

Environment Research and Technology Development Fund

**環境研究総合推進費補助金 総合研究報告書**

**人とリサイクルシステムのインターフェース「ゴミ箱」の機能性とデザイン  
効果の分析  
(3K153011)**

平成 27 年度～平成 29 年度

Design analysis of trash containers and design effect on waste segregation and collection

東京工業大学 高橋 史武

平成 30 年 5 月

## 目 次

I. 成果の概要	.....1
1. はじめに（研究背景等）	
2. 研究目的	
3. 研究方法	
4. 結果及び考察	
5. 本研究により得られた主な成果	
6. 研究成果の主な発表状況	
7. 研究者略歴	
II. 成果の詳細	
II-1 人とリサイクルシステムのインターフェース「ゴミ箱」の機能性とデザイン効果の分析・14 要旨	
1. はじめに	
2. 研究目的	
3. 研究方法	
4. 結果及び考察	
5. 本研究により得られた成果	
6. 国際共同研究等の状況	
7. 研究成果の発表状況	
8. 引用文献	
III. 英文 Abstract	.....33

## I. 成果の概要

**補助事業名** 環境研究総合推進費補助金 循環型社会形成推進研究事業（平成 27 年度～平成 29 年度）

**所管** 環境省 及び 独立行政法人 環境再生保全機構

**研究課題名** 人とリサイクルシステムのインターフェース「ゴミ箱」の機能性とデザイン効果の分析

**課題番号** 3K153011

**研究代表者名** 高橋史武（東京工業大学）

**国庫補助金** 15,635,000 円（うち平成 29 年度：3,889,000 円）

**研究期間** 平成 27 年 6 月 1 日～平成 30 年 3 月 31 日

**本研究のキーワード** ゴミ箱、デザイン、機能性、選好性、心理、分別効率、回収効率

**研究分担者** 鈴木慎也（福岡大学）

### 1. はじめに（研究背景等）

プライベート空間であれ公共空間であれ、ゴミは通常、まずゴミ箱に集められる。そして以降、ゴミは処理・処分過程やリサイクル過程に入る。つまり、ゴミ箱は人とリサイクルシステム（処理・処分を含む）をつなぐ重要なインターフェースと言える。特に公共空間や観光地ではゴミの散乱・放置が空間的価値を大きく損なうため、ゴミ箱は一つの重要な社会インフラとも言える。環境産業の主産業の一つである観光業（ツーリズム産業）は、市場規模で 22.4 兆円であり（粗付加価値 では 10.8 兆円、GDP の 2.3% に相当）、雇用は 213 万人（全雇用の 3.3%）、税収は 1.2 兆円（全税収の 1.5%）と日本経済に大きな影響を持つ産業である。1965 年より国内旅行者の数はほぼ一貫して増加しており、特に近年では外国人旅行者の増加が著しい。旅行者の増加に伴い、観光地ではゴミ発生量が比例して増加する。よって観光地でのゴミ回収、ゴミ処理は、旅行者の増加に伴って今後さらに深刻化する問題である。ゴミの散乱は観光地の空間的価値を著しく損なうことから、効率的なゴミ回収・処理がますます求められていく。

ゴミ箱のこのような重要性に反し、ゴミ箱が持つシステムの機能性（ゴミの回収有効範囲、最適設置密度など）は世界的にほとんど検討されていない。また、集めたゴミの分別精度が上昇するほど、その後のリサイクルは有利となるが、ゴミ箱のデザインがこのような分別機能性に与える影響についても科学的な知見は皆無である。ゴミ箱はその社会的重要性に反し、科学的研究やそれに基づく改良はなされず、ただ漠然と利用されてきたに過ぎない。

### 2. 研究開発目的

ゴミ箱の持つシステムの機能性、そしてゴミ箱デザインが分別機能性に与える影響について科学的に検討、研究する。ゴミ箱のシステムの機能性とはゴミ箱によるゴミの回収性能のことであり、ゴミ箱の設置条件や構成条件による影響を検討する。分別機能性とは回収ゴミの分別精度のことであり、ゴミ箱デザインによって分別精度がどのような影響を受けるか検討する。これらの成果（科学的知見）をまとめ、ゴミ箱の最適なデザインおよび運用を支援する「ゴミ箱実用書」を、成果物として作成する。

### 3. 研究方法

本研究の検討内容はゴミ箱のシステムの機能性とデザインによる分別効果に大別されるので、具体的な研究内容は以下の4点に集約される。

- 1) ゴミ箱の設置状況についての現状調査
- 2) ゴミ箱デザインの分別機能性への効果分析
- 3) ゴミ箱の収集機能性の定量化分析
- 4) 科学的知見に基づいたゴミ箱実用書の作成

#### (1) ゴミ箱の設置状況についての現状調査

ゴミの散乱を防ぐため、公共空間ではゴミ箱が設置されているケースが多い（ただし、安全上の問題やゴミの持ち帰りを促進するため、敢えてゴミ箱を設置しないケースも併せて多い）。ゴミ箱からのゴミ回収は基本的にマンパワーを必要とするため、運営経験からその場に応じた最適な設置数に収められている可能性がある。経験知としてこのような「最適なゴミ箱設置数（ないしゴミ箱設置密度）」が実際に実現しているか調査するため、公共空間でのゴミ箱設置状況を調査した。公共空間の面積や潜在ユーザー数とゴミ箱設置数を調べ、明瞭な相関が現れるか検討した。

次に、花火大会についてはゴミ箱の設置状況をより詳しく調査した。調査した花火大会は計7会場であり、来場者数は4.7万人～90万人、打ち上げ花火数は3500～20000発の規模である。ゴミ箱の設置数、ゴミ箱の容量およびゴミの回収状況（＝未回収となったゴミの散乱具合）である。花火大会開始前にゴミ箱の設置状況を調査し、花火大会後に同様にゴミ箱の状況を調査することでゴミの回収状況を調べた。

#### (2) ゴミ箱デザインの分別機能性への効果分析

ゴミ箱のデザインを最適化することにより、ゴミを捨てる際の分別行動を誘導し、ゴミの分別精度を向上させられる可能性がある。本研究ではゴミ箱に最適な色、捨て口形状、並べ方について検討した。燃えるゴミ、燃えないゴミ、ペットボトル、缶を対象ゴミとし、色、捨て口形状、ゴミ箱の並べ方についてアンケート調査にて調べた（N=420～630）。なお、回答者属性は事前調整されており、男女比および20代から50代までの年齢構成が等しくなるようにしている。また、際に公共空間等で使用されているゴミ箱（25種類）についても、その選好性をアンケート調査にて定量化した。

次に再生可能資源として身近かつ代表的な例であるペットボトルに着目し、ペットボトル用のゴミ箱についてデザインの効果を調査した。デザイン上の着目点は以下の4点である。①ボトル本体とキャップを1つのゴミ箱で回収するタイプ（一体型）かそれぞれを個別のゴミ箱で回収する個別型か？②ゴミ箱の中身が視認できるタイプ（透明型）か？③捨て口の形状が単純な円形かボトル形か？④捨て口付近に指示語（ボトル、キャップ）があるか？この4点をそれぞれに変化させたデザインを計10種類用意し（図-1）、東京工業大学すずかけ台キャンパスに設置してペットボトル回収量、キャップが外してある割合、ペットボトル以外の異物（缶や他のプラスチックボトル、燃えるゴミなど）が混入している割合を調査した。

デザイン要因										
一体性(分離型)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
内部可視性		○			○				○	○
指示語の表示			○			○	○		○	○
投入口形状(ボトル形)							○	○		○

図-1 ペットボトル用ゴミ箱のデザインの概要

(3) ゴミ箱の収集機能性の定量化分析

ゴミ箱までの距離が離れている場合、ゴミ箱までゴミを捨てていく煩わしさが距離に応じて増加するものと考えられる。よって、ゴミ箱までゴミを捨てていくときの煩わしさを、筆者らの事前研究において煩わしさを既に定量化している日常作業（皿を洗う、魚を焼く、など）との対比較によって定量化した。

次に本研究では、ゴミ箱までの距離を変化させた場合どのくらいゴミの回収量および分別精度が変化するか実験によって調査した。人の流れ(動線)がある程度制御できること、利用者数が多いなどの理由から福岡大学構内の2箇所(1号館2・3階、A棟4階)を研究対象地点とした。実態調査の概要を表-1-a)~表-1-c)にそれぞれ示す。平成27年度においては、A棟4階では、エスカレーター直近に設置した場合を条件1、そこから8m離れた場所に設置した場合を条件2とし、それぞれ4週間ずつ計8週間の調査を行った。同様に、1号館2・3階では動線となる階段付近に設置した場合を条件1、そこから8m離れた建物中央部に設置した場合を条件2として調査した。ごみ排出量(各ごみ箱に出されたごみの重量)、分別率(対象品目のうち適正なごみ箱に投入されているものの割合)、異物混入率(各ごみ箱に投入されているものの中で、本来回収対象ではなく異物として混入しているものの割合)を算出し、評価した。平成28年度においては、福岡大学構内の1号館2・3階を研究対象地点とし、動線となる階段付近に設置した場合を条件1、そこから4m離れた場合を条件2、8m離れた建物中央部に設置した場合を条件3として調査した。平成29年度においては、福岡大学1号館2階・3階を対象に、5月から12月まで20週間にわたり調査を行った。1週間ごとに5種類の調査条件を設定し、それぞれ4回ずつ調査を行った。ごみ箱の配置図を図-2に、ごみ箱の配置の模式図を表-2にそれぞれ示す。条件1~3では、窓側に1列に並べた4種類のごみ箱の配列パターンを変え、分別行動に与える影響を確認した。条件4~5では、4種類のごみ箱を窓側だけでなく教室側にも配置し、設置場所を2箇所に分けた際に分別行動に与える影響を確認した。条件4では可燃ごみとペットボトル、条件5ではペットボトルのみ教室側に設置した。

表-1-a) 調査概要(平成27年度)

調査場所	1号館2階・3階	A棟4階
調査時期	2015年10月~12月	
調査期間	計18週間	
回収時間	(月)~(金) 16:30頃	(月)~(金) 13:30頃 16:30頃
調査項目	排出重量: 可燃ごみ・不燃ごみ・ペットボトル・缶・びん 排出本数: ペットボトル・缶・びん	
評価指標	ごみ排出量・分別率・異物混入率	

表-1-b) 調査概要(平成28年度)

調査場所	1号館2階・3階	
調査時期	2016年6月~12月	
調査期間	計15週間	
回収時間	(月)~(金) 13:30頃 16:30頃	(月)~(金) 16:30頃
調査項目	可燃ごみ・不燃ごみ ペットボトル・缶・びん	ペットボトルのキャップ
評価指標	ごみ排出量・分別率 ・異物混入率	キャップ回収率

表-1-c) 調査概要(平成29年度)

調査場所	1号館2階・3階	
調査時期	2017年5月~12月	
調査期間	計20週間	
回収時間	(月)~(金) 16:30頃	
調査項目	可燃ごみ・不燃ごみ ペットボトル・缶・びん	
評価指標	ごみ排出量・分別率 ・異物混入率	

表-2 ごみ箱の配置の模式図(平成29年度)

配列パターンの影響	条件1	可燃ごみ	ペットボトル	缶	びん	設置場所の分離
	条件2	缶	可燃ごみ	びん	ペットボトル	
	条件3	缶	ペットボトル	びん	可燃ごみ	
設置場所の影響	条件4	缶	びん	可燃ごみ	ペットボトル	設置場所の分離
	条件5	可燃ごみ	缶	びん	ペットボトル	設置場所の分離

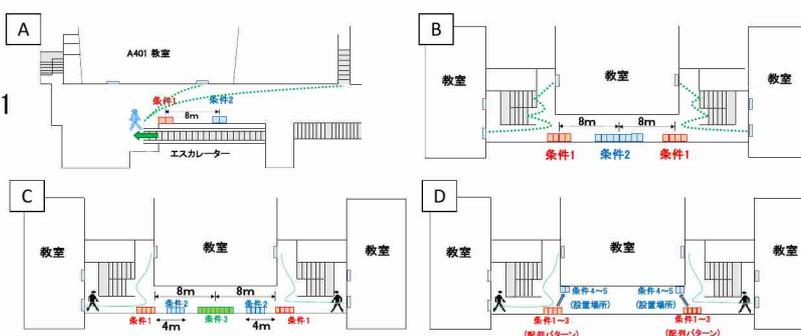


図-2 ごみ箱の配置図 (A: A棟4階, B: 1号館2階・3階(平成27年度), C: 1号館(平成28年度), D: 1号館(平成29年度))

## 4. 結果及び考察

### (1) ゴミ箱の設置状況についての現状調査

潜在ユーザー（ゴミをゴミ箱に捨てる人）の人口密度が比較的、定常である都道府県庁でのゴミ箱設置数と延べ床面積、または勤務者数との比較を図-3（左、中央）に示す。また、潜在ユーザーの人口密度が非定常的（一時的に急激に増加する）である野球場でのゴミ箱設置数と延べ床面積との比較を図-3（右）に示す。最適なゴミ箱設置数が経験的に把握されている場合、強い相関、すなわち一定の傾向が現れると期待されたが、強い相関は見出されなかった。花火大会会場ではゴミ箱の容積が大きく異なるケースが多いため、ゴミ箱の総容量と面積、来場者数、花火玉数との比較を図-4に示す。このケースにおいてもゴミ箱容量と強い相関は見出されなかった。以上より、少なくとも調査した公共空間において、ゴミ箱の設置状況は経験的に最適化されているとは言い難い。

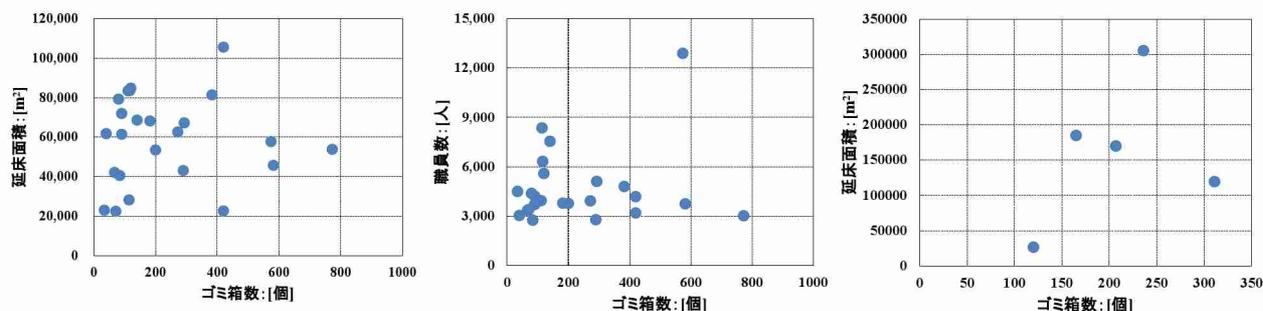


図-3 ゴミ箱の設置状況と延べ床面積、潜在ユーザー数との比較（左と中央：都道府県庁庁舎、右：野球場）

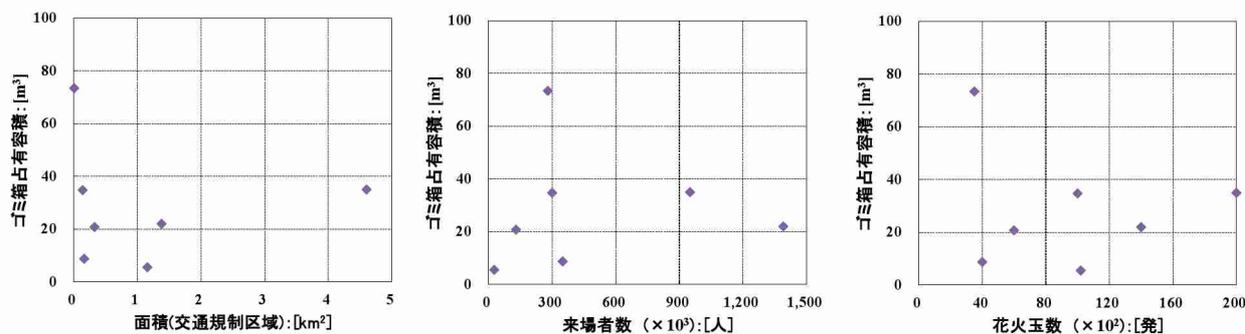


図-4 花火大会会場におけるゴミ箱総容量と会場面積（左）、来場者数（中央）、花火玉数（右）との比較

次に花火大会会場ではゴミ箱の設置状況について考察する。小さな容量（1 m<sup>3</sup> 前後）のゴミ箱を多数（50～160ヶ所）、会場に設置する方法と大きなゴミ箱（2～6 m<sup>3</sup> 前後）（もしくはゴミ捨てスペース）を限られた箇所（12～21ヶ所）に設置する方法の概ね2パターンであった。ゴミ箱を設置する場合、容量が大きい場合でも回収されたゴミ量は容量を超えており、ゴミ箱周辺にはゴミが散乱する状況にあった。ゴミ箱の容量が小さいほど、この傾向が強い。一方、ゴミ箱ではなくゴミ捨てスペースを設置した場合では、ゴミ捨て箇所が少なくても容量を超えたゴミが散乱するケースが見出されなかった（図-5）。このケースでは、ゴミ捨てスペースに分別案内役を用意しており、ゴミ分別の誘導と監視を行った効果もあると考えられる。なお、一人あたりゴミ発生量は0.024～0.26 kg/人と推定され、小さな会場ほど、単位発生量が大きくなる傾向にあった。ゴミ散乱率を $[\text{ゴミ発生量} - \text{ゴミ箱容量}] / \text{ゴミ箱容量}$ と定義した場合、ゴミ散乱率は0%、もしくは33%～199%であった。小さなゴミ箱を多数設置するケースの方が、ゴミ散乱率が大きくなる傾向にあった。以上より、大容量のゴミ箱（ないしゴミ捨てスペース）を少数設置し、そばに分別案内役を設けることで効率的なゴミ回収とゴミの散乱防止が狙えると考えられる。

