

# ゴミ分別を促すインタラクティブゴミ箱

丁尔礫<sup>†1</sup> 斎藤進也<sup>†2</sup> 望月茂徳<sup>†2</sup>

**概要:** 訪日旅行者と在留外国人が日本で滞在する際に、ペットボトルゴミをボトル、ラベル、キャップの三部分に分別させるため、ペットボトルゴミを識別できるインタラクティブゴミ箱を開発した。言葉を使わず、直感的に日本のゴミ分別ルールが分かる映像をそれぞれのゴミ箱に投影する。ペットボトル専用のゴミ箱にゴミ分別の識別機能がついており、入れられたペットボトルを読み取り、ラベルとキャップが外れたペットボトルとそうでないペットボトルの場合に分けて、それぞれ違う映像を見せることでゴミ分別意欲の向上を促す。

## 1. はじめに

現代社会生活の中で、生活に関わる生産と消費が激しく増加しており、生活ゴミの量は増加している。有効的にゴミを分別し資源リサイクルを行うことが、環境保護において重要である。一方、日本で滞在および在住する外国人は毎年増えており、2018 年年間訪問者数は 3119 万人を超えた。その中に中国を含むアジア圏の旅行者は 85% を占めている[1]。日本では「容器包装リサイクル法」[2]により、ゴミ分別が義務づけられているが、訪日外国人人数の増加とともに、旅行者によるゴミ問題が多発している。そこで本研究ではペットボトルの分別に着目し、投影映像要素を用いたインタラクティブゴミ箱 Smart Garbage を提案する。

## 2. 研究の背景と目的

### 2.1 背景について

2019 年現在、訪日外客数は 1600 万人を超えていき、これからも上昇の一途をたどる。月ごとの比較から見ると、前年度と比べ安定な伸び率を維持し続けている。その中で、中国籍の訪日外国人客数は常に 30% 以上を占めている他、アジア圏の旅行者は 85% を超えた[1]。しかし、訪日外国人客による環境問題も深刻になっている。2018 年の国連環境計画の報告[3]から、中国を始め、発展途上国のゴミ処理は深刻な状況下であり、発展途上国は系統化されたゴミリサイクルが行われていない状況が多いため、こうした国からの訪日客のゴミ分別意識と知識が十分ではない場合が多い。

日本では、「容器包装リサイクル法」[2]により、一般的にペットボトルゴミは、ボトル、ラベル、キャップの3点に分別することが決まっている。このゴミ分別の義務付けにより、高いゴミ分別意識が求められている。

後述する、訪日外国人から取ったインタビューとアンケートの結果から見ると、多くの外国人は、日本のゴミ分別ルールに対し、初めは戸惑いと迷いがあり、うまく守れない場合がある。そのため、訪日外国人に理解しやすいゴミ分別の知識や意識を伝えることが重要な課題である。

ICT 技術を活用してゴミ問題に取り組む研究として以下が挙げられる。ペットボトルゴミの分別を促進するインタラクティブなゴミ箱 PoiPet[4]は、ゴミ箱をキャラクター化し、捨てた日時・場所をライフログとしてユーザのスマートフォンに提示するシステムを使って、ゴミ分別問題に取り組んだ研究である。ZHANG Yuan らは、Arduino を用いた自動分別と接近探知ゴミ箱の提案を行っている[5]。山中はゴミ量数値可視化ゴミ箱の提案および開発を行っている[6]。

### 2.2 目的について

本研究では、日本人に加えて、訪日外国人でも容易にゴミ分別を理解し、ゴミ分別意欲が向上することを目的とし、ペットボトルゴミ分別に着目したインタラクティブゴミ箱 Smart Garbage の開発を行う。Smart Garbage では、ペットボトルゴミのボトル、ラベル、キャップの三つの部分がそれぞれ専用のゴミ箱がある。設置されたプロジェクターが分別案内映像を三つのゴミ箱に投影する。ボトル専用のゴミ箱に識別機能がついており、入れられたボトルを内部カメラで撮影して読み取り、ラベルとキャップが外れたボトルとそうでないボトルに対し、プロジェクターを通して違う映像をゴミ箱に投影する。流れる映像を見せることでゴミ分別意欲の向上を促す。

また、本研究では開発した Smart Garbage を外国人が集う日本語学校で用いることによって、外国人、あるいは日本人に対して、どのような効果が見られるかについてアンケートおよびインタビューによる考察を行う。

