

〔報告〕

使用済み小型家電製品のボックス回収量に関する統計分析

荒井 康裕* 浅野 弘樹* 小泉 明* 茂木 敏**

(*首都大学東京大学院 **現・東京都環境局廃棄物対策部)

1 はじめに

資源の多くを国外に依存している我が国において、レアメタル（希少金属）を含む小型家電製品のリサイクルが注目されている。適正かつ効率的なレアメタルのリサイクルシステムの構築を目指すべく、いくつかの地域で使用済み小型家電製品の回収ボックスを設置する等のモデル事業が実施され、実用化に向けた検討が進められている¹⁾。

そこで本研究では、使用済み小型家電製品回収の推進に寄与することを目的に、東京都2地域（江東区、八王子市）に試験的に設置された回収ボックスでの回収量に着目し、それらの多寡（多い地点と少ない地点の差異）がどのような要因によって規定されるかを明らかにする。

2 分析対象データについて

本研究では、対象地域に設置された回収ボックスの小型家電の回収個数及び重量を対象データとする。

なお、調査期間はモデル事業実施期間（平成21年～23年度）のうち、調査協力に応じた施設が最も多様であった平成21年度のデータを分析対象にしている。全調査日数は、江東区：11月～2月，八王子市：12月～3月における105日であり、15日毎に回収を行った。両地域の回収地点のデータ²⁾は、表1に示される5つのカテゴリーに分類される。また調査品目は、表2に列挙した計11品目である。

図1に図示する回収地点のカテゴリー別平均回収重量を見ると、商業施設が最も多く、大学が最も少ないことが読み取れる。

さらに、公共施設と図書館は同じ公的セクターとして特性が似ているものと考えられるが、図書館の方が4割程度上回るという結果となった。これより、利用者の目的が通常1回足を運ぶだけで達成できる公共施設に比べ、複数回足を運ぶ図書館で回収効果が高まることが示唆される。

表1 カテゴリー別回収実施地点数

	江東区		八王子市	
	面積 [km ²]	人口密度 [人/km ²]	面積 [km ²]	人口密度 [人/km ²]
	39.94	11685.6	186.31	2975.8
駅	7		1	
商業施設	11		2	
公共施設	36		28	
図書館	6		1	
大学	0		18	
計	60		50	

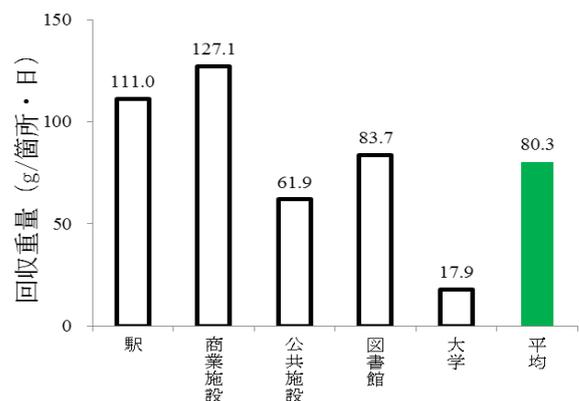


図1 カテゴリー別平均回収重量

表2は、回収量を調査品目別に2つの対象地域で比較した集計結果である。上部にある項目ほど1個当たりの平均重量が軽い製品となっている。回収個数の割合を見ると、両地域でほぼ共通した結果が得られた。即ち、携帯電話やポータブル音楽プレイヤーの割合が多く、逆にカーナビやビデオカメラが少ない回収結果となっており、より小型の家電製品の方が大型のものに比べて多く回収される傾向にあることがわかった。ただし、両地域における一個当たり重量（同表の最下段）を見ると、八王子市の方が江東区よりも軽いという結果となった。これは八王子市の方が表の上部に位置する一個当たりの平均重量が小さい品目をより多く集めていることに起因する。特に携帯電話でこの傾向が顕著であり、大学（n=18）のみを集計すると、個数では61.3%、重量では44.6%を占めることがわかった。

表 2 調査品目別集計結果

調査品目	江東区(全60箇所)		八王子(全50箇所)	
	個数[個]	重量[Kg]	個数[個]	重量[Kg]
電卓	219 (8.1)	25.49 (5.7)	232 (10.8)	25.23 (8.6)
携帯電話	1229 (45.4)	124.9 (28.1)	1173 (54.8)	121.79 (41.6)
ポータブル音楽プレイヤー	456 (16.9)	85.72 (19.3)	254 (11.9)	40.22 (13.7)
携帯用ラジオ	128 (4.7)	36.1 (8.1)	91 (4.3)	15.27 (5.2)
電子辞書	103 (3.8)	19.4 (4.4)	101 (4.7)	15.94 (5.4)
小型ゲーム機	170 (6.3)	35.59 (8.0)	104 (4.9)	15.21 (5.2)
デジタルカメラ	287 (10.6)	58.7 (13.2)	143 (6.7)	30.38 (10.4)
携帯用テレビ	49 (1.8)	19.7 (4.4)	21 (1.0)	8.73 (3.0)
ビデオカメラ	33 (1.2)	18.05 (4.1)	5 (0.2)	3.07 (1.0)
カーナビ	8 (0.3)	4.35 (1.0)	5 (0.2)	8.54 (2.9)
ポータブルDVDプレイヤー	24 (0.9)	16.7 (3.8)	10 (0.5)	8.18 (2.8)
合計	2706 (100.0)	444.7 (100.0)	2139 (100.0)	292.56 (100.0)
1地点・調査日当たり	0.483	0.077	0.407	0.056
1個当たり重量(g)	164.34		136.77	