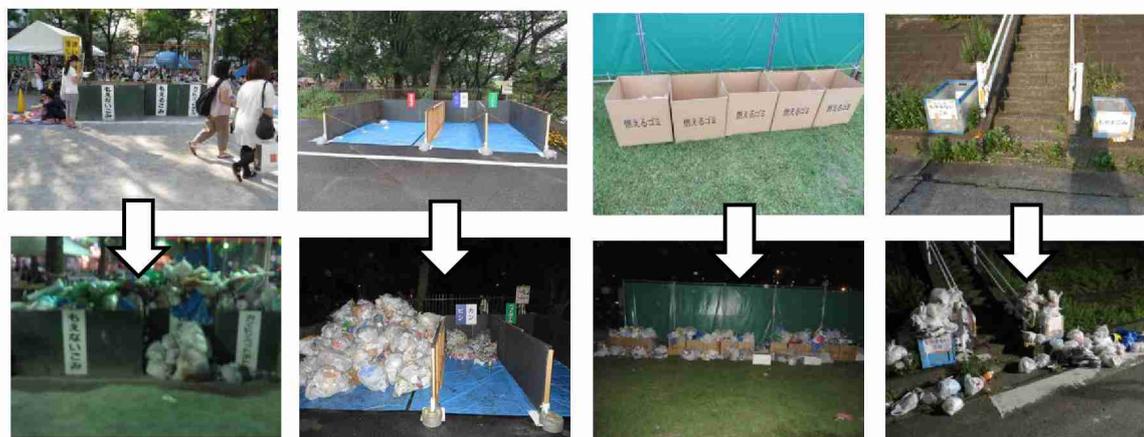


図-4 花火大会会場におけるゴミ箱の設置状況とゴミの回収状況

(2) ゴミ箱デザインの分別機能性への効果分析

燃えるゴミ、燃えないゴミ、ペット

ボトル、缶を対象とするゴミ箱に適した「色」を定量的に比較した結果を図-5に示す。燃えるゴミの場合、赤色およびオレンジ色が適していると評価され、燃えないゴミは燃えるゴミと対照的であり、灰色および黒色が適していると評価された。ペットボトルでは白色と灰色が、缶では灰色やオレンジ色、青色が好まれた。ゴミの種類に関わらず灰色は好まれる（適していると評価される）傾向にあり、逆に紫色は好まれない傾向にあった。次に、捨て口形状の選好性を図-6に示す。ペットボ

トルや缶の場合、ゴミ箱の色に関わらず、丸二個が最も選好性が高く、丸一個の捨て口形状、そして楕円型がそれに続いた。ボトル形状および長方形の捨て口形状は上からそれぞれ4番目と5番目の選好性であるケースがほとんどであった。丸二個と丸一個の捨て口形状はゴミ箱、特に自動販売機のそばに設置されているゴミ箱で多くあるものであり、日常生活でこの捨て口形状を見慣れていることが選好性の高さに起因していると考えられる。なお、色と捨て口形状を同時に変化させた条件で選好性を調査しても結果は変わらず、色と捨て口形状の組み合わせ効果は見られないと考えられる。一方、燃えるゴミや燃やさないゴミの場合、長方形が最も選好性が高く、楕円、台形と捨て口形状の面積が大きい形状が

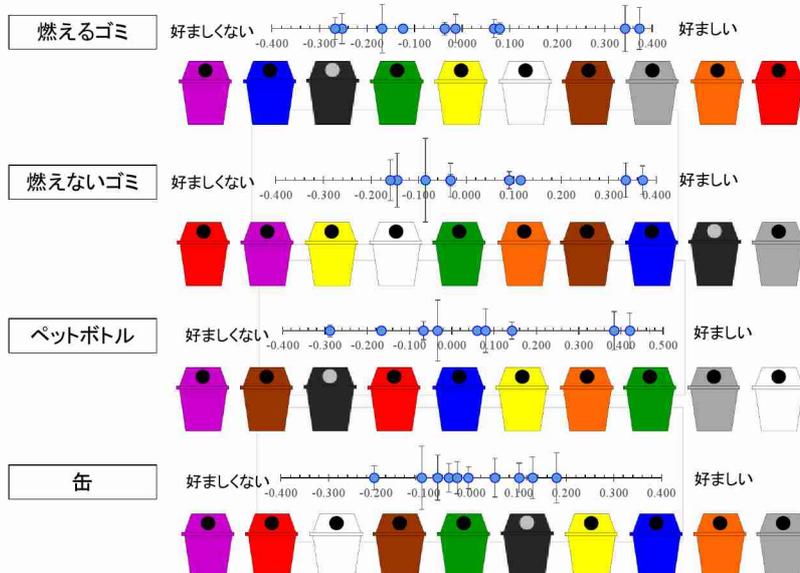


図-5 ゴミ箱に対する色の嗜好性

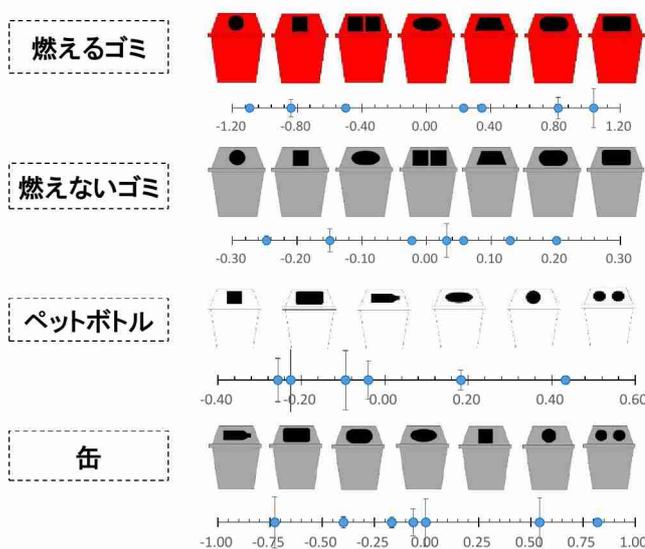


図-6 ゴミ箱に捨て口形状の嗜好性

好まれる傾向にあった。ペットボトルや缶では最も選好性が高かった丸型が、燃えるゴミや燃えないゴミでは選好性が最も低い。

次に、4種類のゴミ箱（燃えるゴミ、燃やさないゴミ、ペットボトル、缶）の置き方（順列）を変えたときの選好性を図-7に示す。最も選好性が高いゴミ箱の順列は左端に燃えるゴミ用ゴミ箱、次に燃やさないゴミ用ゴミ箱、その隣と右端は缶用ゴミ箱とペットボトル用ゴミ箱である。人々がゴミを選別しながらゴミ箱に廃棄する際、左端から右端へと廃棄行動が流れることを好む（＝方向の選好性）。燃えるゴミの廃棄後に燃やさないゴミ、最後に資源性廃棄物（ペットボトル、缶）を捨てる順序に選好性が高く、この「方向」に対する選好性と「廃棄の順番」に対する選好性が作用することで、左端に燃えるゴミ用ゴミ箱、次に燃やさないゴミ用ゴミ箱、その隣と右端は資源性廃棄物のゴミ箱とする置き方（順列）に最も高い選好性が現れたと推察される。

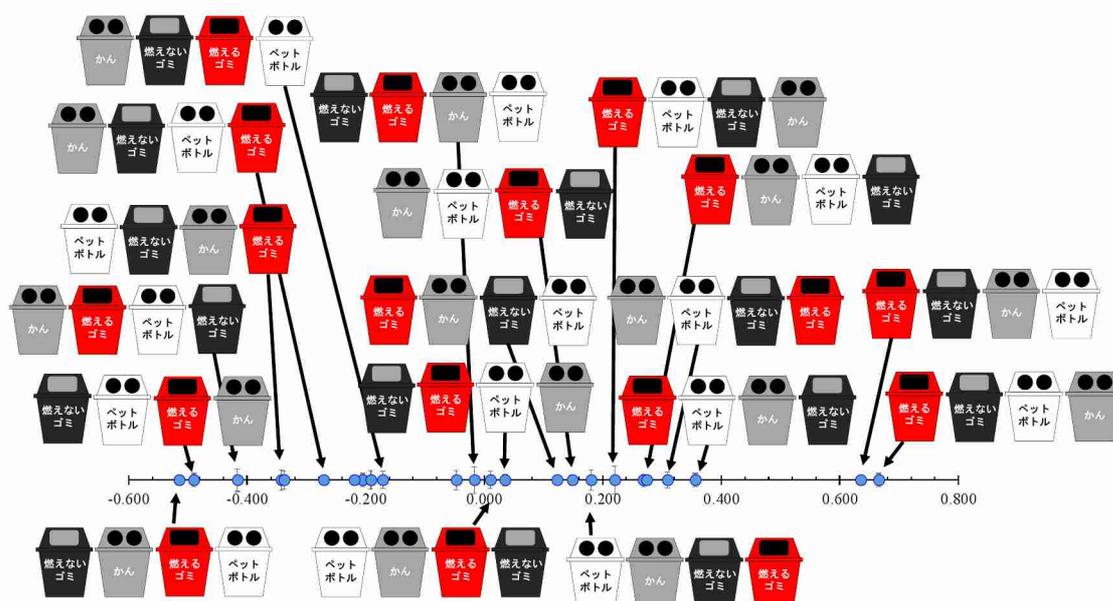


図-7 ゴミ箱の置き方（順列）の選好性

実際に公共空間等で使用されている25種類のゴミ箱について、定量化した選好性を図-8に示す。捨て口もしくは分類ラベルをカラフルにしているゴミ箱は相対的に高い選好性を持つものが多く、色が統一されているゴミ箱（単独の色もしくは色彩が単調なもの）は選好性が低い傾向にあった。選好性が上位10個のゴミ箱のうち、中身を透明化させていないゴミ箱は6個、透明化させたゴミ箱は4個であった。捨て口をゴミ箱正面に設けているものと上部（頭頂部）に設けているものがあるが、正面に設けているゴミ箱の方が選好性は高い傾向にある。実際の捨てやすさは上部に設置してあるものの方が優れていると思われるが、視認性の点では正面に捨て口があった方が良いため選好性が高い結果となったと考えられる。

次にペットボトルを対象に、ゴミ箱のデザインを変化させたときのキャップ外し率と異物混入率を図-9に示す。デザイン化したペットボトル用ゴミ箱を単独で設置した場合、キャップ外し率に関してはデザインによる大きな差が現れなかった反面、異物混入率では透明型のデザインが特異的に高い値を示した（対応のあるt検定において5%有意）。透明型の場合、一旦異物が混入してしまうとユーザー側に分別することへの義務感を低下させ、さらなる異物混入を引き起こすサイクルが働いたものと考えられる。一方、他のゴミ箱と共同で設置するケースでは、異物混入率に大きな違いが現れなかった。他のゴミ箱がすぐ側にあるため、例えば透明型のゴミ箱に異物が混入していても、正しい分類のゴミ箱へ廃棄することをユーザーに促しやすかったことが原因として考えられる。一方でキャップ外し率では、キャップとボトルを別々に回収する個別型よりも一つの躯体で両者を回収する一体型の方が高い値を示した。捨て口の形状はキャップ外し率に有意な差

を与えなかった反面、指示語があることによって有意に高い値を与えた（5%有意水準）。ゴミ箱の設置条件（単独設置か他のゴミ箱との共同設置）はデザインよりも大きな影響を与え、デザインによる効果は設置条件に依存して現れることが本研究により見出された。

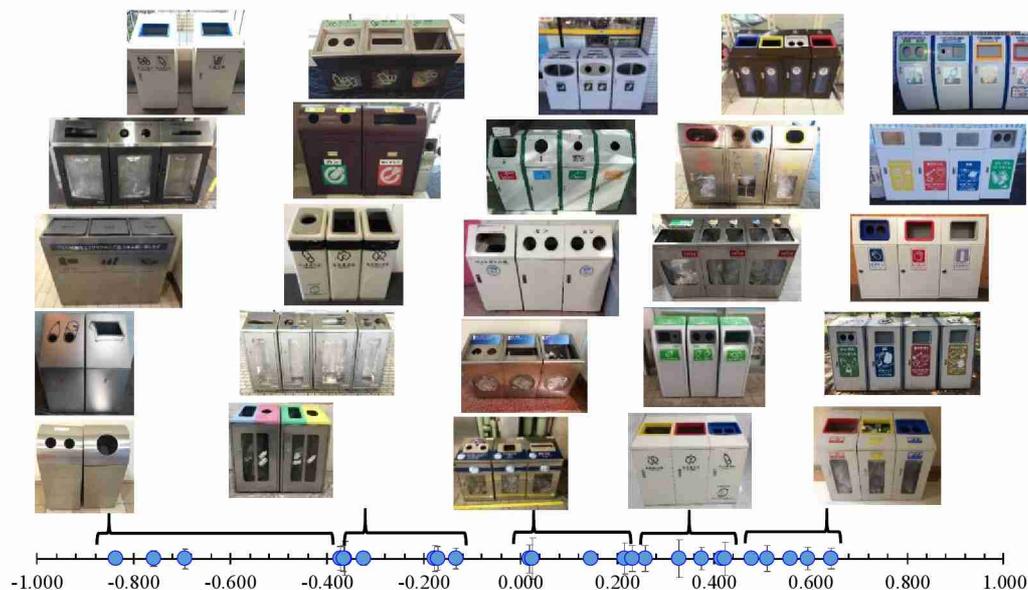


図-8 実際に使用されているゴミ箱の選好性

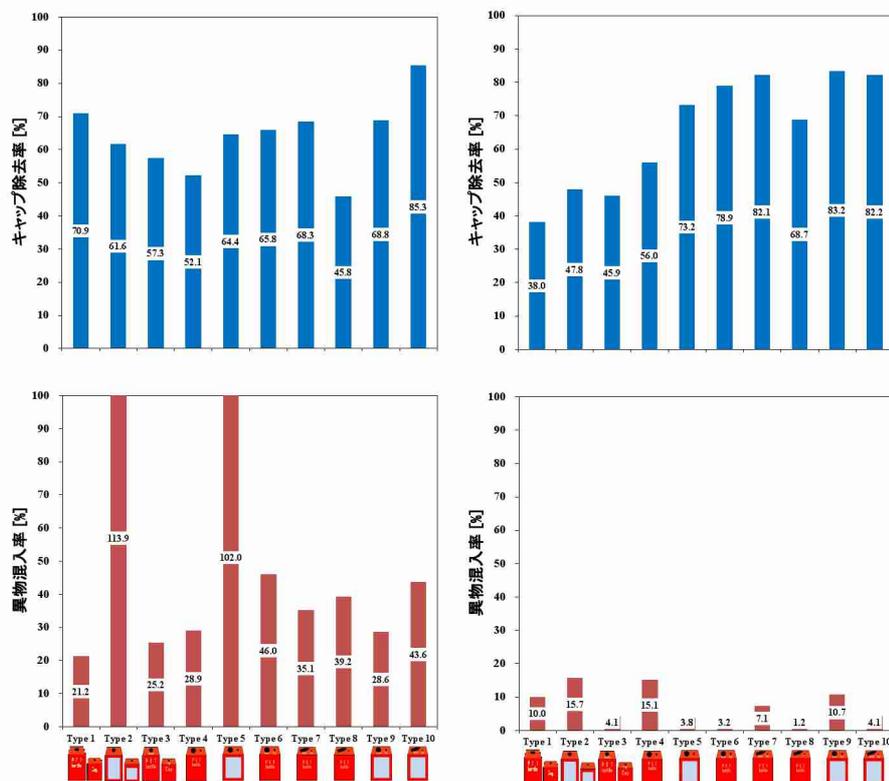


図-9 デザイン別ペットボトル用ゴミ箱でのキャップ除去率（上側）と異物混入率（下側）（左：単独設置条件、右：共同設置条件）

### (3) ゴミ箱の収集機能性の定量化分析

ゴミ箱までゴミを持っていくことに感じる煩わしさ（単位：円）とゴミ箱までの距離（単位：m）の比較を図-10に示す。ゴミ箱までの距離が増加するに従い、感じる煩わしさも併せて増加した。少なくとも15mまでの距離においては、その増加率はゴミ箱の設置してある場所（屋内、屋外）に拠らずすべて線形であっ

た。ただし煩わしさの増加率(=傾き)は異なっており、単純に距離だけでなく、ゴミ箱の設置環境に応じた視認性によって、距離に応じて感じる煩わしさに違いが現れることを見出した。

次に、ゴミ箱までの距離によってゴミの回収量や分別精度が異なるか検証した実験を考察する。平成27年度においては、動線からの移動距離の影響をゴミ箱デザインと合わせて評価を行った。まずA棟においては、いずれも条件1と条件2ではゴミ回収量に大きな違いはなく、全ての評価項目において統計的な有意差は見られなかった。次に1号館(2階・3階の合計値)におけるゴミ排出量の違いを示す(図-11)。棒グラフはそれぞれ4回分の調査結果の平均値、エラーバーは標準偏差を示している。ゴミ排出量は1号館ではゴミ箱までの移動距離が近い条件1に比べ、移動距離が遠い条件2の方が少ない傾向を示し、可燃ごみ、ペットボトル、缶、の3種類では有意にゴミ排出量が減少する結果が得られた。次に1号館における分別率と異物混入率の推移を図-12に示す。分別率の推移と同様、条件1ではビンを除いて異物混入率はほぼ一定の値で推移しているが、条件2では調査日によっては著しく高い値を示すことが分かる。特に缶、ビンについては日によって極端に高い値を示すことが分かる。平成28年度においては、動線からの移動距離の影響をより詳細に評価を行った。図-13に1号館(2階・3階の合計値)におけるゴミ排出量の違いを示す。ゴミ排出量は1号館では動線からゴミ箱までの移動距離が近い条件1に比べ、移動距離が遠い条件2、条件3の方が少ない傾向を示し、可燃ごみ、缶の2種類では有意にゴミ排出量が減少する結果が得られた(可燃ごみ、缶いずれも5%有意)。