## 3. Smart Garbage について

### 3.1 Smart Garbage の開発について

Smart Garbage は、ペットボトルを捨てる本体と、ラベル、キャップを捨てるゴミ箱によって構築される。プロジェクターは映像投影用に設置された。Smart Garbage の外観は図 1 に示す。

<sup>†1</sup> 立命館大学大学院映像研究科

<sup>†2</sup> 立命館大学映像学部



図 1 : Smart Garbage の外観

本体であるペットボトル専用のゴミ箱は、ゴミ箱内部で捨てられたペットボトルを撮影し、画像識別によってキャップとラベルが分離されているかを判別する機能と、その結果によってゴミ箱および壁面に映像を投影する機能を持つ。また、画像識別時に一時的にゴミ箱内部においてカメラ前にペットボトルを保持するためのモーター可動型保持板も内蔵されている。この内部構造は図 2 に示し、システム構造は図 3 に示す。ゴミ箱からペットボトルが投下されると、入り口に設置した赤外線センサーと Arduino によってペットボトルを感知し、内部のウェブカメラを起動する。ウェブカメラが撮影した写真を画像識別 AI で処理し、識別結果に対応する映像を流す。実際の展示配置は図 4 に示す。また、入り口内にモーターで動かす保持板が設置されている。ウェブカメラが写真を撮影した 7 秒後に、モーターは保持板を回転させ、捨てられたボトルをゴミ箱内に落とす。

ペットボトルの画像識別には、機械学習に用いるためのソフトウェアライブラリ TensorFlow を用いて、ペットボトル判別専用 AI を開発した。学習に用いたデータは、ラベルおよびキャップを取り除いたペットボトルの写真 446 点、ラベルとキャップが付いたままのペットボトルの写真 996 点である。ペットボトル画像識別部分は Python を用いて開発し、Processing を用いて開発した映像を投影する部分と自動的に連携することとした。ペットボトル投入の検出とモーターによる保持板の動作については Arduino を用いた。