3 Mann-WhitneyのU検定 を用いた分析

本研究では差の順位和検定を用い、回収結果の良好な回収ボックスとそうでなかったものの差異を統計的に分析し、原因を考察する。具体的には本頁右に示す「Mann-WhitneyのU検定³⁾」の手順に基づいて分析を行う。以下では、原因となる変数Xの候補としていくつかの施設環境を考え、商業施設の売り場面積、駅の利用人数、図書館の蔵書数等を用いることとした。回収重量をYとおき、各カテゴリーについて、施設環境Xとの因果関係を統計的に判断する。

なお表1より、八王子市では駅、商業施設、図書館において十分なデータ数が揃っていない点と、江東区の公共施設は年間の利用者数が入手困難である点から、これらを以降の分析では除外している。

(1) 駅に関する分析結果

江東区の7駅を対象に年間乗降人員及び定期券利用者数についてまとめ、回収重量の順位に従って並べた結果を表3に示す⁴⁾。豊洲駅は他社路線との乗換駅ではあるが、その利用者数は含めていない。なお、東陽町駅では平成21年11月16日～18日の3日間のみ回収であるが、今回は加えて解析をした。

表3において、乗降人員の上位(A)と下位(B)の2グループに分けている。年間乗降人員を施設環境Xの指標とし、乗降人員により回収重量に差があるかを有意水準5%で検定すると、帰無仮説は棄却されず、「年間乗降人員が多い施設ほど回収重量も多い」とは言えない結果となった。

ここで、駅の利用特性を考慮するために定期券利用者数の違いに着目し、全利用者数における定期券利用者の割合を「定期券利用率」として定義した。図2は、各駅

○ Mann-Whitney の U 検定³⁾

母集団間の順位和によって母集団同士に差異があるかどうかを検定する手法

手順

- i) 与えられたサンプルに対し、因果関係にあると考えられる2つの変数 X (原因)、Y (結果) を与える。
- ii) X の値で Y に差はないとする帰無仮説を立てる。
- iii) それぞれの変数を順位付けし、変数 Y に従って昇順 (もしくは降順) に並べる。
- iv) 変数 X の順位に着目し、上位グループ (A) と下位グループ (B) に分ける。
- v) グループ別に順位を足し合わせ、演算を行う。
- vi) 算出した検定統計量 Z に t 検定を行い、帰無仮説が棄却できれば、X は Y に影響していると判定できる。

の回収重量・個数を示したものであり、左側にある駅ほど定期券利用率は高い。定期券利用率を用いて再度同じ検定を行ったところ、「定期券利用率の高い駅ほど回収個数が多い」という検定結果が得られた (ただし、回収重量については同様の結果は得られなかった)。年間乗降人員が少なくとも定期券利用率が高い駅では回収が良好であることから、駅の回収量は単純に年間乗降人員で評価できず、「定期券利用率」を重視して検討すべきであると判断される。

表3 各駅の乗降人員と定期利用者数

回収順位 [位]	駅名	年間乗降人員		定期券利用		
		乗降人員 [千人]	乗降人員 順位 [位]	利用者数 [千人]	定期券 利用率	利用率 順位 [位]
1	東京メトロ 東陽町駅	45,927	1 (A)	30,232	65.8%	1 (A)
2	りんかい線 東雲駅	3,829	6 (B)	2,460	64.2%	2 (A)
3	ゆりかもめ 豊洲駅	5,803	4 (A)	1,286	22.2%	6 (B)
4	りんかい線 東京テレポート駅	17,961	2 (A)	8,332	46.4%	3 (A)
5	ゆりかもめ テコムセンター駅	4,852	5 (B)	2,188	45.1%	4 (A)
6	りんかい線 国際展示場駅	17,433	3 (A)	6,170	35.4%	5 (B)
7	ゆりかもめ 有明駅	1,643	7 (B)	292	17.8%	7 (B)