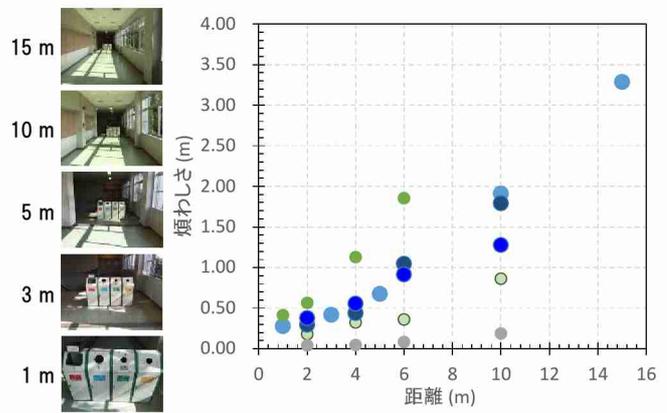


図-10 ゴミ箱までの距離と煩わしさ

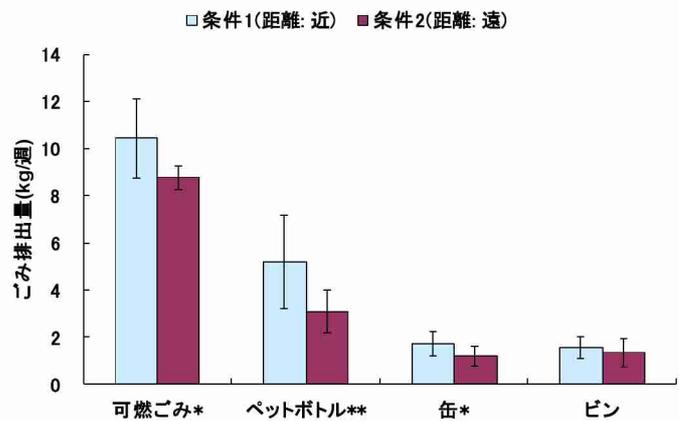


図-11 ゴミ排出量の違い(1号館)(平成27年度)

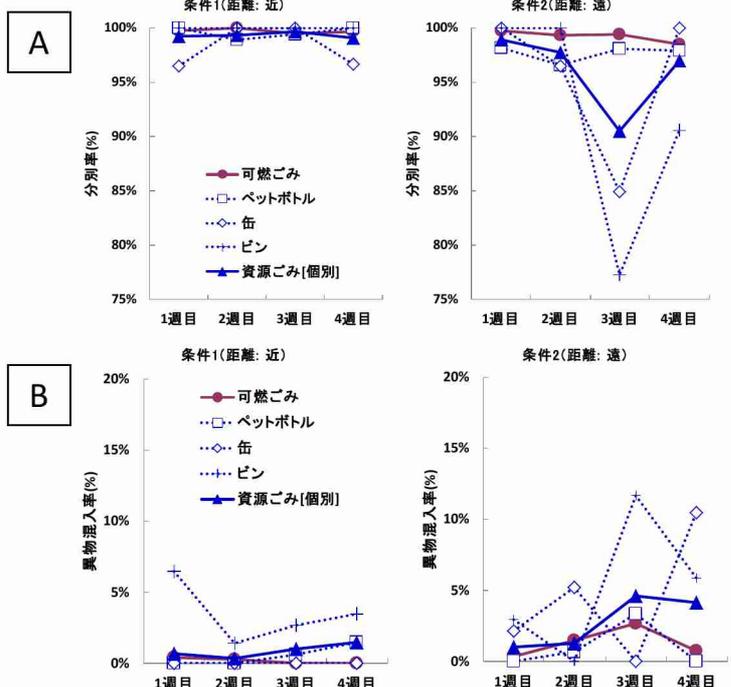


図-12 分別率(A)と異物混入率(B)の推移(1号館)(平成27年度)

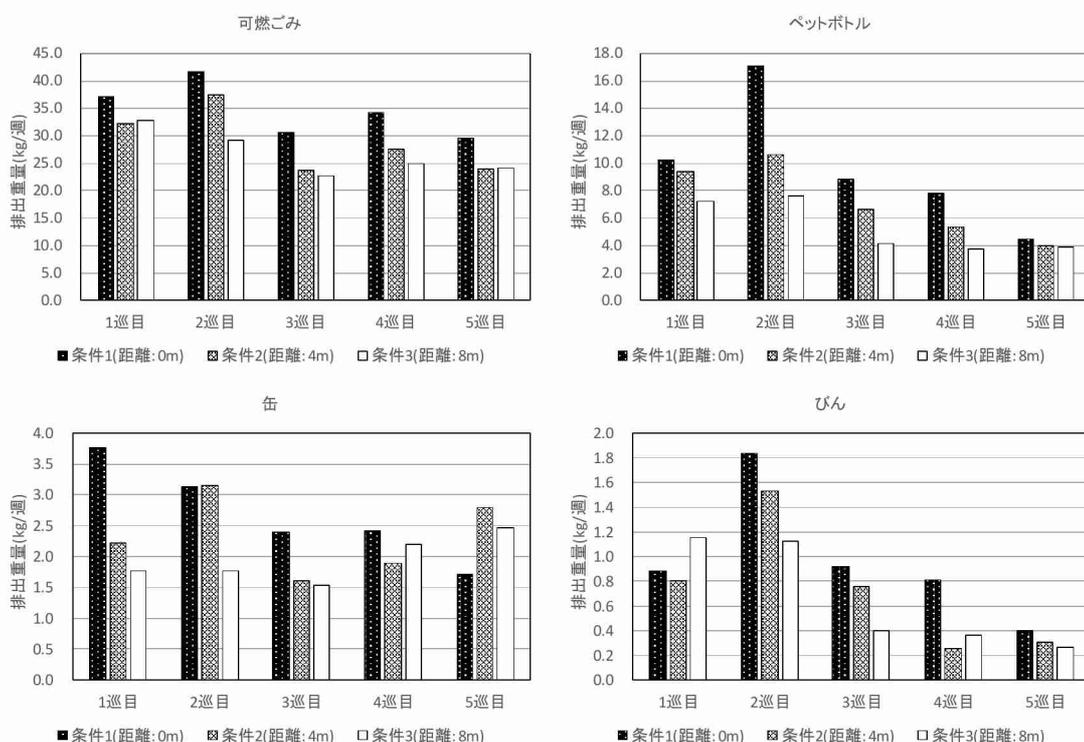


図-13 ごみ排出量の違い(1号館)(平成28年度)

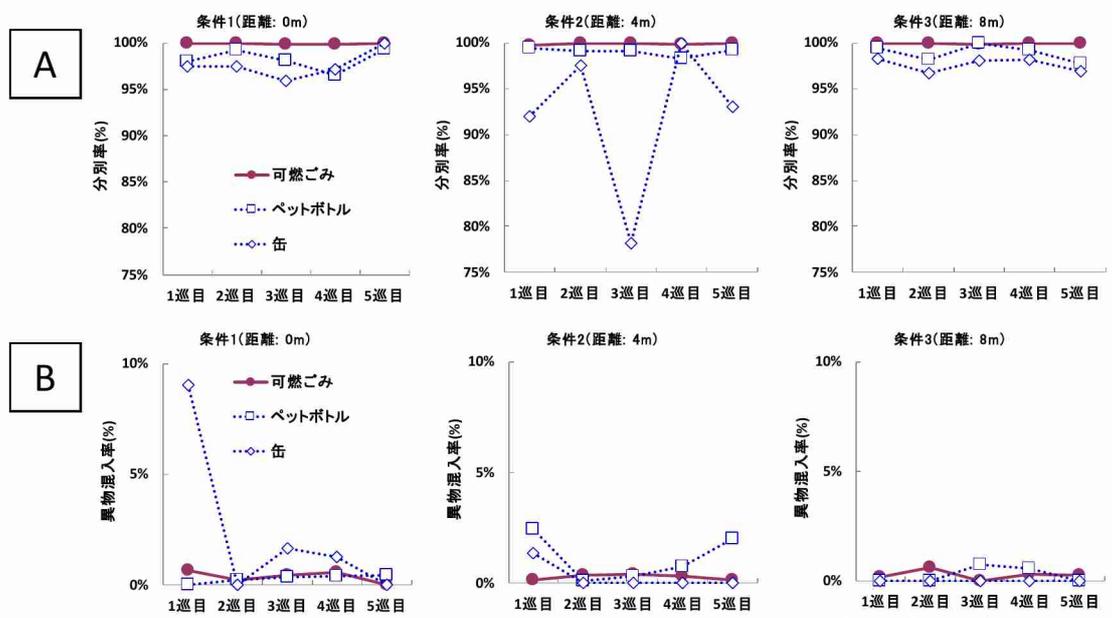


図-14 分別率 (A) と異物混入率 (B) の推移(1号館)(平成28年度)

4週間分の調査結果をもとに、1号館における分別率と異物混入率の推移を図-14に示す。ただし、標本数が少なすぎるために分別率、異物混入率の変動が極端に大きかったびんについては対象から除外した。昨年度の調査結果では、移動距離が遠ざかるにつれて分別率は低下し、異物混入率は上昇する傾向が見られたが、本調査結果によれば、条件1～3に至るまで、移動距離の違いが分別率、異物混入率に与える影響はなかった。平成27年度と違い、平成28年度では夏季から冬季に至るまでごみ排出量の大小に関わらず、より長期間の調査結果が得られたことを踏まえると、移動距離の違いが分別率、異物混入率に与える影響はないものと考えられる。特に、条件2(距離:4m)の缶の分別率を除いて、概ね95%以上の高い分別率が得られていること、条件1(距離:0m)の缶の異物混入率を除いて3%未満の低い異物混入率にとどまっていることを考えれば、こうした分別状況についてはごみ箱の設置場所の選定以上に、ごみ箱デザインが大きく影響するものと推察さ

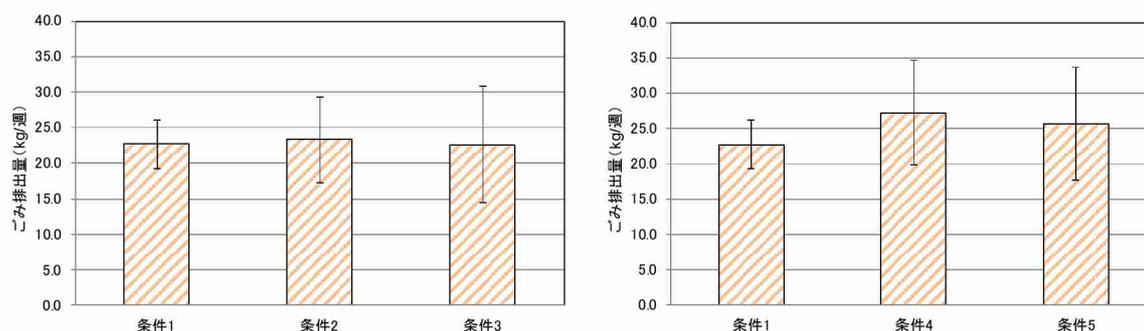


図-15 ごみ排出量の違い(1号館) (平成29年度)

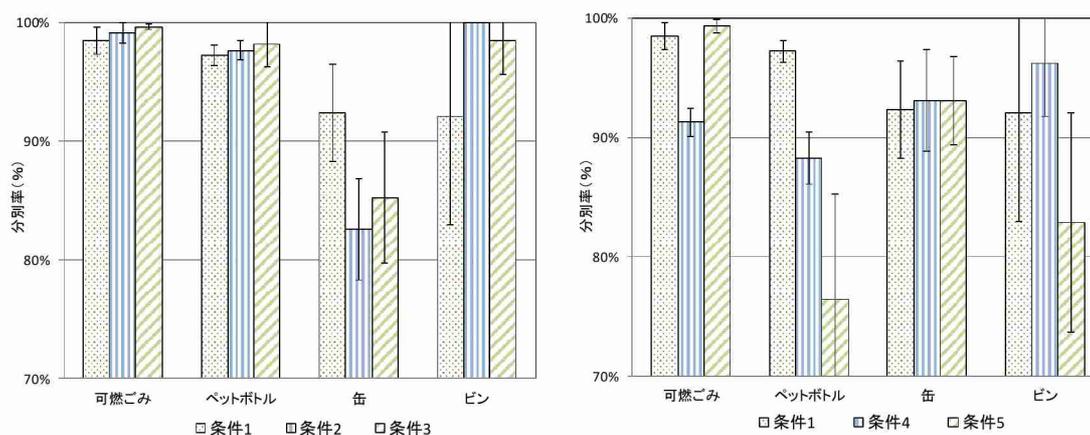


図-16 分別率の違い(1号館) (平成29年度)

れる。ゴミを捨てるユーザーの心理を調査するため、ゴミを捨てた直後の学生にインタビュー調査を実施した (N=20)。回答者20人中14人は毎週ごみ箱の設置場所が変化していることに気づいていない。そのため、ごみ箱を見つけてから捨てたというよりも、まずゴミを捨てようと思ひ、それから捨てる場所を探す傾向が強いことが確認された(20人中16人)。ただし、実際にゴミを捨てる時に遠いと感じている。

平成29年度においては、ごみ箱の配列パターン、およびごみ箱の設置場所を変更させた場合の影響を調査した。配列パターン、設置場所を分離させた場合には、図-15に示すようにごみ排出量に大きな違いは見られなかった。調査結果より動線にほぼ隣接して設置された場合には、配列パターンを変えた場合も設置場所を分けた場合も「とりあえずゴミを手放したい」という心理が排出者に働き、ごみ排出量事態には大きな変化がなかったことが推察される。ごみ箱の配列パターンによる分別率の違いを図-16に示す。可燃ごみ、ペットボトルの分別率は良いが缶の分別率は著しく低下した。分別率低下の原因は、缶がビンのごみ箱に異物として多く投入されたことである。可燃ごみとペットボトルの分別率が良く、ビンに缶が投入された理由としては、可燃ごみとペットボトルの投入口は他のごみ箱と比べ区別しやすく異物が投入されることは少ないと考えられる。それに対し、缶とビンの投入口の形状は似ており区別がしにくいと考えられる。そのため、条件2や条件3のような配置パターンの時、缶を捨てる際、ごみ箱全体を見る必要があり、区別しづらいつ感じ、異物として缶がビンに投入されたのではないかと考えられる。以上より、可燃ごみやペットボトルは区別しやすい為、異物が混入する割合は低かった。しかし、缶やビンのごみ箱は区別しづらく、缶とビンの間に他のごみ箱を挟む事で、ごみ箱全体を見なければならなくなり、排出者にとって区別しづらかつたと考えられる。ごみ箱の設置場所を分けたことによる分別率の違いについては、ペットボトルの分別率が著しく低下したことが明らかにされた。その理由としては、ごみ排出者がペットボトルを捨てようと思っても普段設置されてある場所に缶やビンのごみ箱しかないため、そのごみ箱にペットボトルが投入されたと考えられる。以上より、ごみ箱の設置場所を分けると、普段設置されている場所に異物がかなり投入されると考えられる。

## 5. 本研究により得られた主な成果

### (1) 科学的意義

ゴミ箱は公共空間やプライベート空間でのゴミ回収を担う重要な社会インフラの一つであるが、その重要性に反して最適なゴミ箱管理を実現する科学的知見はほとんど知られていない。本研究は世界で初めてゴミ箱の収集機能性（例：ゴミの有効回収範囲）やゴミ箱デザインによる分別機能性への効果を科学的に明らかにしたものであり、その新規性は大きい。ゴミの回収機能性は人間行動科学を、デザインによる分別機能性は感性工学をベースに分析するため、極めて学際的な研究である。また、成果をダイレクトに実社会に応用できるため、社会還元性も高いものである。

### (2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

花火大会など臨時的にゴミ箱を設置する場合、ゴミの散乱を抑える設置・管理手法へ活用することができる。また、2020年の東京オリンピックにおいて、本研究の成果をもとにデザインした機能的ゴミ箱を選手村などで活用することができる。デザイン化ゴミ箱は注目を集めやすいため、クールジャパン戦略に対してエコ分野から貢献できると考える。

## 6. 研究成果の主な発表状況

### (1) 主な誌上発表

<査読付論文>

特に記載すべき事項はない。

<その他>

- 1) 高橋史武: 資源性廃棄物の不適切分別を招く心理要因の構造化と分別改善化手法の提言, 生活と環境, Vol.61, No.8, 64-68. 日本環境衛生センター (2016年8月1日)

### (2) 主な口頭発表 (学会等)

<国際会議 Proceedings>

- 1) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2017) Preference degree of trash bins arrangement: 3 and 4 trash bins cases, Proceedings of the 8th China-Japan Joint Conference on material recycling and waste management, 206-209, Hangzhou, 16-20th Sep.
- 2) Fumitake Takahashi, Shinya Suzuki, Qiuhui Jiang (2017) Combination effect of body color of pet bottle trash bin and shape of disposal slot on design preferences, Proceedings of the 8th China-Japan Joint Conference on material recycling and waste management, 130-133, Hangzhou, 16-20th Sep.
- 3) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2017) Slot shape preference for five different colored pet bottle containers based on web questionnaires using pairwise comparison method, Proceedings of 21st Korea-Japan Joint International Session, Korea Society of Waste Management, 458, Jeonju, 11th May.