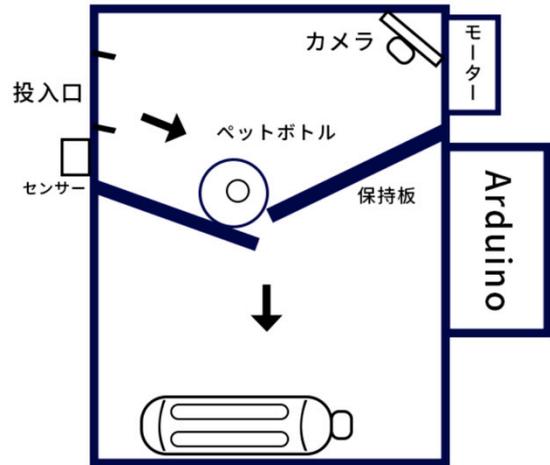


図 2 : Smart Garbage (ペットボトル専用のゴミ箱) の内部構造

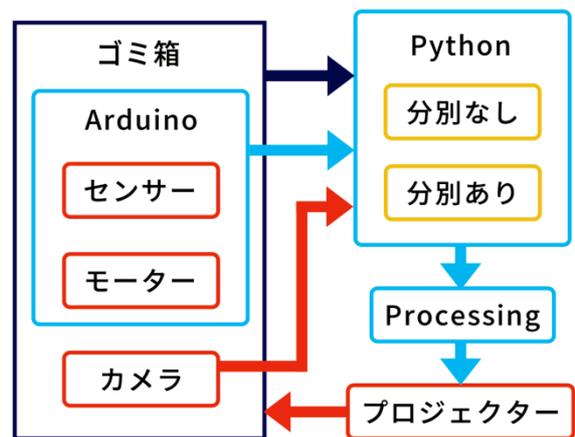


図 3 : Smart Garbage のシステム構造

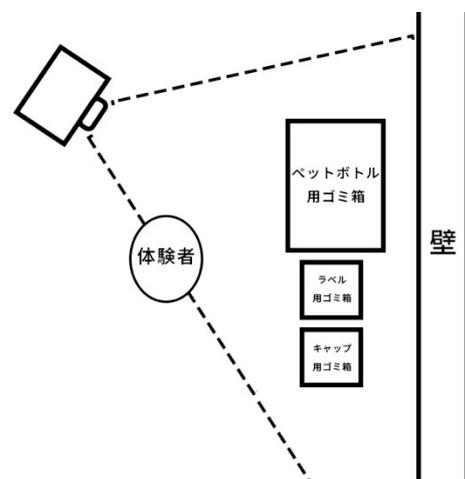


図 4 : Smart Garbage の展示配置

映像は、三つのパターンがある。画像識別 AI から何も送られていない場合、待機状態として矢印が動くリサイクルマークをループする（図 5）。映像の長さは 20 秒、ループは 40 秒ごとに一回と設定した。投入されたペットボトルゴミのキャップとラベルがきちんと剥がれている場合、夜の竹林の成長映像が流れる（図 6）。京都嵐山では、竹林は外国人旅行者にとっての人気ポイントであり、竹林は人に緑を感じさせ、竹が成長するのは特にアジア圏の外国人旅行者に喜びと気持ち良さを与えられると想定した。投入されたペットボトルゴミにキャップとラベルが付いている場合、竹林が真っ黒になり、分別方法をもう一度教える映像が流れる（図 7）。竹林が黒で表現される理由には、人に残念な気持ちを与え、記憶を深めた上で分別をもう一度教える狙いがある。



図 5：映像（リサイクルマーク）の実際展示効果



図 6：映像（成長する竹林）の実際展示効果

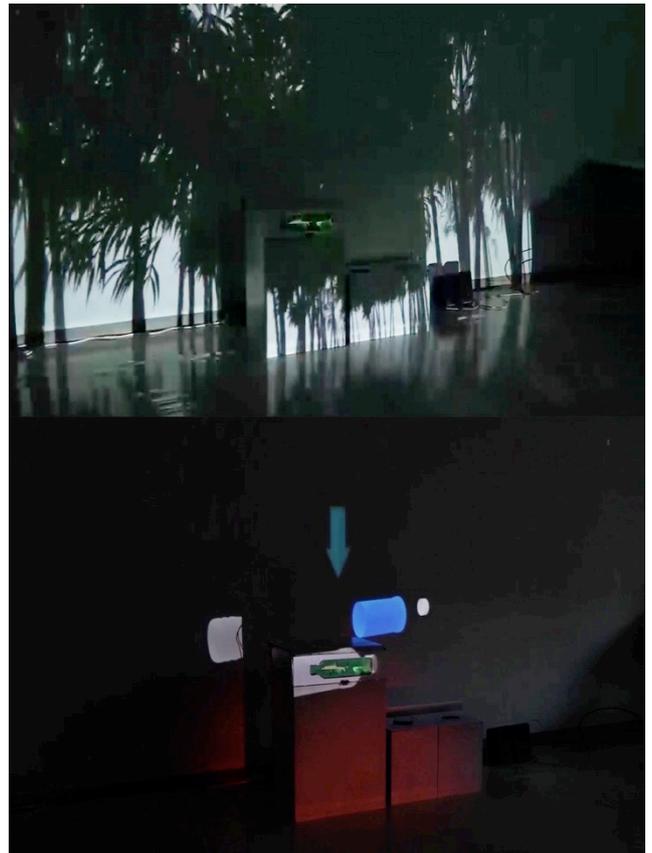


図 7：キャップおよびラベル付きの場合の映像投影（黒い竹林・再提示案内）

Smart Garbage は、公共の場に設置することを想定して開発を行った。映像が大きくゴミ箱の周囲に投影されることにより、周りの人が捨てる人の動作によってなにかが引き起こされていると注目することを促し、ゴミを捨てる利用者本人だけでなく、周囲を含めて広く分別行為を継続させるような意欲向上要素にもなることを企図した。

### 3.2 展示について

本研究では、実際に日本語学校で訪日外国人に体験を行なってもらい、体験前と体験後のゴミ分別意欲の変化を分析する。体験の実施は、2018 年 11 月 29 日、日本語学校（大阪府大阪市）で行った。この展示では、31 名の体験者にアンケート、10 名の体験者にインタビューを行った。このうち、体験者の主な年齢層は 15 歳~30 歳 77%、45 歳以上 13%、30 歳~45 歳 10%である。

## 4. 考察

### 4.1 アンケートおよびインタビューの結果

アンケートでは、Smart Garbage 体験前と Smart Garbage 体験後、ゴミ分別についての認識、映像についての感想、Smart Garbage についての感想、ゴミ分別意欲が上がったか