※表中の括弧内の英字はグループ名を表す。以下同様。

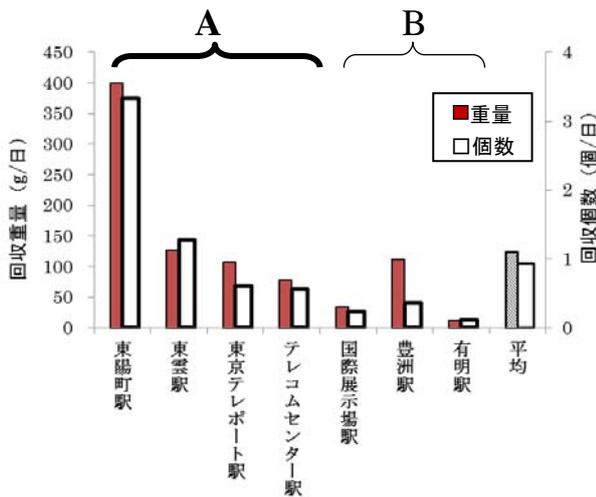


図2 各駅の回収重量・個数と定期券利用率の関係

(2) 商業施設に関する分析結果

今回の回収モデル事業に協力していただいた江東区の商業施設、事業所に売り場面積 (㎡) を与えて順位付けし、回収重量の多い順に並べたものが表4である。ただし、売り場面積はインターネットの地図情報に基づいて著者らが算定した推定値である。

売り場面積をXとおいてU検定を行うと、「XはYに影響している」とは言えない結果となった。そこで、近年に創業した2つの大型ショッピングモール(2006年創業, 2008年創業)を除外して再度検定を行うと(表5)、一転して「売り場面積が広いほど回収重量が多い」という検定結果が得られた。除外した大型ショッピングモールは区外からの利用者を中心に集客している施設であるため、小型家電製品の回収実施を知らずに訪れる区外からの利用者が多くいると考えられる。このような理由から回収環境が良好な割に、大型ショッピングモールでは回収が上手くいかなかったのではないかと考えられる。

(3) 公共施設に関する分析結果

本研究では年間利用者数(人)が得られた八王子市民センター(全17施設)を対象に分析を行った。市民センター以外では市役所、清掃工場などが公共施設に含まれるが、特に清掃工場において年間利用者数を調査することが困難だったため除外し、特性が似ていてかつ年間利用者数の正確なデータが入手できた市民センターについて検定を行うこととする。年間利用者数と回収重量との関係は表6に示すとおりである。

同様の検定を行った結果、「年間利用者数の多い市民センターほど回収重量も多い」という関係が示された。

(4) 図書館に関する分析結果

江東区にある図書館6施設について蔵書数(冊)を調べて回収重量順に並べたものが表7である⁵⁾。これより、蔵書数と回収重量の関係を調べると、「蔵書数の多い図書館ほど回収重量が多い」という検定結果となった。

(5) 大学に関する分析結果

八王子市にある大学18校の学生数(人)を調べて回収重量順に並べたものが表8である。学生数をXとおいて同様の検定を行うと、「学生数が多い大学ほど回収重量も多い」という結果となった。

なお著者らが所属する首都大学東京に関して補足すると、学生数順位が上位であるにも関わらず、回収重量の順位が最下位であった。同大学の回収ボックスは大学生協入口近くに設置されていたが(図3-a及び3-b)、これが携帯電話の充電器付近という生協利用者があまり関心を寄せない、言わば死角とも受け取れる場所に設置されていたことが後日の追加調査より判明した。加えて周辺にのぼりやポスターもなかったこともあり、ボックス回収実施に対する利用客の認知度が低く、学生数が多い割に回収が上手くいかなかったものと考えられる。

大学に限らず一般的に、回収ポテンシャルが高い場所であっても、利用者が回収ボックスを認知しづらい場所に設置してしまうと結果に結び付かない可能性がある。このためボックス設置に際しては、利用者の視点に立った実施を行う必要があると考えられる。

表4 商業施設の回収重量及び売り場面積

回収重量 順位 [位]	店名	売り場 面積 [㎡]	売り場面積 順位 [位]
1	駅ビルA	24,872	5 (A)
2	スーパーJ 南砂店	37,743	4 (A)
3	スーパーI 木場店	62,919	3 (A)
4	スーパーM 清澄白川店	1,494	9 (B)
5	ショップY 亀戸店	3,141	8 (B)
6	ショッピングモールT	105,409	1 (A)
7	スーパーJ 東雲店	20,728	6 (A)
8	ショップY 南砂店	858	10 (B)
9	ショップY 潮見店	3,969	7 (B)
10	ショッピングモールS	64,656	2 (A)
11	スーパーM 潮見店	816	11 (B)