- 4) Fumitake Takahashi, Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki (2017) Psychological preferences of trash bins arrangement: 3 trash bins case, Proceedings of 21st Korea-Japan Joint International Session, Korea Society of Waste Management, 457, Jeonju, 11th May.
- 5) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2017) Text psychological preferences of color and slot shape for combustible waste, incombustible waste, PET bottles and cans containers based on pairwise comparison, Proceedings of 3rd Symposium of the Asian Regional Branch of International Waste Working Group "iwwg-ARB2017", 106-108, Seoul, 12-14th Apr.
- 6) Fumitake Takahashi, Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki (2017) Design preference analysis of commercial trash bins based on pairwise comparison, Proceedings of 3rd Symposium of the Asian Regional Branch of International Waste Working Group "iwwg-ARB2017", 1-3, Seoul, 12-14th Apr.
- 7) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2016) The impact of distance to Trash bins on waste collection: A case study in Suzukakedai Campus, Tokyo Institute of Technology, Proceedings of 2016 JAPAN-KOREA-CHINA Joint Symposium on Energy and Environment, 63, Hatsushima, 27-29th Oct.
- 8) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2016) Slot shape preference and color effect on the preference for PET bottle containers based on web-questionnaires, Proceedings of the 7th China-Japan Joint Conference on material recycling and waste management, 20-23, Naha, 19-20th Jul.
- 9) Fumitake Takahashi, Shinya Suzuki, Qiuhui Jiang (2016) Monetary scaled botheration of bringing wastes to a trash bin with different distances, Proceedings of the 7th China-Japan Joint Conference on material recycling and waste management, 16-19, Naha, 19-20th Jul.
- 10) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2016) Analysis of different color preferences for trash containers scaled by binary pairwise comparison method, Proceedings of 20th Korea-Japan Joint International Session, Spring conference of Korea Society of Waste Management, 191, Seoul, 12th May.
- 11) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Takuya Izumi, Fumitake Takahashi (2015) Unwillingness of PET bottle washing and compacting behaviors and its dependency on the number of bottles, Proceedings of 2015 Korea-China-Japan Joint Symposium on Solid Wastes Technologies and Energy Conversion, 47, Wonju, 16-17th Oct.
- 12) Takuya Izumi, Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) The effect of trash bin design on PET bottle disposal behaviors during festival and regular periods, Proceedings of 2015 Korea-China-Japan Joint Symposium on Solid Wastes Technologies and Energy Conversion, 45, Wonju, 16-17th Oct.
- 13) Takuya Izumi, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) The effect of trash bin design on cap removal action in PET bottle disposal, Proceedings of 15th International Waste Management and Landfill Symposium "SARDINIA2015", No.659 (7 pages), Cagliari, 5-9th Oct.
- 14) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) Comparison of unwillingness we feel to act recycle-friendly actions in PET bottle disposal and real action ratios, Proceedings of 15th International Waste Management and Landfill Symposium "SARDINIA2015", No.657 (7 pages), Cagliari, 5-9th Oct.
- 15) Fumitake Takahashi, Shinya Suzuki, Yasumasa Matsufuji (2015) A low biased method to evaluate unwillingness we feel in PET bottle disposal processes based on pairwise comparison and outsourcing costs, Proceedings of 15th International Waste Management and Landfill Symposium "SARDINIA2015", No.654 (9 pages), Cagliari, 5-9th Oct.
- 16) Qiuhui Jiang, Takuya Izumi, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) Unwillingness we feel to remove caps and labels in PET bottle disposal processes and its dependency on the number of caps and labels, Proceedings of

6th China-Japan Joint Conference on Material Recycling and Solid Waste Management, 78-83, Qingdao, 7-8th Aug.

- 17) Takuya Izumi, Hyuji Yoshida, Fumitake Takahashi (2015) The effect of disposal slot shape of trash box on PET bottle segregated collection, Proceedings of the 2nd 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management, 600-603, Daejeon, 21-23th May.

#### <国内学会>

- 1) Jiang Qiuhui, Suzuki Shinya, Takahashi Fumitake (2017) A survey on the characteristics of trash bins in Singapore, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol.28, 517-518, 東京工業大学, 9月6-8日
- 2) Jiang Qiuhui, Suzuki Shinya, Takahashi Fumitake (2016) Scaled botheration of taking wastes to a trash bin with different distances, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol.27, 511-512. 和歌山大学, 9月27-29日
- 3) Qiuhui Jiang, Takuya Izumi, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi: Unwillingness We Feel When We Complete Serial Recycle-Friendly Actions for PET Bottles Disposal, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol.26, 558-559 (2015) 九州大学
- 4) 泉拓也, 姜秋恵, 鈴木慎也, 高橋史武: ペットボトル消費者の分別廃棄行動に与えるゴミ箱デザインの効果(第2報), 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol.26, 53-54 (2015) 九州大学

#### <受賞>

- 1) Excellent poster award: Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2016) Psychological preferences of color and slot shape for trash containers based on triplicated web questionnaire surveys, 廃棄物資源循環学会春の研究発表会, 川崎産業振興会館
- 2) Excellent poster award: QiuHui Jiang, Takuya Izumi, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2016) Color preference analysis for trash bin design using binary pairwise comparison method, 廃棄物資源循環学会 関東支部研究発表会, 明星大学
- 3) Best Poster award: Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) Comparison of unwillingness we feel to act recycle-friendly actions in PET bottle disposal and real action ratios, Proceedings of 15th International Waste Management and Landfill Symposium "SARDINIA2015", No.657 (7 pages), Cagliari, 5-9th Oct
- 4) Excellent poster award: Qiuhui Jiang, Takuya Izumi, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) Unwillingness We Feel When We Complete Serial Recycle-Friendly Actions for PET Bottles Disposal, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol.26, 558-559, 九州大学
- 5) 優秀ポスター賞: 泉拓也, 姜秋恵, 鈴木慎也, 高橋史武 (2015) ペットボトル消費者の分別廃棄行動に与えるゴミ箱デザインの効果(第2報), 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol.26, 53-54, 九州大学

## 7. 研究者略歴

研究代表者: 高橋 史武

東京大学大学院工学系研究課博士課程修了、博士(工学)、現在、東京工業大学環境・社会理工学院准教授

研究分担者

- 1) 鈴木 深夜

東京大学大学院工学系研究科修士課程修了、博士(工学)、現在、福岡大学工学部准教授

## II. 成果の詳細

### II-1 人とリサイクルシステムのインターフェース「ゴミ箱」の機能性とデザイン効果の分析

#### [要旨]

ゴミ箱のデザインと機能性について研究した。現状では、最適なゴミ箱の設置条件において経験知は知られていないことを見出した。花火大会でのゴミ箱調査より、小さな容量のゴミ箱を多数設置するよりも、大容量のゴミ箱（できればゴミ捨てスペースぐらいの大容量）を少数設置する方がゴミの回収効率が高い。ゴミ箱のデザインは、燃えるゴミ、燃やさないゴミ、ペットボトル、缶によって選好性の高いデザインが異なる。燃えるゴミは赤色、燃やさないゴミと缶は灰色、ペットボトルは白色の選好性が高い。ペットボトルと缶のゴミ箱は丸型の捨て口形状が好まれ、燃えるゴミや燃やさないゴミでは長方形などの面積が大きい捨て口形状が好まれる。ゴミ箱の並べ方にも選好性があり、左端に燃えるゴミ、次に燃やさないゴミ、その隣と右端は缶とペットボトルとする並べ方が最も選好性が高い。ペットボトルを対象にゴミ箱デザインが人の分別行動に与える影響を調査したところ、デザイン効果はゴミ箱の設置条件によって違いが現れることを見出した。単独設置の場合、中身が見えるデザインは異物混入を誘発し、他のゴミ箱との共同設置の場合、キャップ回収とボトル回収が一体型となるゴミ箱デザインの方が、キャップ除去率を高める効果が現れた。ゴミ箱までの距離が長くなると、ゴミ箱までゴミを捨てにくい煩わしさが線形的に増加する。ただし、動線からの距離が重要であり、動線から離れるとゴミの回収量が減少する。一方、分別精度は顕著な影響は現れなかった。距離が動線に沿っている場合、回収量に距離の影響は現れなかった。以上より、本研究ではゴミの種類によって選好性の高いデザインがあり、ゴミ箱の並べ方にも選好性があることを見出した。設置状況によってデザインが分別行動に与える効果は変化し、動線から離れる方向の場合は距離に応じて回収量や分別精度が異なることを見出した。

#### 1. はじめに

プライベート空間であれ公共空間であれ、ゴミは通常、まずゴミ箱に集められる。そして以降、ゴミは処理・処分過程やリサイクル過程に入る。つまり、ゴミ箱は人とリサイクルシステム（処理・処分を含む）をつなぐ重要なインターフェースと言える。特に公共空間や観光地ではゴミの散乱・放置が空間的価値を大きく損なうため、ゴミ箱は一つの重要な社会インフラとも言える。環境産業の主産業の一つである観光業（ツーリズム産業）は、市場規模で 22.4 兆円であり（粗付加価値では 10.8 兆円、GDP の 2.3% に相当）、雇用は 213 万人（全雇用の 3.3%）、税収は 1.2 兆円（全税収の 1.5%）と日本経済に大きな影響を持つ産業である。1965 年より国内旅行者の数はほぼ一貫して増加しており、特に近年では外国人旅行者の増加が著しい。旅行者の増加に伴い、観光地ではゴミ発生量が比例して増加する。よって観光地でのゴミ回収、ゴミ処理は、旅行者の増加に伴って今後さらに深刻化する問題である。ゴミの散乱は観光地の空間的価値を著しく損なうことから、効率的なゴミ回収・処理がますます求められていく。

ゴミ箱のこのような重要性に反し、ゴミ箱が持つシステムの機能性（ゴミの回収有効範囲、最適設置密度など）は世界的にほとんど検討されていない。また、集めたゴミの分別精度が上昇するほど、その後のリサイクルは有利となるが、ゴミ箱のデザインがこのような分別機能性に与える影響についても科学的な知見は皆無である。ゴミ箱はその社会的重要性に反し、科学的研究やそれに基づく改良はなされず、ただ漠然と利用されてきたに過ぎない。

## 2. 研究開発目的

ゴミ箱の持つシステムの機能性、そしてゴミ箱デザインが分別機能性に与える影響について科学的に検討、研究する。ゴミ箱のシステムの機能性とはゴミ箱によるゴミの回収性能のことであり、ゴミ箱の設置条件や構成条件による影響を検討する。分別機能性とは回収ゴミの分別精度のことであり、ゴミ箱デザインによって分別精度がどのような影響を受けるか検討する。これらの成果（科学的知見）をまとめ、ゴミ箱の最適なデザインおよび運用を支援する「ゴミ箱実用書」を、成果物として作成する。

## 3. 研究開発方法

本研究の検討内容はゴミ箱のシステムの機能性とデザインによる分別効果に大別されるので、具体的な研究内容は以下の4点に集約される。

- 1) ゴミ箱の設置状況についての現状調査
- 2) ゴミ箱デザインの分別機能性への効果分析
- 3) ゴミ箱の収集機能性の定量化分析
- 4) 科学的知見に基づいたゴミ箱実用書の作成

### (1) ゴミ箱の設置状況についての現状調査

ゴミの散乱を防ぐため、公共空間ではゴミ箱が設置されているケースが多い（ただし、安全上の問題やゴミの持ち帰りを促進するため、敢えてゴミ箱を設置しないケースも併せて多い）。ゴミ箱からのゴミ回収は基本的にマンパワーを必要とするため、運営経験からその場に応じた最適な設置数に収斂されている可能性がある。経験知としてこのような「最適なゴミ箱設置数（ないしゴミ箱設置密度）」が実際に実現しているか調査するため、公共空間でのゴミ箱設置状況を調査した。公共空間では、市役所や病院のように人口密度の時間変化が比較的小さい、つまり定常的と言える状況のものと、花火大会やイベント会場のように一時的に人口密度が急上昇および急下降する非定常的な状況という二通りの条件が考えられる。このような条件の違いによって「最適なゴミ箱設置数」も相応に異なる可能性が考えられることから、ゴミ箱が設置してある公共空間を調査するにあたり、両者にそれぞれ対応するものを選択した。前者の条件（人口密度が比較的、定常であると言える）に該当するものとして都道府県の県庁庁舎を選択し、後者の条件（人口密度が急激に変化し、非定常である）に該当するものとして、野球場（札幌、東京、横浜、名古屋、福岡）および花火大会会場を選択した。これらの公共空間の面積や潜在ユーザー数とゴミ箱設置数を調べ、明瞭な相関が現れるか検討した。

なお、花火大会についてはゴミ箱の設置状況をより詳しく調査した。調査した花火大会は計7会場であり、来場者数は4.7万人～90万人、打ち上げ花火数は3500～20000発の規模である。ゴミ箱の設置数、ゴミ箱の容量およびゴミの回収状況（＝未回収となったゴミの散乱具合）である。花火大会開始前にゴミ箱の設置状況を調査し、花火大会後に同様にゴミ箱の状況を調査することでゴミの回収状況を調べた。

### (2) ゴミ箱デザインの分別機能性への効果分析

ゴミ箱のデザインを最適化することにより、ゴミを捨てる際の分別行動を誘導し、ゴミの分別精度を向上させられる可能性がある。本研究ではゴミ箱に最適な色、捨て口形状、並べ方について検討した。燃えるゴミ、燃えないゴミ、ペットボトル、缶を対象ゴミとし、これらのゴミを回収するゴミ箱に似つかわしい色、分別しやすい捨て口形状やゴミ箱の並べ方についてアンケート調査にて調べた（N=420～630）。なお、回答者属性は事前調整されており、男女比および20代から50代までの年齢構成が等しくなるようにしている。調査した色は三原色（青色、赤色、黄色）とその混合色（紫色、緑色、オレンジ色）、茶色、白色、灰色、黒色

の計 10 種類である（図-1）。色のみを変化させたゴミ箱イラストを二つ提示し（一対比較形式）、対象とするゴミを集めるゴミ箱としてより適していると思われる色について回答を得た。サーストンの比較判断の法則に基づき、色の好ましさを定量化した（Z 値）。捨て口形状については丸（1つの場合と二つの場合）、楕円、正方形（1つの場合と二つの場合）、長方形、ボトル形状である（図-2）。並べ方については、燃えるゴミ、燃えないゴミ、ペットボトル、缶のゴミ箱をすべての可能な順序で並べた場合（計 24 通りの並べ方）を想定した。捨て口形状および並べ方において、ゴミの分別がやりやすく感じる形状、並べ方について一対比較法でその選好性を定量化した。また、実際に公共空間等で使用されているゴミ箱（25 種類）についても、その選好性をアンケート調査にて定量化した。

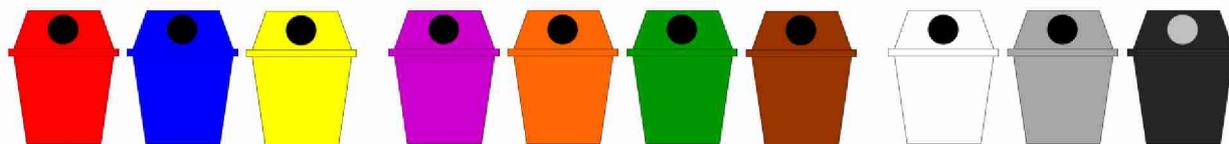


図-1 選好性を調査したゴミ箱の色

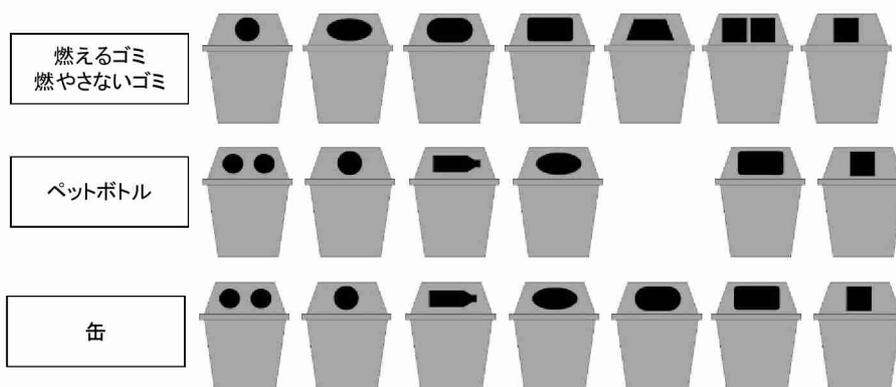


図-2 選好性を調査したゴミ箱の捨て口形状

次に再生可能資源として身近かつ代表的な例であるペットボトルに着目し、ペットボトル用のゴミ箱についてデザインの効果を調査した。デザイン上の着目点は以下の 4 点である。①ボトル本体とキャップを 1 つのゴミ箱で回収するタイプ（一体型）かそれぞれを個別のゴミ箱で回収する個別型か？②ゴミ箱の中身が視認できるタイプ（透明型）か？③捨て口の形状が単純な円形かボトル形か？④捨て口付近に指示語（ボトル、キャップ）があるか？ この 4 点をそれぞれに変化させたデザインを計 10 種類用意し（図-3）、東京工業大学すずかけ台キャンパスに設置してペットボトル回収量、キャップが外してある割合、ペットボトル以外の異物（缶や他のプラスチックボトル、燃えるゴミなど）が混入している割合を調査した。

デザイン要因	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6	Type 7	Type 8	Type 9	Type 10
一体性(分離型)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
内部可視性					○	○	○	○	○	○
指示語の表示							○	○	○	○
投入口形状(ボトル形)							○	○	○	○

