

# 習慣的なゴミ捨てを楽しく支援する ゴミ箱型デバイス

金野文哉<sup>1,a)</sup> 塚田浩二<sup>2,b)</sup>

**概要**：近年、持続可能な社会の実現に向けて、ゴミ問題に関する意識が高まっており、ゴミのポイ捨て等を防ぐための多様な提案が行われている。本研究では、家庭内でのゴミ捨てに着目し、習慣的なゴミ捨てを楽しく支援するゴミ箱型デバイスを提案する。本デバイスでは、複数のセンサを組み合わせることでゴミの状態を検出し、LEDマトリクスを用いてリアルタイムに可視化することで、ユーザの行動変容を狙う。

## 1. 背景と目的

近年、持続可能な社会の実現に向けて、ゴミ問題に関する意識が高まっており、ゴミのポイ捨て等を防ぐための多様な提案が行われている。例えば TetraBIN[1]では、ゲーミフィケーションの手法でゴミ捨てを楽しく支援する。具体的にはゴミ箱にゴミが捨てられたことを赤外線センサにより検出し、ゴミ箱表面に搭載されたディスプレイ上にブロックが落下する。ブロックは一列分埋まると消えるようになっていく。ディスプレイの上端を白いブロックが移動しており、その位置に応じてブロックが落ちるため、ユーザはタイミングよくゴミを捨てることで、ディスプレイ上のブロックを消すといったゲームを楽しむことができる。The Fun Theory[2]ではゴミ捨てに楽しさを加えることで行動変容を狙うプロジェクト群を紹介している。一例として、The World's Deepest Bin は、ゴミ箱にセンサとスピーカーを搭載し、ゴミを捨てた際に「ヒューン」と地中深くまでゴミが落下するような効果音を提示するシステムである。

これらの事例は、公共の場でゴミ箱にゴミを捨てさせる（≒ポイ捨てさせない）ことを狙ったシステムである。

本研究では、家庭内でのゴミ捨てに着目し、習慣的なゴミ捨てを楽しく支援するゴミ箱型デバイスを提案する。複数のセンサを組み合わせることでゴミの状態を検出し、LEDマトリクスを用いてリアルタイムに可視化することで、ユーザの行動変容を狙う。例えば、ゴミの量が増えてくるとゴミ袋をまとめて捨てるように促したり、生ゴミの臭いを検出して可視化することで早めの廃棄を促すことができる。ゴミ箱型デバイスを使用している様子を図1に示す。

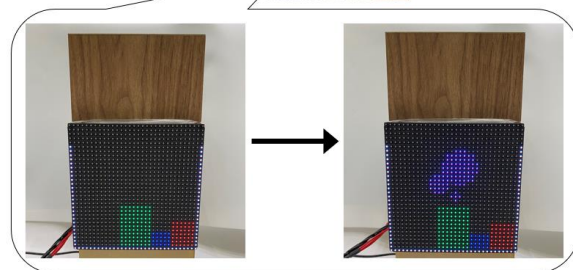


図1 ゴミ箱型デバイスを使用している様子

## 2. 関連研究

松村[3]は、仕掛けによって人の行動変容を促すという「仕掛け学」という学問を提唱している。仕掛けは人が五感（視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚）のいずれかで感知できる刺激である物理的トリガと、知覚された刺激によって引き起こされる「～したくなる」等といった心理的トリガ等の要素から成る。物理的トリガが心理的トリガを活性化させることで、ユーザの行動変容が促されるとしている。

高橋ら[4]は、松村[3]の仕掛け学における物理的トリガと心理的トリガを組み合わせるデバイスを製作し、そのデバイスを人々が使用した際にどのように感じるのか調査した。一例として、ペットボトルキャップを捨てることで投票に