どうかについて質問した。Smart Garbage 体験前では、ゴミ分別は必要があるが面倒くさいと思う回答が多いが、Smart Garbage 体験後においては、ゴミ分別は必要があると思う方が 10 名増え、体験者全員がこれからもゴミを分けると回答した（図 8, 図 9）。

インタビューでは、日本のゴミ分別について思っていること、自分の出身地のゴミ分別との違い、Smart Garbage を体験した感想、映像についての感想、ゴミ分別意欲が上がったかどうかについて質問した。オーストラリア出身の体験者からは、Smart Garbage は日本のゴミ分別が分からない人に分別を教えるいい方法というコメントが得られた。また、中国北京出身の体験者たちからは、Smart Garbage があると自分だけでなく、周りの人も一緒に分別を知ることができる、もし Smart Garbage が街中にあれば使いたいというコメントが得られた。

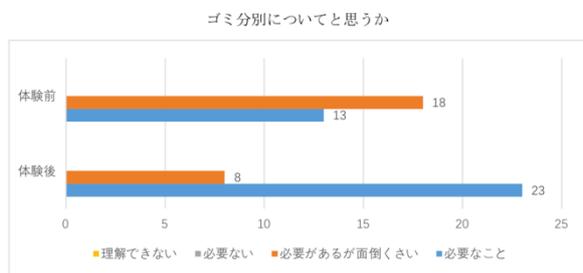


図 8: アンケート調査 (ゴミ分別は必要があるかどうか) 結果

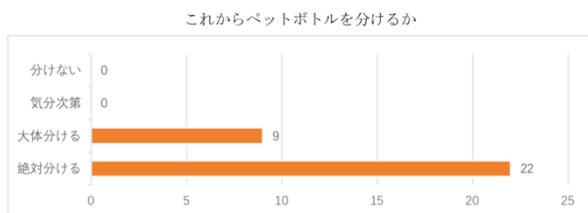


図 9: アンケート調査 (これからもペットボトルを分けるかどうか) 結果

#### 4.2 課題

一方、インタビューから、ゴミを投入口に入れてから映像が投影されるまで数秒のラグがあるため、映像に気が付かず立ち去ってしまう場合があるのではないかと、投影される映像のスピードが速いと成功感が強いという指摘がインタビューで見受けられた。そのため、ペットボトル投入から画像判別および映像の投影までのタイミングを短くする、また映像のパターンを増やす必要がある。また、アンケートから、ペットボトル以外のゴミも捨てられればよりいいというコメントも見受けられた。そのため、画像識別 AI の識別精度と識別種類を引き続き開発することが今後の課題である。

## 5. おわりに

本研究ではペットボトルゴミの分別を促すインタラクティブゴミ箱 Smart Garbage を開発した。この研究を通じ、訪日外国人を含む使用者のゴミ分別意欲を向上させるため、画像識別 AI を用いたゴミ箱に映像を投影する形式にし、周りの人の目を引くことにより、体験者自身でゴミ分別を継続させることができた。外国人が集う日本語学校でのゴミ箱体験、アンケート調査並びにインタビュー調査を行った。研究結果としては、外国人体験者のゴミ分別に対する意欲や意識が向上し、日本でゴミ分別を自身で行える結果が得られた。このことから、ゴミ分別を映像で提示を行う Smart Garbage がペットボトルゴミの分別を促す効果があることが示された。

## 参考文献

- [1] インバウンド訪日外国人動向, <https://www.tourism.jp/tourism-database/stats/inbound.html>, (2019,12,16 最終アクセス).
- [2] 容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律, 1995.
- [3] Our planet is drowning in plastic pollution, <https://www.unenvironment.org/interactive/beat-plastic-pollution/zh-hans>, (2019, 12, 17 最終アクセス).
- [4] 高田峻介, 奥村彩水, 木邑和馬, 神武里奈, 夢田一貴, 山路大樹, 鶴田真也, PoiPet: ペットボトルゴミの分別を促進するインタラクティブなゴミ箱, 情報処理学会インタラクシオン 163B21, 2016.
- [5] ZHANG Yuan, JIANG Min-huan, KAN Hui-ang, et.al., *Design of Campus Intelligent Trash Can Based on Arduino Controller*, *Intelligent City 2019 No. 6*, 2019.
- [6] 山中孔聖,モラル向上を促す家庭用スマートゴミ箱の開発研究, 北陸先端科学技術大学院大学修士論文, 2016.