図-3 ペットボトル用ゴミ箱のデザインの概要

### (3) ゴミ箱の収集機能性の定量化分析

ゴミ箱までの距離が離れている場合、ゴミ箱までゴミを捨てに行く煩わしさが距離に応じて増加するものと考えられる。煩わしさがある閾値を超えた場合にゴミのポイ捨てが誘発されると考えられることから、ゴミ箱までゴミを捨てに行くときの煩わしさを一対比較法によって定量化した。ゴミ箱まで 1~20 m の距離が

ある写真を用意し、筆者らの事前研究において煩わしさを既に定量化している日常作業（皿を洗う、魚を焼く、など）と一対比較させた（図-4）。アンケートで実測された選択率とThurstoneの比較判断の法則より予測される選択率が良い一致を示すように回帰分析を行い、ゴミ箱までゴミを持っていく煩わしさを定量化した。

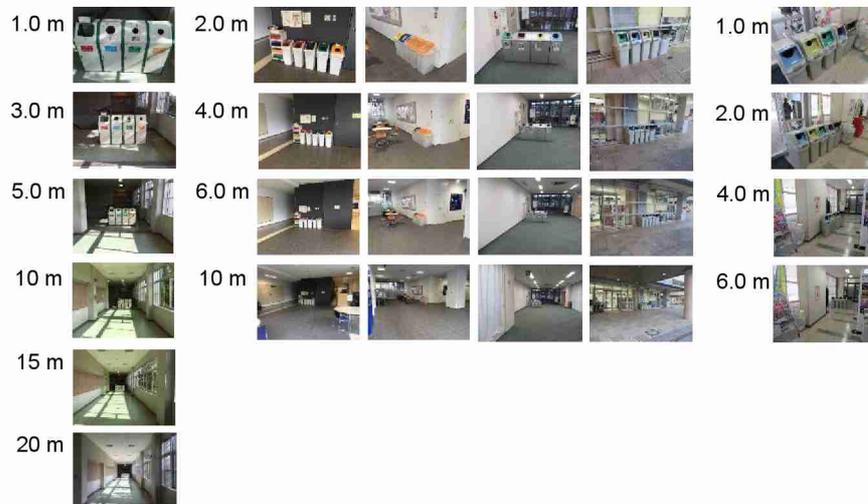


図-4 ゴミ箱までゴミを持っていくときに感じる煩わしさ

次に本研究では、ゴミ箱までの距離を変化させた場合にどのくらいゴミの回収量および分別精度が変化するか実験によって調査した。人の流れ（動線）がある程度制御できること、利用者数が多いなどの理由から福岡大学構内の2箇所（1号館2・3階、A棟4階）を研究対象地点とした。実態調査の概要を表-1-a)～表-1-c)にそれぞれ示す。なお、A棟と1号館2・3階では使用されるゴミ箱のデザインが異なる。A棟では可燃ごみ・資源ごみの2種分別、1号館では可燃ごみ、ペットボトル、缶、ビンの4種分別となっている。

平成27年度においては、A棟4階では、エスカレーター直近に設置した場合を条件1、そこから8m離れた場所に設置した場合を条件2とし、それぞれ4週間ずつ計8週間の調査を行った（図-5-a)）。同様に、1号館2・3階では動線となる階段付近に設置した場合を条件1、そこから8m離れた建物中央部に設置した場合を条件2として調査した（図-5-b)）。(月)～(金)の毎日同一時間帯に投入されたごみを回収し、各ボックス内の可燃ごみ、不燃ごみ、ペットボトル、缶、ビンの各重量を計測した。1週間分の集計結果をもとに、ごみ排出量（各ゴミ箱に出されたごみの重量）、分別率（対象品目のうち適正なゴミ箱に投入されているものの割合）、異物混入率（各ゴミ箱に投入されているものの中で、本来回収対象ではなく異物として混入しているものの割合）を算出し、評価した。

平成28年度においては、福岡大学構内の1号館2・3階を研究対象地点とした。A棟4階については動線の制御が1号館よりも困難であったことから対象から除外した。実態調査の概要を表-1-b)に示す。平成27年度は秋季・冬季のみの調査であったため平成28年度は6月から調査を開始し、ごみ発生量が多いと予想される夏季の調査も行った。またペットボトルのキャップ回収率の調査も実施したが、清掃業者によるキャップの回収時期は不定期であるため、昼間時に一度全て回収し専用ボックス内を空にしておき、夕方時に専用

表-1-a) 調査概要(平成27年度)

調査場所	1号館2階・3階	A棟4階
調査時期	2015年10月～12月	
調査期間	計8週間	
回収時間	(月)～(金) 16:30頃	(月)～(金) 13:30頃 16:30頃
調査項目	排出重量: 可燃ごみ・不燃ごみ・ペットボトル・缶・びん 排出本数: ペットボトル・缶・びん	
評価指標	ごみ排出量・分別率・異物混入率	

表-1-b) 調査概要(平成28年度)

調査場所	1号館2階・3階	
調査時期	2016年6月～12月	
調査期間	計15週間	
回収時間	(月)～(金) 13:30頃 16:30頃	(月)～(金) 16:30頃
調査項目	可燃ごみ・不燃ごみ ペットボトル・缶・びん	ペットボトルのキャップ
評価指標	ごみ排出量・分別率 ・異物混入率	キャップ回収率

表-1-c) 調査概要(平成29年度)

調査場所	1号館2階・3階	
調査時期	2017年5月～12月	
調査期間	計20週間	
回収時間	(月)～(金) 16:30頃	
調査項目	可燃ごみ・不燃ごみ ペットボトル・缶・びん	
評価指標	ごみ排出量・分別率 ・異物混入率	

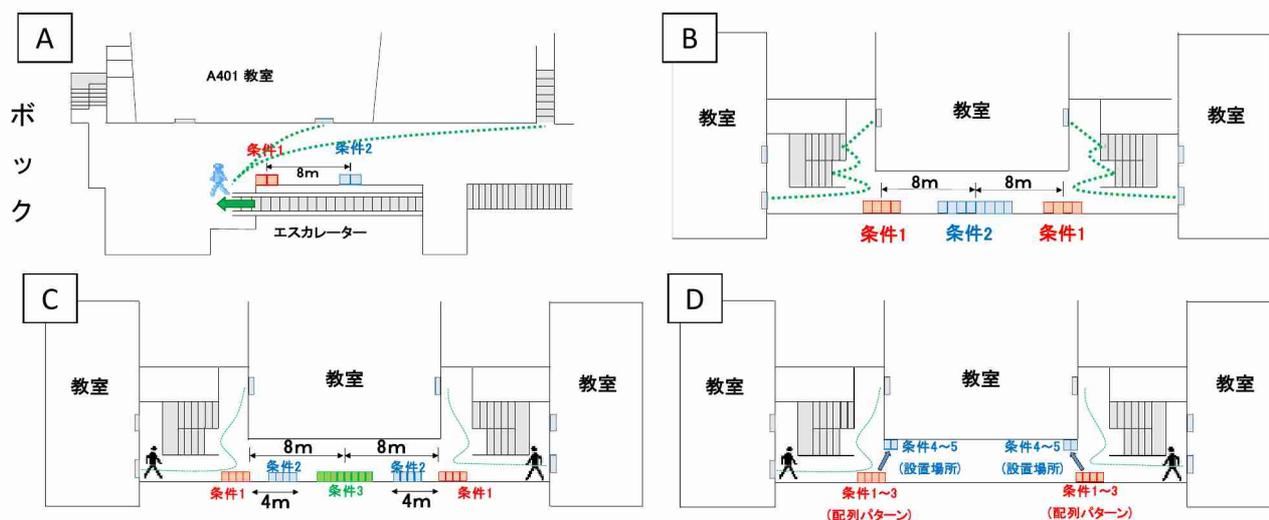


図-5 ごみ箱の配置図 (A : A棟4階, B:1号館2階・3階(平成27年度), C:1号館(平成28年度), D:1号館(平成29年度))

ス内の個数を計測し、同じ時間帯に排出されたペットボトル本数、キャップ個数と比較した。1号館2・3階では動線となる階段付近に設置した場合を条件1、そこから4m離れた場合を条件2、8m離れた建物中央部に設置した場合を条件3として調査した(図-5-c)。(月)~(金)の毎日同一時間帯に投入されたごみを回収し、各ボックス内の可燃ごみ、不燃ごみ、ペットボトル、缶、びんの各重量を計測した。1週間分の集計結果をもとに、ごみ排出量、分別率、異物混入率を算出し、評価した。ペットボトルのキャップについては、ボトルの排出本数、キャップの排出個数を確認の上、キャップ専用ボックスに排出された個数をもとに回収率を求めた。

平成29年度においては、福岡大学1号館2階・3階を対象に、5月から12月まで20週間にわたり調査を行った。1週間ごとに5種類の調査条件を設定し、それぞれ4回ずつ調査を行った。ごみ箱の配置図を図-5-d)に、ごみ箱の配置の模式図を表-2にそれぞれ示す。条件1~3では、窓側に1列に並べた4種類のごみ箱の配列パターンを変え、分別行動に与える影響を確認した。ごみ箱の投入口の形状は可燃ごみのみ長方形でそれ以外は丸型であるため、可燃ごみのごみ箱は比較的区別しやすい形状となっている。また、資源ごみの中でもペットボトルのごみ箱は他の資源ごみと比べ投入口も広くキャップの回収BOXが上に設置されているため区別しやすい形状になっている。廃棄物(可燃ごみ)と資源ごみ(ペットボトル、缶、ビン)、可燃物(可燃ごみ、ペットボトル)と不燃物(缶、ビン)を整然と区別した条件1に対し、廃棄物と資源ごみ、可燃物と不燃物が混在する条件2、可燃物と不燃物のみが混在する条件3を設定し、比較検討を行った。条件4~5では、4種類のごみ箱を窓側だけでなく教室側にも配置し、設置場所を2箇所に分けた際に分別行動に与える影響を確認した。条件4では可燃ごみとペットボトル、条件5ではペットボトルのみ教室側に設置した。

表-2 ごみ箱の配置の模式図(平成29年度)

配列パターンの影響	条件1	可燃ごみ	ペットボトル	缶	ビン	設置場所の分離
	条件2	缶	可燃ごみ	ビン	ペットボトル	
	条件3	缶	ペットボトル	ビン	可燃ごみ	
設置場所の影響	条件4	缶	ビン	可燃ごみ	ペットボトル	設置場所の分離
	条件5	可燃ごみ	缶	ビン	ペットボトル	

#### 4. 結果及び考察

##### (1) ゴミ箱の設置状況についての現状調査

潜在ユーザー(ゴミをゴミ箱に捨てる人)の人口密度が比較的、定常である都道府県庁でのゴミ箱設置数と延べ床面積、または勤務者数との比較を図-6(左、中央)に示す。また、潜在ユーザーの人口密度が非定常的(一時的に急激に増加する)である野球場でのゴミ箱設置数と述べ床面積との比較を図-6(右)に示す。

最適なゴミ箱設置数が経験的に把握されている場合、強い相関、すなわち一定の傾向が現れると期待されたが、強い相関は見出されなかった。花火大会会場ではゴミ箱の容積が大きく異なるケースが多いため、ゴミ箱の総容量と面積、来場者数、花火玉数との比較を図-7に示す。このケースにおいてもゴミ箱容量と強い相関は見出されなかった。以上より、定常的にゴミを回収する状況であれ、非定常的にゴミを回収する状況であれ、ゴミの排出量を決定する（と考えられる）主要因（勤労者数、来場者数、延べ床面積）とゴミ箱の設置数（容量）に強い相関は現れていない。よって、少なくとも調査した公共空間において、ゴミ箱の設置状況は経験的に最適化されているとは言い難い。

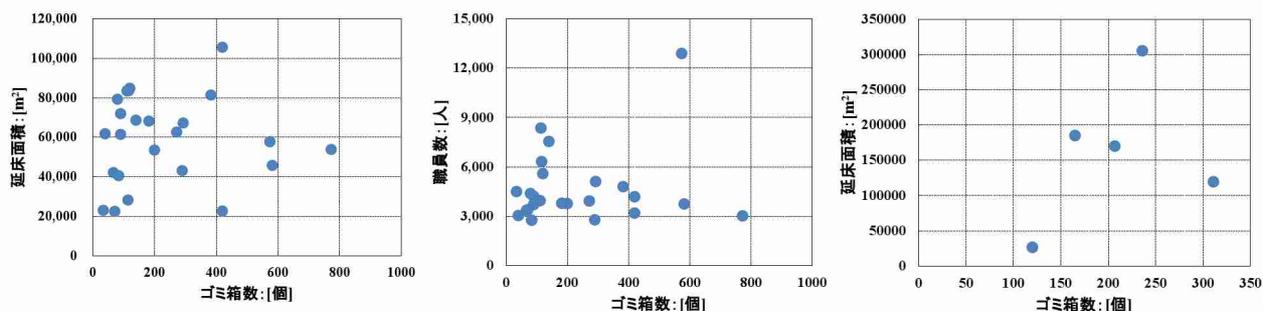


図-6 ゴミ箱の設置状況と延べ床面積、潜在ユーザー数との比較（左と中央：都道府県庁庁舎、右：野球場）

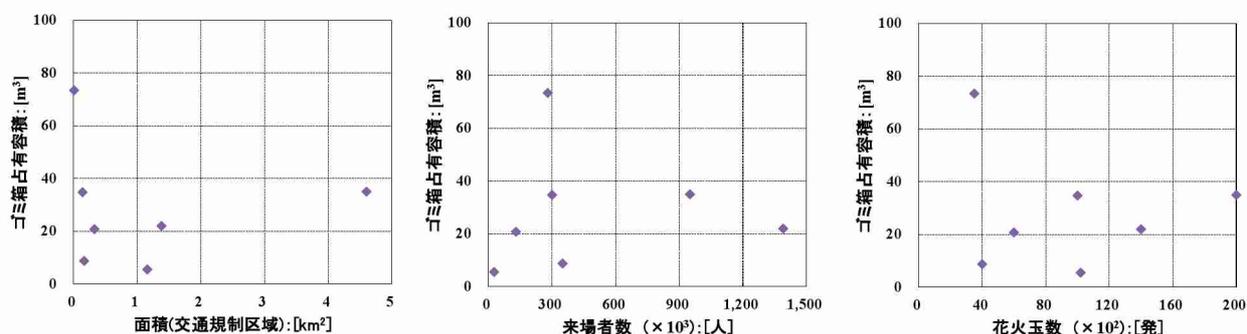


図-7 花火大会会場におけるゴミ箱総容量と会場面積（左）、来場者数（中央）、花火玉数（右）との比較

次に花火大会会場ではゴミ箱の設置状況について考察する。小さな容量（1 m<sup>3</sup> 前後）のゴミ箱を多数（50～160ヶ所）、会場に設置する方法と大きなゴミ箱（2～6 m<sup>3</sup> 前後）（もしくはゴミ捨てスペース）を限られた箇所（12～21ヶ所）に設置する方法の概ね2パターンであった。ゴミ箱を設置する場合、容量が大きい場合でも回収されたゴミ量は容量を超えており、ゴミ箱周辺にはゴミが散乱する状況にあった。ゴミ箱の容量が小さいほど、この傾向が強い（図-8）。一方、ゴミ箱ではなくゴミ捨てスペースを設置した場合は、ゴミ捨て箇所が少なくても容量を超えたゴミが散乱するケースは見出されなかった。このケースでは、ゴミ捨てスペースに分別案内役を用意しており、ゴミ分別の誘導と監視を行った効果もあると考えられる。なお、一人あたりゴミ発生量は0.024～0.26 kg/人と推定され、小さな会場ほど、単位発生量が大きくなる傾向にあった（図-9）。ゴミ散乱率を $[\text{ゴミ発生量} - \text{ゴミ箱容量}] / \text{ゴミ箱容量}$ と定義した場合、ゴミ散乱率は0%、もしくは33%～199%であった。小さなゴミ箱を多数設置するケースの方が、ゴミ散乱率が大きくなる傾向にあった。以上より、大容量のゴミ箱（ないしゴミ捨てスペース）を少数設置し、そばに分別案内役を設けることで効率的なゴミ回収とゴミの散乱防止が狙えると考えられる。



図-8 花火大会会場におけるゴミ箱の設置状況とゴミの回収状況

(2) ゴミ箱デザインの分別機能性への効果分析

燃えるゴミ、燃えないゴミ、ペットボトル、缶を対象とするゴミ箱に適した「色」を定量的に比較した結果を図-10に示す。燃えるゴミの場合、赤色およびオレンジ色が適していると評価され、黒色、青色、紫色が適していないとされた。「燃える」ゴミであることから炎を連想する暖色が好まれ、炎を鎮火させることを連想させる寒色が好まれなかったと考えられる。燃えないゴミは燃えるゴミと対照的であり、灰色および黒色が適していると評価され、黄色や赤色、紫色が適していないとされた。ペットボトルでは白色、灰色が特に適していると評価され、次が緑色であった。

白色はペットボトルの透明色、緑色はお茶の緑を想起させることから好まれていると考えられる。一方で黒色、茶色、紫色は好ましくないと評価された。缶の場合、他のゴミよりも色間の差が小さく、色の好ましき（的確さ）が各人によってより大きく異なる傾向にあることが示唆された。相対的に灰色やオレンジ色、青色が好まれ、白色、赤色、紫色が好ましくないと評価された。ゴミの種類に関わらず灰色は好まれる（適していると評価される）傾向にあり、逆に紫色は好まれな傾向にあった。灰色が好まれる理由については、

