不燃ごみ」の2分別  
(「可燃ごみ」焼却・発電 + 「不燃ごみ」鉄の磁選、熱回収効率 15%と仮定)
- ② 「可燃ごみ」、「不燃ごみ」、「資源ごみ」の3分別  
(「可燃ごみ」焼却・発電 + 「不燃ごみ」鉄の磁選 + 「資源ごみ」(古紙・アルミ缶・スチール缶・PET ボトル)選別再生、参加率 100%と仮定)

表4 ごみの細組成と低位発熱量及び処理シナリオの設定例

種類	細組成	湿重量% <sup>7)</sup>	低位発熱量 (MJ/t) <sup>8)</sup>	処理シナリオ の設定	
				1	2
紙	新聞紙	3.32%	12,310	発電	再生
紙	書籍・雑誌	2.59%	13,932	発電	再生
紙	広告・チラシ・ダイレクトメール(一枚)	4.31%	10,932	発電	再生
紙	広告・チラシ・ダイレクトメール(冊子状)	0.48%	10,932	発電	再生
紙	段ボール	1.23%	11,786	発電	再生
紙	用紙	0.54%	11,988	発電	再生
紙	アルコール飲料パック	0.05%	16,010	発電	再生
紙	5ml以上の飲料パック	0.59%	16,010	発電	再生
紙	5ml未満の飲料パック	0.05%	16,010	発電	再生
紙	食料品用パック(アルミなし)	0.00%	16,010	発電	再生
紙	複合アルミ箔	0.22%	16,010	発電	発電
紙	紙コップ・カップ	0.20%	11,988	発電	再生
紙	コンボジット缶	0.02%	11,988	発電	再生
紙	紙製トレイ	0.19%	11,988	発電	再生
紙	紙箱	2.60%	11,988	発電	再生
紙	商品の紙袋	0.31%	11,988	発電	再生
紙	販売店の紙袋・包装紙	0.44%	11,988	発電	再生
紙	その他の容器包装	0.19%	11,988	発電	再生
紙	紙おむつ・ティッシュペーパー等使い捨て商品	9.09%	15,235 <sup>(1)</sup>		発電
紙	その他の紙	3.00%	15,235	発電	発電
繊維類		2.40%	15,013	発電	再生
プラスチック	飲料用 PET ボトル	0.88%	21,868	発電	再生
プラスチック	しょうゆ用 PET ボトル	0.05%	21,868	発電	再生
プラスチック	飲料・しょうゆ以外の PET ボトル	0.10%	21,868	発電	再生
プラスチック	発泡スチロールトレイ	0.33%	30,239	発電	発電
プラスチック	その他のトレイ	0.35%	30,239	発電	発電
プラスチック	PET 以外のプラボトル	0.77%	23,204	発電	発電
プラスチック	食料品のパック・カップ	1.41%	39,880	発電	発電
プラスチック	複合アルミ箔	0.51%	35,003	発電	発電
プラスチック	商品の袋	2.45%	41,778	発電	発電
プラスチック	販売店の袋	2.12%	30,947	発電	発電
プラスチック	ラップ・ネット	0.72%	19,689	発電	発電
プラスチック	緩衝剤・詰め物	0.12%	38,368	発電	発電
プラスチック	その他の容器包装・梱包材	0.39%	38,368	発電	発電
プラスチック	容器包装以外のプラスチック類	2.96%	19,689	発電	発電
ゴム・皮革類		0.75%	19,090	発電	発電
木・竹・草類	容器包装	0.07%	10,848	発電	発電
木・竹・草類	容器包装以外	2.98%	10,848	発電	発電

(2) 処理シナリオの試算結果

各処理シナリオのエネルギー消費削減量からエネルギー消費量を差し引いて種類別に集計した結果を表5に示した。シナリオ1の差し引きのエネルギー消費削減量は708MJ/tであったのに対して、シナリオ2が5,337MJ/tとエネルギー消費削減量が大きい結果となった。