表5 ショッピングモール除外後

回収重量 順位 [位]	店名	売り場 面積 [㎡]	売り場面積 順位 [位]
1	駅ビルA	24,872	3 (A)
2	スーパーJ 南砂店	37,743	2 (A)
3	スーパーI 木場店	62,919	1 (A)
4	スーパーM 清澄白川店	1,494	7 (B)
5	ショップY 亀戸店	3,141	6 (B)
6	スーパーJ 東雲店	20,728	4 (A)
7	ショップY 南砂店	858	8 (B)
8	ショップY 潮見店	3,969	5 (B)
9	スーパーM 潮見店	816	9 (B)

表6 公共施設の回収重量及び年間利用者数

回収重量 順位 [位]	市民センター名	年間利用 者数 [人]	利用者数 順位 [位]
1	南大沢	107,718	3 (A)
2	大和田	89,888	6 (A)
3	長房	47,223	17 (B)
4	柚木中央	85,523	8 (A)
5	柚木東	82,016	9 (A)
6	川口	93,231	5 (A)
7	子安	104,562	4 (A)
8	北野	71,983	15 (B)
9	中野	80,677	10 (B)
10	台町	143,776	1 (A)
11	浅川	76,824	11 (B)
12	恩方	88,491	7 (A)
13	石川	74,792	13 (B)
14	横山南	109,971	2 (A)
15	由井	74,323	14 (B)
16	加住	50,106	16 (B)
17	元八王子	75,496	12 (B)

表7 図書館の回収重量及び蔵書数

回収重量 順位 [位]	図書館名	蔵書数 [冊]	蔵書数 順位 [位]
1	江東	381,717	1 (A)
2	東陽	138,776	3 (A)
3	深川	206,960	2 (A)
4	東大島	107,280	6 (B)
5	亀戸	125,259	4 (B)
6	東雲	110,140	5 (B)

表8 大学の回収重量及び学生数

回収重量 順位 [位]	大学名	学生数 [人]	学生数 順位 [位]
1	拓殖大学	7,471	4 (A)
2	東京工科大学	6,278	8 (A)
3	中央大学	25,123	1 (A)
4	創価大学	8,522	3 (A)
5	杏林大学	3,998	9 (A)
6	明星大学	7,269	5 (A)
7	東京薬科大学	6,281	7 (A)
8	東京造形大学	1,959	12 (B)
9	多摩美術大学	3,245	10 (B)
10	帝京大学	18,135	2 (A)
11	東京工業高等専門学校	1,100	13 (B)
12	工学院大学	2,404	11 (B)
13	ヤマザキ動物看護短大	409	17 (B)
14	デジタルハリウッド大学	1,003	14 (B)
15	山野美容芸術短期大学	696	16 (B)
16	東京純心女子大学	378	18 (B)
17	日本文化大学	887	15 (B)
18	首都大学東京	7,152	6 (A)



図3-a 首都大学東京における回収ボックス設置箇所 (近景)



図3-b 同大学における回収ボックス設置箇所（遠景）

4 おわりに

今回の統計分析により、小型家電の回収には施設環境が関係し、特に回収重量の多いカテゴリーである駅と商業施設では回収ボックス設置を効率化させるための留意すべき点が明らかになった。

まず駅では、回収重量は単に年間乗降人員の多寡では判断できず、回収ボックスを設置する際には「定期券利用率」を用いて検討すべきであることが示唆された。

また、商業施設においては、新設の大型ショッピングモールにて、施設環境が良好な割に回収効果が小さいといった結果が示された。回収事業の効果を向上させるためには、区内住民のみならず区外の利用者からの協力も得られるよう、回収実施のPR活動を幅広く行い、より広域的な組織体制の下で展開する必要があるのではないかと考えている。

今後は、施設カテゴリー別に単位利用者数当たりの回収重量を求める推定式の導出や、モデル事業の継続的な調査結果に基づく回収量の経年分析を試み、使用済み小型家電製品のより効果的な回収システム構築を実現するための研究に発展させたいと考える。

参考文献

- 1) 環境省・経済産業省：使用済み小型家電からのレアメタル回収及び適正処理に関する研究会とりまとめ
http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004564/008_01_00.pdf 2012年1月閲覧
- 2) 環境省：使用済み小型家電の回収モデル事業実施概要

http://www.env.go.jp/recycle/recycling/raremetals/conf_ruc_a/08/mat02_1.pdf 2012年10月閲覧

- 3) 市原清志：バイオサイエンスの統計学 - 正しく活用するための実践理論 - , 南江堂, pp. 90-99 (2010)

- 4) 東京都統計年鑑：平成21年 運輸
<http://www.toukei.metro.tokyo.jp/tnenkan/2009/tn09q3i004.htm> 2012年8月閲覧

- 5) 江東区立図書館：平成21年度 江東区のとしょかん事業概要
<http://www.city.koto.lg.jp/ac/koto-lib/jigyougaiyou/19127/file/21gaiyo.pdf> 2012年1月閲覧