灰色のゴミ箱が他の色のゴミ箱より相対的に多く、学習効果が寄与している可能性などが原因として考えられる。一方、紫色が共通して好まれな原因について、その説明を現在のところ見出していない。

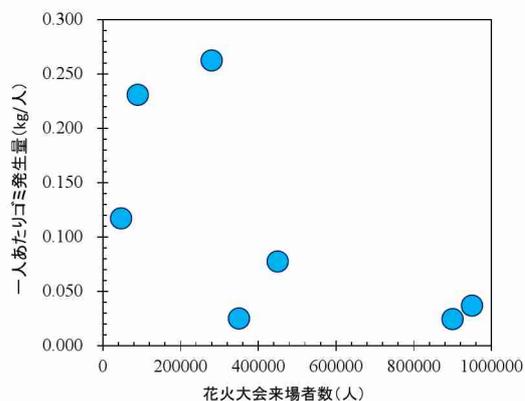


図-9 花火大会会場におけるゴミ箱の発生量

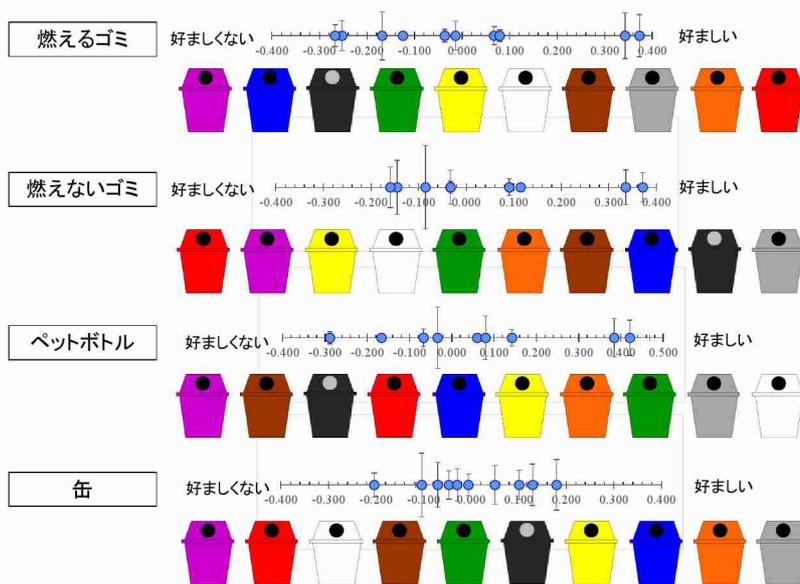


図-10 ゴミ箱に対する色の嗜好性

次に、ゴミ箱が各色（白色、灰色、青色、赤色、紫色）のケースでの捨て口形状の選好性を図-11に示す。ペットボトルや缶の場合、ゴミ箱の色に関わらず、丸二個が最も選好性が高く、丸一個の捨て口形状、そして楕円型がそれに続いた。赤色を除いて正方形の捨て口形状が最も選好性が低く、赤色でも二番目の低さであった。ボトル形状および長方形の捨て口形状は上からそれぞれ4番目と5番目の選好性であるケースがほとんどであった。丸二個と丸一個の捨て口形状はゴミ箱、特に自動販売機のそばに設置されているゴミ箱で多くあるものであり、日常生活でこの捨て口形状を見慣れていることが選好性の高さに起因していると考えられる。そして、ボトル型の捨て口形状の「分かりやすさ」は、前述の「慣れ」からくる高い選好性を覆すほどではないと考えられる。なお、色と捨て口形状を同時に変化させた条件で選好性を調査しても結果は変わらず（図-12）、色と捨て口形状の組み合わせ効果は見られなかったと考えられる。一方、燃えるゴミや燃やさないゴミの場合、長方形が最も選好性が高く、楕円、台形と捨て口形状の面積が大きい形状が好まれる傾向にあった。ペットボトルや缶では最も選好性が高かった丸型が、燃えるゴミや燃やさないゴミでは選好性が最も低い。

次に、4種類のゴミ箱（燃えるゴミ、燃やさないゴミ、ペットボトル、缶）の置き方（順列）を変えたときの選好性を図-13に示す。ゴミ箱の置き方により、選好性に大きな差が表れている。燃えるゴミ用のゴミ箱の場合、左端に設置されるケースで選好性が高い。次が右端に設置されるケースであり、中央に置かれるケースでは選好性が低くなる。燃やさないゴミ用のゴミ箱は、燃えるゴミ用ゴミ箱の隣に設置される方が、離れて設置されるよりも選好性が高くなる傾向にある。ペットボトル用のゴミ箱と缶用のゴミ箱も隣同士で設置される方が選好性は高い。図-13のとおり、最も選好性が高いゴミ箱の順列は左端に燃えるゴミ用ゴミ箱、次に燃やさないゴミ用ゴミ箱、その隣と右端は缶用ゴミ箱とペットボトル用ゴミ箱である。右端が缶用ゴミ箱である方がペットボトル用ゴミ箱であるよりも選好性が少しだけ高いが、ほぼ同レベルにあると考えて良い。以上の結果を踏まえ、次の仮説が考えられる。人々がゴミを選別しながらゴミ箱に廃棄する際、左端から右端へと廃棄行動が流れることを好む（＝方向の選好性）。燃えるゴミの廃棄後に燃やさないゴミ、最後に資源性廃棄物（ペットボトル、缶）を捨てる順序に選好性が高く、この「方向」に対する選好性と「廃棄の順番」に対する選好性が作用することで、左端に燃えるゴミ用ゴミ箱、次に燃やさないゴミ用ゴミ箱、その隣と右端は資源性廃棄物用のゴミ箱とする置き方（順列）に最も高い選好性が現れたと推察される。

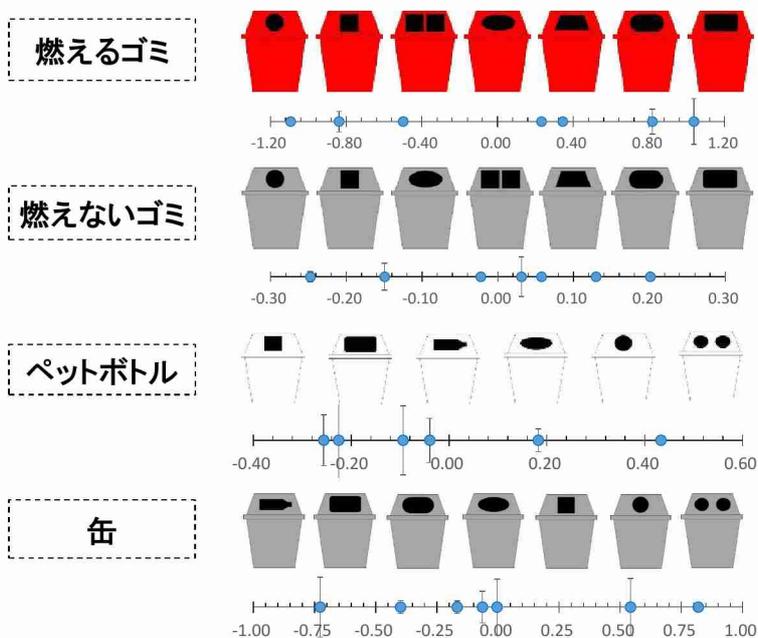


図-11 ゴミ箱に捨て口形状の選好性

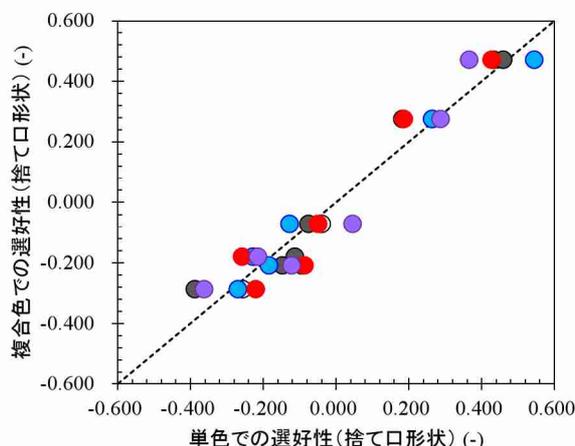


図-12 ゴミ箱に色と捨て口形状の組み合わせにおける選好性

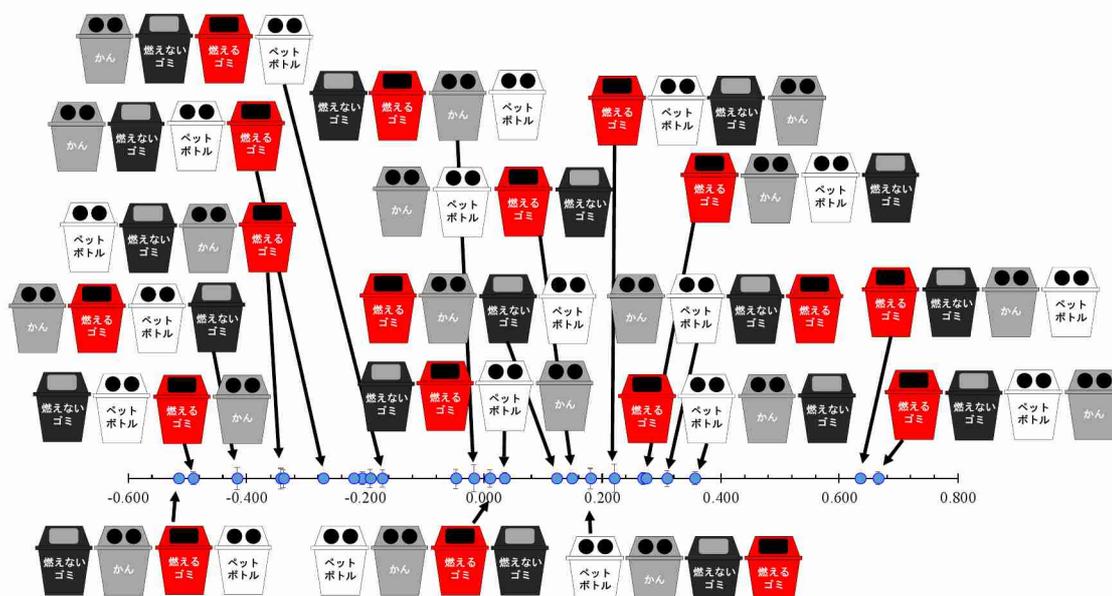


図-13 ゴミ箱の置き方（順列）の選好性

実際に公共空間等で使用されている 25 種類のゴミ箱について、定量化した選好性を図-14 に示す。捨て口もしくは分類ラベルをカラフルにしているゴミ箱は相対的に高い選好性を持つものが多く、色が統一されているゴミ箱（単独の色もしくは色彩が単調なもの）は選好性が低い傾向にあった。選好性が上位 10 個のゴミ箱のうち、中身を透明化させていないゴミ箱は 6 個で透明化させたゴミ箱は 4 個であり、数はほぼ同数であるが、上位 4 個のゴミ箱はすべて透明化させていないものであった。捨て口をゴミ箱正面に設けているものと上部（頭頂部）に設けているものがあるが、正面に設けているゴミ箱の方が選好性は高い傾向にある。実際の捨てやすさは上部に設置してあるものの方が優れていると思われるが、視認性の点では正面に捨て口があった方が良いため選好性が高い結果となったと考えられる。

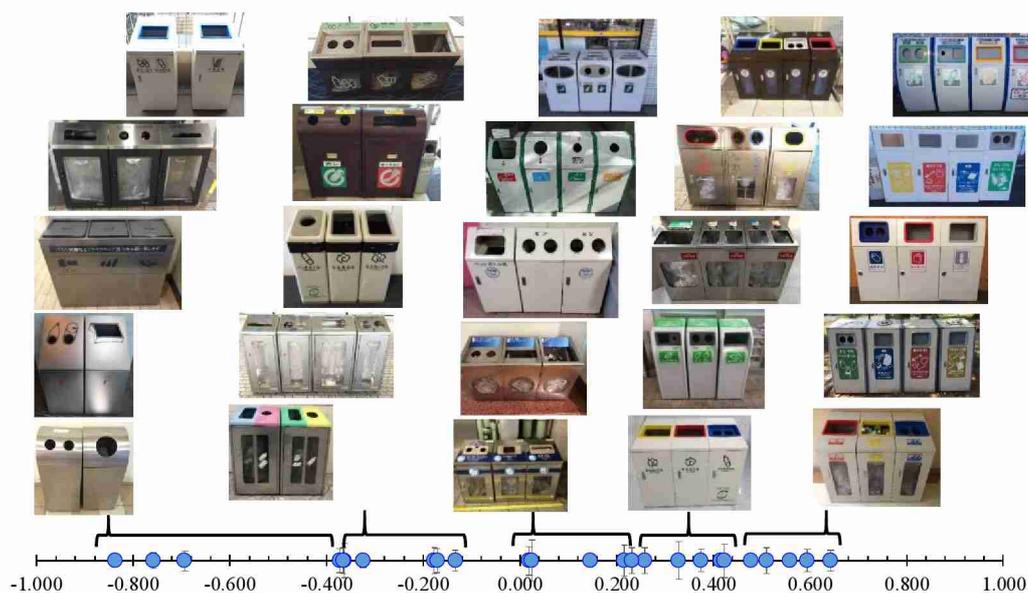


図-14 実際に使用されているゴミ箱の選好性

次にペットボトルを対象に、ゴミ箱のデザインを変化させたときのキャップ外し率と異物混入率を図-15 に示す。デザイン化したペットボトル用ゴミ箱を単独で設置した場合、キャップ外し率に関してはデザインによる大きな差が現れなかった反面、異物混入率では透明型のデザインが特異的に高い値を示した（対応のある t 検定において 5% 有意）。透明型の場合、一旦異物が混入してしまうとユーザー側に分別することへの

義務感を低下させ、さらなる異物混入を引き起こすサイクルが働いたものと考えられる。一方、他のゴミ箱と共同で設置するケースでは、異物混入率に大きな違いが現れなかった。他のゴミ箱がすぐ側にあるため、例え透明型のゴミ箱に異物が混入していても、正しい分類のゴミ箱へ廃棄することをユーザーに促しやすかったことが原因として考えられる。一方でキャップ外し率では、キャップとボトルを別々に回収する個別型よりも一つの躯体で両者を回収する一体型の方が高い値を示した。捨て口の形状はキャップ外し率に有意な差を与えなかった反面、指示語があることによって有意に高い値を与えた（5%有意水準）。ゴミ箱の設置条件（単独設置か他のゴミ箱との共同設置）はデザインよりも大きな影響を与え、デザインによる効果は設置条件に依存して現れることが本研究により見出された。

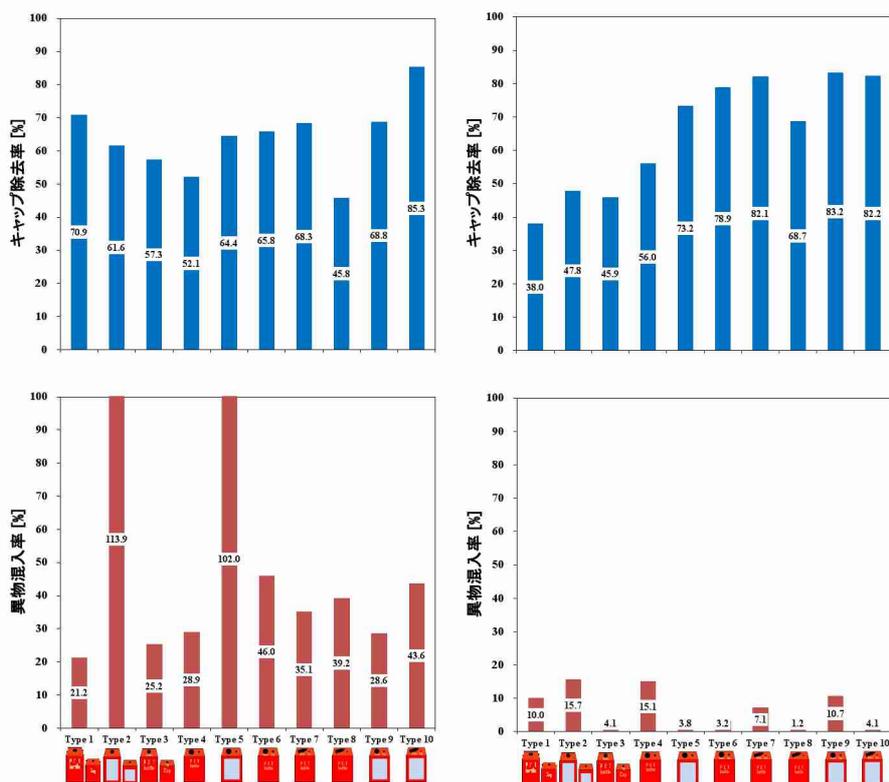


図-15 デザイン別ペットボトル用ゴミ箱でのキャップ除去率（上側）と異物混入率（下側）（左：単独設置条件、右：共同設置条件）

### (3) ゴミ箱の収集機能性の定量化分析

ゴミ箱までゴミを持っていくことに感じる煩わしさ（単位：円）とゴミ箱までの距離（単位：m）の比較を図-16に示す。ゴミ箱までの距離が増加するに従い、感じる煩わしさも併せて増加した。少なくとも15mまでの距離においては、その増加率はゴミ箱の設置してある場所（屋内、屋外）に拠らずすべて線形であった。ただし煩わしさの増加率（＝傾き）は異なっており、単純に距離だけでなく、ゴミ箱の設置環境に応じた視認性によって、距離に応じて感じる煩わしさに違いが現れることを見出した。