ごみの種類別に見ると、差し引きでエネルギー消費量が最も大きかったのは厨芥類であった。厨芥類は低位発熱量が低く焼却・熱回収には向かないと考えられ、焼却処理以外の処理技術の導入可能性を探っていく必要があると考えられる。また、シナリオ1において、エネルギー消費削減量が大きかったのは紙類とプラスチック類であった。これら品目は低位発熱量が大きく熱回収に適していると考えられるが、シナリオ2のエネルギー消費削減量の方が大きく、マテリアルリサイクルの優位性が示唆された。

表5 各処理シナリオのごみ種類別の環境負荷削減量 (MJ/t)

種類	湿重%	シナリオ1	シナリオ2
紙	29.4%	602	3,339
繊維類	2.4%	61	49
プラスチック	13.2%	888	1,284
ゴム・皮革類	0.8%	29	29
木・竹・草類	3.1%	35	35
厨芥類	38.3%	-687	-687
スチール	2.2%	84	118
アルミ	0.9%	-31	233
その他の金属	0.3%	-11	-11
ガラス	3.9%	-129	1,082
その他	5.5%	-134	-134
合計	100%	708	5,337

(3) 行政施策によって期待される環境負荷削減量  
前節において試算したシナリオ2の環境負荷削減量は、資源ごみ分別への市民参加率100%と仮定した場合の値であるが、2章で検討したように参加率は施策によってばらつきが見られ、100%にまで至らないのが実状である。本節では、2章の市民参加率の予測結果と前節のシナリオ1、シナリオ2の積算結果を組み合わせ、各種行政施策によって期待されるエネルギー消費削減量を推定することとした。計算にあたっては、各種分別に対する「参加

群」がシナリオ2に対応する分別行動を実施し、「不参加群」がシナリオ1に対応する行動を実施すると仮定した。

計算結果を表6に示した。上段に各要因の最大化あるいは最小化によってもたらされる参加率の変化を示し、下段に対応するエネルギー消費削減量を示した。いずれの分別区分でも「情報認知の最大化」が効果として最も大きかったものの、「びん・缶」に比べて「紙パック」、「PETボトル」の削減効果は相対的に小さいことが明らかとなった。

廃棄物処理行政を担う自治体にあつては、本稿で示したように各種施策がもたらす環境負荷や環境負荷削減量の全体像を把握した上で、効果的な施策を選定することが必要と考えられる。

表6 行政施策によって期待されるエネルギー消費削減効果

	びん・缶	紙パック	PETボトル
収集日・収集場所の完全認知	+16.5% 249MJ/ごみt	+22.9% 23 MJ/ごみt	+20.8% 82 MJ/ごみt
負担感の最小化	+9.7% 146 MJ/ごみt	+18.2% 18 MJ/ごみt	+12.7% 50 MJ/ごみt
対処有効性の完全認知	+7.7% 116 MJ/ごみt	+14.1% 14 MJ/ごみt	+10.5% 42 MJ/ごみt

参考文献

- 1) 広瀬幸雄：環境と消費の社会心理学 - 共益と私益のジレンマ、名古屋大学出版会、1995
- 2) 松井康弘・大迫政浩・田中 勝：ごみの分別行動とその意識構造モデルに関する研究、土木学会論文集VII, Vol.692, No.21, pp.73~81, 2001
- 3) 丹後俊郎・山岡和枝・高木晴良：ロジスティック回帰分析、(株)朝倉書店、1996
- 4) 門田博知・加藤文教：二項選択ロジットモデルによる集計誤差に関する一考察、土木計画学研究発表会講演集, pp.301-304, 1981
- 5) Matsui, Y., Tanaka, M., Osako, M., Saitoh, A., Fujii, T.: Case Study on Inventory Analysis of Municipal Solid Waste Management System, Proceedings of The Fourth International Conference on EcoBalance pp.339-342, 2000
- 6) (社)日本建築学会：建物のLCA指針(案)、(社)日本建築学会、1999
- 7) (財)日本環境衛生センター：廃棄物基本データ集 2000, p.95, 2001
- 8) (社)全国都市清掃会議・(財)廃棄物研究財団編：ごみ処理施設整備の計画・設計要領, p.144, 1999