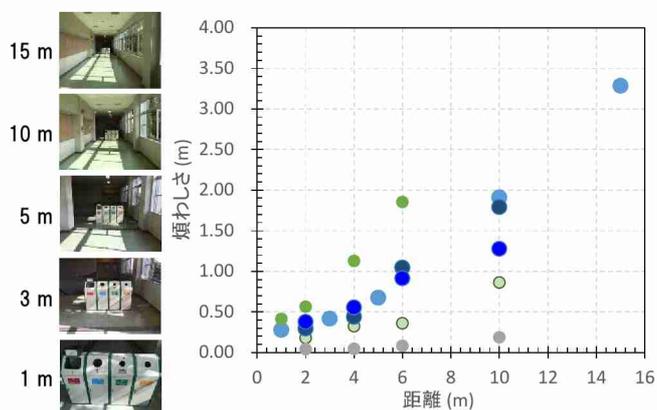


図-16 ゴミ箱までの距離と煩わしさ

次に、ゴミ箱までの距離によってゴミの回収量や分別精度が異なるか検証した実験を考察する。平成27年度においては、動線からの移動距離の影響をゴミ箱デザインと合わせて評価を行った。まず、1号館とA棟の調査結果の比較検討を行った。その際、資源ごみを「ペットボトル」、「缶」、「ビン」にそれぞれ分別を行う1号館の場合と、全てまとめて「資源ごみ」とするA棟の場合とで、評価指標の整合性を図る必要があるため、1号館の調査結果については、指定品目以外のものを全て異物とみなす「資源ごみ[個別]」の評価方法と、指定品目以外であっても資源ごみであれば異物とはみなさずに評価する「資源ごみ[全体]」の方法でそれぞれ算出した。結果を表-3にまとめて示す。4種分別を行っている1号館では、ゴミ箱までの移動距離が多い条件2の場合には、有意にゴミ排出量が減少し、さらに有意に分別率が低下し、異物混入率が上昇する傾向が見られた。

それに対し、2種分別のみとなっているA棟においては、いずれも条件1と条件2では大きな違いはなく、全ての評価項目において統計的な有意差は見られなかった。1号館では、条件1においても資源ごみの異物混入率が20%程度の高い値を示していることから、ゴミ箱までの距離以上に、ゴミ箱のデザイン(2種分別)の影響がそれだけ大きいことが考えられる。実際、投入口に示した分別表示はテプラを用いて記載しているにすぎず、一度止まらなければ区別がつかないため、文字が目立つようにするなどの工夫が必要である。

図-17に1号館(2階・3階の合計値)におけるゴミ排出量の違いを示す。棒グラフはそれぞれ4回分の調査結果の平均値、エラーバーは標準偏差を示している。ゴミ排出量は1号館ではゴミ箱のまでの移動距離が近い条件1に比べ、移動距離が遠い条件2の方が少ない傾向を示し、可燃ごみ、ペットボトル、缶、の3種類では有意にゴミ排出量が減少する結果が得られた(ただし可燃ごみ、缶は5%有意、ペットボトルは10%有意)。4週間分の調査結果をもとに、1号館における分別率と異物混入率の推移を図

図-18に示す。条件1ではいずれの品目においても高い分別率で推移しているのに対し、条件2では、調査実施日の全てではないものの、日によって著しく低い分別率を示すことが分かる。品目別にみると、可燃ごみについてはほぼ一定の値で推移しているが、缶、ビンの分別率は低下したことが確認された。異物混入率の推移の場合、分別率と同様、条件1ではビンを除いて異物混入率はほぼ一定の値で推移しているが、条件2では調査日によっては著しく高い値を示すことが分かる。特に缶、ビンについては日によって極端に高い値を示すことが分かる。

平成28年度においては、動線からの移動距離の影響をより詳細に評価を行った。図-19に1号館(2階・3階の合計値)におけるゴミ排出量の違いを示す。ゴミ排出量は1号館では動線からゴミ箱までの移動距離が近

表-3 ゴミ箱デザインとゴミ収集量、分別率、異物混入率の比較(平成27年度)

項目	1号館		A棟	
	条件1 (距離:近)	条件2 (距離:遠)	条件1 (距離:近)	条件2 (距離:遠)
ゴミ排出量(kg/週)				
可燃ごみ	10.45	8.78*	3.05	3.54
ペットボトル	5.19	3.07**	-	-
缶	1.72	1.19*	-	-
ビン	1.57	1.33	-	-
資源ごみ	8.48	5.59**	1.34	1.34
分別率(%)				
可燃ごみ	99.7%	99.3%*	91.1%	91.9%
ペットボトル	99.6%	97.7%**	94.2%	94.8%
缶	98.3%	95.4%*	88.2%	100.0%
ビン	100.0%	92%*	100.0%	94.3%
資源ごみ[個別]	99.3%	96%*	-	-
資源ごみ[総和]	99.8%	97.5%*	93.2%	94.8%
異物混入率(%)				
可燃ごみ	0.2%	1.3%**	3.3%	4.2%
ペットボトル	0.5%	1.0%	-	-
缶	0.0%	4.4%**	-	-
ビン	3.5%	5.1%	-	-
資源ごみ[個別]	0.8%	2.7%*	-	-
資源ごみ[総和]	0.4%	1.2%**	20.2%	21.9%

(\*: 10%有意, \*\*: 5%有意)

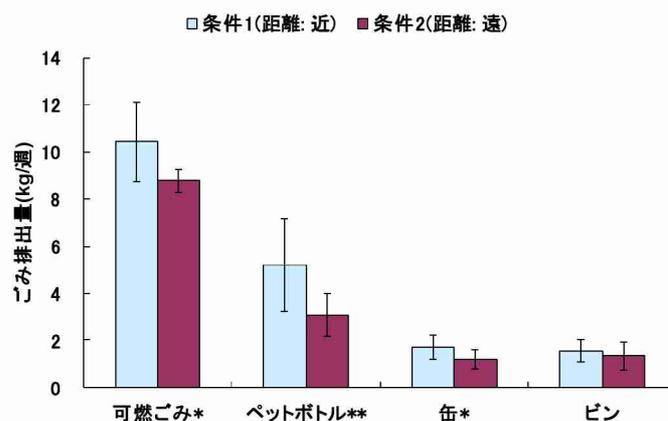


図-17 ゴミ排出量の違い(1号館)(平成27年度)

い条件1に比べ、移動距離が遠い条件2、条件3の方が少ない傾向を示し、可燃ごみ、缶の2種類では有意にごみ排出量が減少する結果が得られた(可燃ごみ、缶いずれも5%有意)。

4週間分の調査結果をもとに、1号館における分別率と異物混入率の推移を図-20にそれぞれ示す。ただし、標本数が少なすぎるために分別率、異物混入率の変動が極端に大きかったびんについては対象から除外した。昨年度の調査結果では、移動距離が遠ざかるにつれて分別率は低下し、異物混入率は上昇する傾向が見られたが、本調査結果によれば、条件1~3に至るまで、移動距離の違いが分別率、異物混入率に与える影響はなかった。平成27年度と違い、平成28年度では夏季から冬季に至るまでごみ排出量の大小に関わらず、より長期間の調査結果が得られたことを踏まえると、移動距離の違いが分別率、異物混入率に与える影響はないものと考えられる。特に、条件2(距離:4m)の缶の分別率を除いて、概ね95%以上の高い分別率が得られ

ていること、条件1(距離:0m)の缶の異物混入率を除いて3%未満の低い異物混入率にとどまっていることを考えれば、こうした分別状況についてはごみ箱の設置場所の選定以上に、ごみ箱デザインが大きく影響するものと推察される。

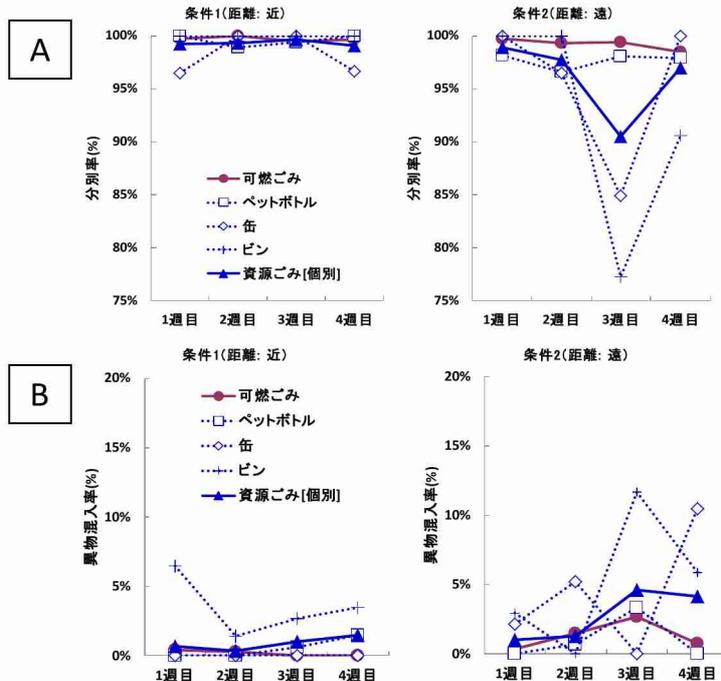


図-18 分別率 (A) と異物混入率 (B) の推移(1号館)(平成27年度)

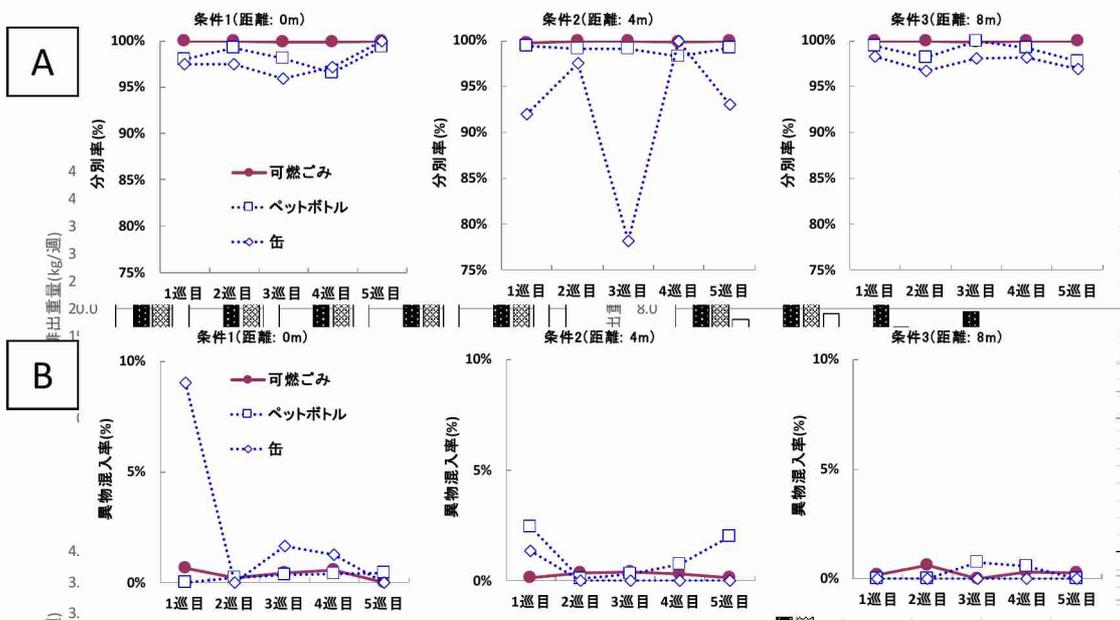


図-20 分別率 (A) と異物混入率 (B) の推移 (1号館) (平成 28 年度)

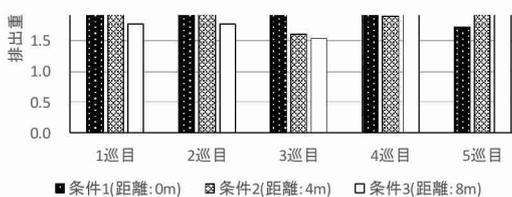


図-19 ごみ排出量の違

またキャップ回収率の結果を図-21 にまとめて示す。ボトル排出本数に対するキャップ排出個数の歩留まりがよく、90%以上の高い割合を示している。すなわち移動距離が遠ざかるにつれてキャップ排出個数はほぼボトル排出本数に比例して減少する。ただし、このうちキャップ専用ボックスに出されたキャップについては、距離が遠ざかるにつれて割合が上昇しており、キャップ回収率自体は移動距離が遠ざかることによってむしろ上昇するという興味深い結果が得られた。

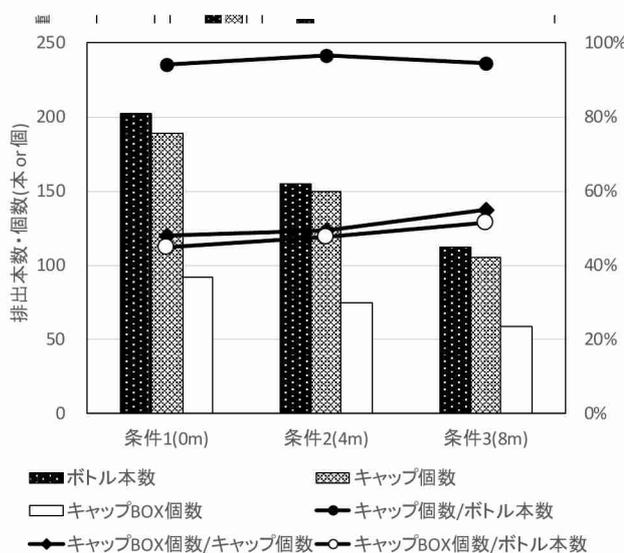


図-21 ペットボトルのキャップ回収率

さらに、表-4 に学生インタビューの調査結果を示す。本調査結果によれば、回答者 20 人中 14 人は毎週ごみ箱の設置場所が変化していることに気づいていない。そのため、ごみ箱を見つけてから捨てたというよりも、まずごみを捨てようと思ひ、それから捨てる場所を探す傾向が強いことが確認された (20 人中 16 人)。ただし、実際にごみを捨てる時に遠いと感じている。清掃業者インタビューの結果によれば、条件 1 に比べ、条件 2、条件 3 では教室にごみが散乱することが多かったとのことである。移動距離が遠ざかることによるごみの分別状況については、ごみ箱内に限定すればキャップ回収率などを踏まえればむしろ改善される傾向にあるものの、8m 程度の移動距離であっても明らかにごみの散乱等を誘発しやすくなることが確認された。すなわちごみ排出行動には多大な影響を与えることになり、ごみ分別マナーのよい排出者のみごみ箱を利用することが示唆された。平成 28 年度は、調査に要する時間や労力の関係上、別のフロアのごみ箱、教室内のごみの散乱状況などは確認できなかったため、今後の検討課題である。

平成 29 年度においては、ごみ箱の配列パターン、およびごみ箱の設置場所を変更させた場合の影響を調査した。平成 28 年度では、動線からごみ箱までの移動距離が長くなるに従ってごみ排出量が低下する傾向が確

認められた。それに対し、平成 29 年度のように配列パターン、設置場所を分離させた場合には、図-22 に示すようにごみ排出量に大きな違いは見られなかった。調査結果より動線にほぼ隣接して設置された場合には、配列パターンを変えた場合も設置場所を分けた場合も「とりあえずごみを手放したい」という心理が排出者に働き、ごみ排出量事態には大きな変化が無かったことが推察される。

ごみ箱の配列パターンによる分別率と異物混入率の違いを図-23 に、各分別ボックスに投入された異物の排出本数を図-24 にそれぞれ示す。図-22 より可燃ごみ、ペットボトルの分別率は良いが缶の分別率は著しく低下したことが分かった。分別率低下の要因として、図-23 より缶がビンのごみ箱に異物として多く投入されたことが挙げられる。可燃ごみとペットボトルの分別率が良く、ビンに缶が投入された理由としては、可燃ごみとペットボトルの投入口は他のごみ箱と比べ区別しやすく異物が投入されることは少ないと考えられる。それに対し、缶とビンの投入口の形状は似ており区別がしにくいと考えられる。そのため、条件 2 や条件 3 のような配置パターンの時、缶を捨てる際、ごみ箱全体を見る必要があり、区別しづらいと感じ、異物として缶がビンに投入されたのではないかと考えられる。以上より、可燃ごみやペットボトルは区別しやすい為、異物が混入する割合は低かった。しかし、缶やビンのごみ箱は区別しづらく、缶とビンの間に他のごみ箱を挟む事で、ごみ箱全体を見なければならなくなり、排出者にとって区別しづらかったと考えられる。ごみ箱の設置場所を分けたことによる分別率の違いについては、図-23 より設置場所を分けた事でペットボトルの分別率が著しく低下したことが明らかにされた。図-24 よりペットボトルと可燃ごみの設置場所を分けた場合、缶とビンのごみ箱にペットボトルが投入されたことが分かる。ペットボトルのみ設置場所を分けた場合、可燃ごみと缶とビンのごみ箱にペットボトルが投入された。その理由としては、ごみ排出者がペットボトルを捨てようと思っても普段設置されてある場所に缶やビンのごみ箱しかないため、そのごみ箱にペットボトルが投入されたと考えられる。以上より、ごみ箱の設置場所を分けると、普段設置されている場所に異物がかなり投入されると考えられる。

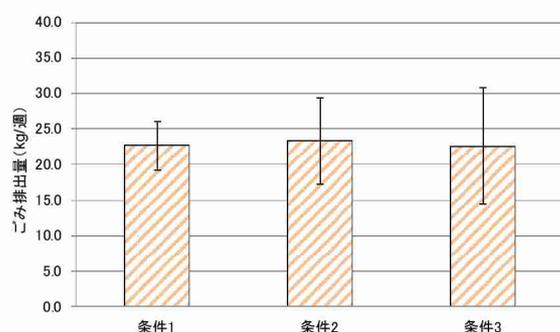


表-4 ゴミを捨てた直後の学生へのインタビュー調査結果

問1: 1号館2階・3階で毎週ごみ箱の設置場所が変化していることに気がつきましたか?  
問2: 今回のあなたの行動を教えてください

問1 \ 問2	A: 設置場所の変化に気づいた	B: 気づかなかった	総計
A: ごみ箱を見つけてから捨てた	1人	3人	4人
B: ごみを捨てようと思ってから捨てる場所を探した	5人	11人	16人
総計	6人	14人	20人

問2: 今回のあなたの行動を教えてください  
問3: ごみを捨てるときに遠いと感じましたか?

問2 \ 問3	A: ごみ箱を見つけてから捨てた	B: ごみを捨てようと思ってから捨てる場所を探した	総計
A: 遠いと感じた	3人	14人	17人
B: 感じなかった	1人	2人	3人
総計	4人	16人	20人

問1: 1号館2階・3階で毎週ごみ箱の設置場所が変化していることに気がつきましたか?  
問3: ごみを捨てるときに遠いと感じましたか?

問1 \ 問3	A: 設置場所の変化に気づいた	B: 気づかなかった	総計
A: 遠いと感じた	4人	13人	17人
B: 感じなかった	2人	1人	3人
総計	6人	14人	20人

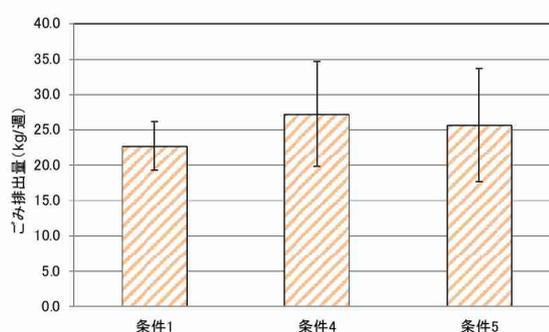


図-22 ごみ排出量の違い(1号館) (平成 29 年度)

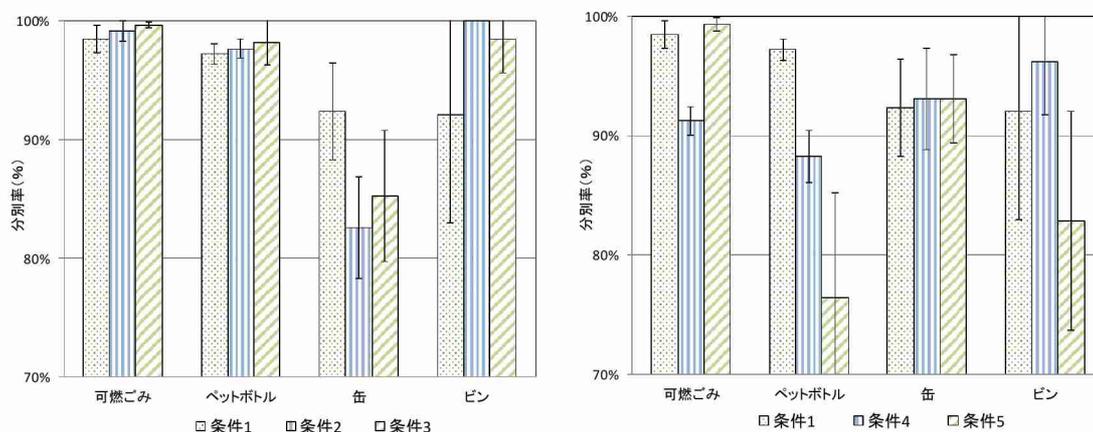


図-23 分別率の違い(1号館) (平成 29 年度)

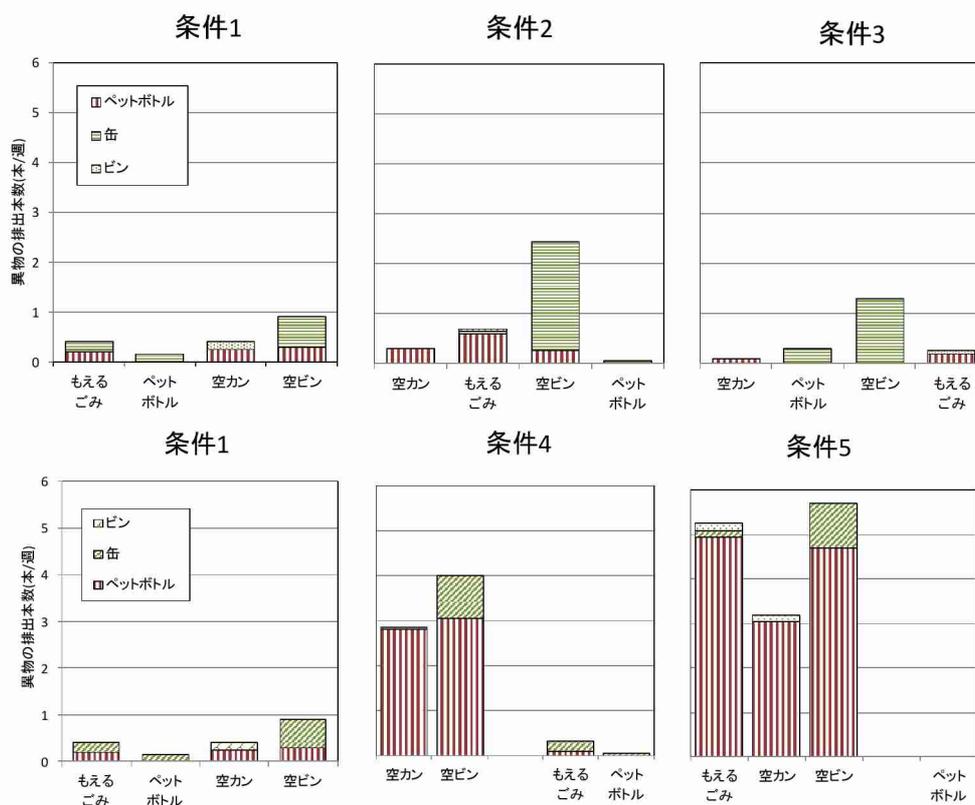


図-24 異物の排出本数(1号館) (平成 29 年度)

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

ゴミ箱は公共空間やプライベート空間でのゴミ回収を担う重要な社会インフラの一つであるが、その重要性に反して最適なゴミ箱管理を実現する科学的知見はほとんど知られていない。本研究は世界で初めて、ゴミ箱のデザインや並べ方に対する選好性を明らかにした。ペットボトルのゴミ箱では、ゴミ箱の設置条件によって分別行動に対するデザイン効果が異なって現れることも見出した。デザインは人の行動に影響を与えられるが、人の行動は状況に応じて変化するため、デザインと状況が複合的に人の行動に対して影響を与えることとなる。収集機能性については、ゴミ箱までゴミを持っていくときに感じる煩わしさが距離に対して線形的に増加することを明らかにした。動線までの距離が重要であり、動線からの離れる方向だと距離に従ってゴミの回収量が減少する反面、分別精度は距離の影響をあまり受けけないことを明ら

かにした。これらの知見は感性工学、人間行動科学、デザイン工学の領域にまたがる極めて学際的なものである。廃棄物工学を人間工学の分野へ拡張することに貢献しているとも言える。

## (2) 環境政策への貢献

### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

### <行政が活用することが見込まれる成果>

花火大会など臨時的にゴミ箱を設置する場合、ゴミの散乱を抑える設置・管理手法をへ活用することができる。また、2020年の東京オリンピックにおいて、本研究の成果をもとにデザインした機能的ゴミ箱を選手村などで活用することができる。デザイン化ゴミ箱は注目を集めやすいため、クールジャパン戦略に対してエコ分野から貢献できると考える。

## 6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 主な誌上発表

#### <査読付論文>

特に記載すべき事項はない。

#### <その他>

- 2) 高橋史武：資源性廃棄物の不適切分別を招く心理要因の構造化と分別改善化手法の提言，生活と環境，Vol. 61, No. 8, 64-68. 日本環境衛生センター（2016年8月1日）

### (2) 主な口頭発表（学会等）

#### <国際会議 Proceedings>

- 1) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2017) Preference degree of trash bins arrangement: 3 and 4 trash bins cases, Proceedings of the 8th China-Japan Joint Conference on material recycling and waste management, 206-209, Hangzhou, 16-20th Sep.
- 2) Fumitake Takahashi, Shinya Suzuki, Qiuhui Jiang (2017) Combination effect of body color of pet bottle trash bin and shape of disposal slot on design preferences, Proceedings of the 8th China-Japan Joint Conference on material recycling and waste management, 130-133, Hangzhou, 16-20th Sep.
- 3) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2017) Slot shape preference for five different colored pet bottle containers based on web questionnaires using pairwise comparison method, Proceedings of 21st Korea-Japan Joint International Session, Korea Society of Waste Management, 458, Jeonju, 11th May.
- 4) Fumitake Takahashi, Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki (2017) Psychological preferences of trash bins arrangement: 3 trash bins case, Proceedings of 21st Korea-Japan Joint International Session, Korea Society of Waste Management, 457, Jeonju, 11th May.
- 5) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2017) Text psychological preferences of color and slot shape for combustible waste, incombustible waste, PET bottles and cans containers based on pairwise comparison,

- Proceedings of 3rd Symposium of the Asian Regional Branch of International Waste Working Group "iwwg-ARB2017", 106-108, Seoul, 12-14th Apr.
- 6) Fumitake Takahashi, Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki (2017) Design preference analysis of commercial trash bins based on pairwise comparison, Proceedings of 3rd Symposium of the Asian Regional Branch of International Waste Working Group "iwwg-ARB2017", 1-3, Seoul, 12-14th Apr.
  - 7) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2016) The impact of distance to Trash bins on waste collection: A case study in Suzukakedai Campus, Tokyo Institute of Technology, Proceedings of 2016 JAPAN-KOREA-CHINA Joint Symposium on Energy and Environment, 63, Hatsushima, 27-29th Oct.
  - 8) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2016) Slot shape preference and color effect on the preference for PET bottle containers based on web-questionnaires, Proceedings of the 7th China-Japan Joint Conference on material recycling and waste management, 20-23, Naha, 19-20th Jul.
  - 9) Fumitake Takahashi, Shinya Suzuki, Qiuhui Jiang (2016) Monetary scaled botheration of bringing wastes to a trash bin with different distances, Proceedings of the 7th China-Japan Joint Conference on material recycling and waste management, 16-19, Naha, 19-20th Jul.
  - 10) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2016) Analysis of different color preferences for trash containers scaled by binary pairwise comparison method, Proceedings of 20th Korea-Japan Joint International Session, Spring conference of Korea Society of Waste Management, 191, Seoul, 12th May.
  - 11) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Takuya Izumi, Fumitake Takahashi (2015) Unwillingness of PET bottle washing and compacting behaviors and its dependency on the number of bottles, Proceedings of 2015 Korea-China-Japan Joint Symposium on Solid Wastes Technologies and Energy Conversion, 47, Wonju, 16-17th Oct.
  - 12) Takuya Izumi, Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) The effect of trash bin design on PET bottle disposal behaviors during festival and regular periods, Proceedings of 2015 Korea-China-Japan Joint Symposium on Solid Wastes Technologies and Energy Conversion, 45, Wonju, 16-17th Oct.
  - 13) Takuya Izumi, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) The effect of trash bin design on cap removal action in PET bottle disposal, Proceedings of 15th International Waste Management and Landfill Symposium "SARDINIA2015", No.659 (7 pages), Cagliari, 5-9th Oct.
  - 14) Qiuhui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) Comparison of unwillingness we feel to act recycle-friendly actions in PET bottle disposal and real action ratios, Proceedings of 15th International Waste Management and Landfill Symposium "SARDINIA2015", No.657 (7 pages), Cagliari, 5-9th Oct.
  - 15) Fumitake Takahashi, Shinya Suzuki, Yasumasa Matsufuji (2015) A low biased method to evaluate unwillingness we feel in PET bottle disposal processes based on pairwise comparison and outsourcing costs, Proceedings of 15th International Waste Management and Landfill Symposium "SARDINIA2015", No.654 (9 pages), Cagliari, 5-9th Oct.
  - 16) Qiuhui Jiang, Takuya Izumi, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) Unwillingness we feel to remove caps and labels in PET bottle disposal processes and its dependency on the number of caps and labels, Proceedings of 6th China-Japan Joint Conference on Material Recycling and Solid Waste Management, 78-83, Qingdao, 7-8th Aug.
  - 17) Takuya Izumi, Hyuji Yoshida, Fumitake Takahashi (2015) The effect of disposal slot shape of trash box on PET bottle segregated collection, Proceedings of the 2nd 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management, 600-603, Daejeon, 21-23th May.

<国内学会>

- 1) Jiang Qihui, Suzuki Shinya, Takahashi Fumitake (2017) A survey on the characteristics of trash bins in Singapore, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol.28, 517-518, 東京工業大学, 9月6-8日
- 2) Jiang Qihui, Suzuki Shinya, Takahashi Fumitake (2016) Scaled botheration of taking wastes to a trash bin with different distances, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol.27, 511-512. 和歌山大学, 9月27-29日
- 3) Qihui Jiang, Takuya Izumi, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi: Unwillingness We Feel When We Complete Serial Recycle-Friendly Actions for PET Bottles Disposal, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol.26, 558-559 (2015) 九州大学
- 4) 泉拓也, 姜秋恵, 鈴木慎也, 高橋史武: ペットボトル消費者の分別廃棄行動に与えるゴミ箱デザインの効果 (第2報), 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol.26, 53-54 (2015) 九州大学

(3) 知的財産権

特に記載すべき事項はない。

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 青森県立青森高等学校における特別授業 (青森高校2学年ドリーム講座): リサイクルの入り口=「ゴミ箱」を科学的に考える (2017年6月15日、聴講者約40名)
- 2) 基調講演 (平成29年度一般廃棄物処理実務セミナー (長野県)): 資源ゴミの分別はなぜ煩わしいのか? その心理学的分析と分別ルールへの応用, 長野県総合教育センター・生涯学習推進センター研修室, 塩尻 (2017年7月27日、聴講者約100名)
- 3) 東京工業大学の学部1年生向け講義 (科学技術の創造プロセス) (2017年6月より毎年度第2クォーター、聴講者約45名)

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

<国内学会および国際会議での受賞>

- 1) Excellent poster award: Qihui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2016) Psychological preferences of color and slot shape for trash containers based on triplicated web questionnaire surveys, 廃棄物資源循環学会春の研究発表会, 川崎産業振興会館
- 2) Excellent poster award: QiuHui Jiang, Takuya Izumi, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2016) Color preference analysis for trash bin design using binary pairwise comparison method, 廃棄物資源循環学会 関東支部研究発表会, 明星大学
- 3) Best Poster award: Qihui Jiang, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) Comparison of unwillingness we feel to act recycle-friendly actions in PET bottle disposal and real action ratios, Proceedings of 15th International Waste Management and Landfill Symposium "SARDINIA2015", No.657 (7 pages), Cagliari, 5-9th Oct
- 4) Excellent poster award: Qihui Jiang, Takuya Izumi, Shinya Suzuki, Fumitake Takahashi (2015) Unwillingness We Feel When We Complete Serial Recycle-Friendly Actions for PET Bottles Disposal, 廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, Vol.26, 558-559, 九州大学

- 5) 優秀ポスター賞：泉拓也，姜秋恵，鈴木慎也，高橋史武（2015）ペットボトル消費者の分別廃棄行動に与えるゴミ箱デザインの効果（第2報），廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集，Vol. 26, 53-54，九州大学

## 8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

### Ⅲ. 英文 Abstract

Design analysis of trash containers and design effect on waste segregation and collection

Principal Investigator: Fumitake TAKAHASHI  
 Institution: School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology  
 G5-13, 4259, Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama, 226-8503 JAPAN  
 Tel: +81-45-924-5585 / Fax: +81-45-924-5518  
 E-mail: takahashi.f.af@m.titech.ac.jp

Cooperated by: Fukuoka University

#### [Abstract]

**Key Words:** Trash container, Design, Function, Preference, Psychology, Segregation efficiency, Collection efficiency

Trash bin or trash containers are daily used to collect wastes in both public and private spaces. Although trash bins are used to collect wastes and improve separation efficiency. However, better design of trash bins is greatly uncertain. The authors assume that better design of trash bin will be linked directly to psychological preference that people feel to the design. In this context, this study investigated preference trash bin designs and its impact on human behaviors of waste segregation.

Psychological references were quantified by pairwise comparison with Thurstone's law of comparative judgement. Web questionnaire were used to collect data from 210 to 630 persons. Gender of respondents were balanced equally. The age of respondents were from 20's to 60's and also balanced equally with 10-year interval.

This study found that preferred colors are different for waste types. Preferred colors are red for combustible wastes, gray for incombustible wastes and cans, and white for PET bottles, respectively. Round shape of disposal slot is preferred for PET bottles and cans. On the other hand, rectangle is preferred for combustible and incombustible wastes. Design effects of trash bins for PET bottles on human behaviors, cap removal and waste segregation, were varied according to setting condition of trash bins. When a trash bin is set alone, visible inside design discourage waste segregation. On the other hand, when a trash bin is set with other trash bins, trash bin design for cap and bottle collection in the same container promoted cap removal efficiency compared to separated container for cap collection. Longer distance to trash bins linearly increased botheration people feel when they walk to the trash bin to dispose of their wastes. Long distance decreased waste collection when it is not long traffic line. However, no significant impact of distance on waste segregation was found.

On-site survey in fireworks events in Japan suggests that few trash bins with larger capacity is better than many trash bins with smaller capacity in terms of waste collection efficiency. Findings of this research project will be helpful for better design and better management of trash bins.