1 公立はこだて未来大学  
a) b1019046@fun.ac.jp  
b) tsuka@fun.ac.jp

参加できるようにすることで、ペットボトルキャップの分別を促すことを目的としたゴミ箱を提案している。

宮崎ら[5]はゴミを捨てたくなる仕掛けとして、ゴミ箱にゴミを捨てる度に、現在のゴミ捨て音と共に過去のゴミ捨て音がランダムで再生されるゴミ箱カバー型デバイスを提案した。音を蓄積し、ゴミを捨てた際に毎回異なる音を再生することで、ユーザの飽きの防止を狙っている。

Julia ら[6]は、幼児が部屋の片づけをする動機づけを行うことを目的として、おもちゃ箱をLEDなどを用いて加工しロボット化した。おもちゃを探して積極的に幼児とインタラクションを起こそうとするプロアクティブロボットと、幼児の行動に反応を返すだけのリアクティブロボットという二種類の行動パターンを設定し、幼児とのインタラクションにどのような違いがあるのかを調査した。

佐田ら[7]は、ゴミ箱ロボットと人とのインタラクションに関する研究として、ゴミ箱ロボットがゴミを拾い集めるのではなく、周囲の人にゴミを捨ててもらおうための社会的表示や弱さの表出方法について議論した。ゴミや人に対するゴミ箱ロボットの振る舞いを9種類作成し、そのビデオクリップを実験参加者に主観評価してもらうことで、どのような振る舞いが人のアシストを引き出すうえで効果的なのかを調査した。

浅井ら[8]は、ユーザがゴミをゴミ箱へ捨てる意識の向上を目的としたゴミ箱システムを提案した。ユーザのスマートフォンなどの端末とゴミ箱を連動させ、ユーザがゴミ箱を捨てるとうユーザ端末上で各個人の所有するキャラクターが成長し、周囲にいるユーザの人数によって成長の度合いを早めることで、協調してゴミ捨てを行う一体感を創出しようとした。

本研究の特徴として家庭内でのゴミ捨て行為に着目し、ユーザの捨てたゴミのタイミングや量、重さ、におい等の多様な状態を検出してフィードバックを行うことで、ゴミをまとめて捨てる行為まで含めた長期的な行動変容を狙う点が特徴である。

### 3. 提案

本システムは、ユーザのゴミの捨て方や内容等のゴミ捨て行為に関するデータを取得するため、複数のセンサをゴミ箱に設置する。また、ゴミ箱にディスプレイを取り付け、ゴミをブロックとして表現することで、ユーザに視覚的なフィードバックを行う。様々なゴミの状態をセンシングし、その状態に応じたフィードバックを行うことで、ユーザにゴミ捨てを楽しく感じさせつつ、ゴミの捨て方や内容に関する行動変容を狙う。また、センサを用いて検出する項目として、ゴミの通過時間や量、重さ、ゴミのにおい等がある。ゴミの通過時間と量については、赤外線距離センサをゴミ箱入口に横向き/下向きに取り付けて測定する。ゴミ

の重さについてはロードセルを用いて測定し、ゴミの回収動作も併せて検出する。ゴミのにおいについては、ガスセンサを用いて、硫化水素やエタノール等を検出する。

### 4. 実装

まず、システムのベースとなるゴミ箱としてバスクダストボックス カバー付き (TATSU-CRUFT 製、幅 92mm、奥行き 130mm、高さ 212mm) を利用した。選定理由は、小型で卓上サイズとして汎用的に利用できること、木製で加工が容易なこと、直方体の形状でディスプレイ (LED マトリクス) と馴染みやすいことである。

次に、インタラクションの基本となる赤外線距離センサとLEDマトリクスを用いたディスプレイについて説明する。赤外線距離センサはGP2Y0E02A (SHARP 製)、ディスプレイは32x32 RGB LED Matrix Panel - 4mm Pitch (Adafruit Industries 製) を使用した。センサとディスプレイの制御のためのマイコンとしてESPr® Developer 32 Type-C (Espressif Systems 製) を使用し、開発には Visual Studio Code の Platform IO を使用した。マイコンは、ゴミ箱の底と同サイズの箱を、二重底のようにして配置し、その中に設置した。箱はレーザーカッターでMDFを切断して作成した。システム構成図を以下に示す (図2)。

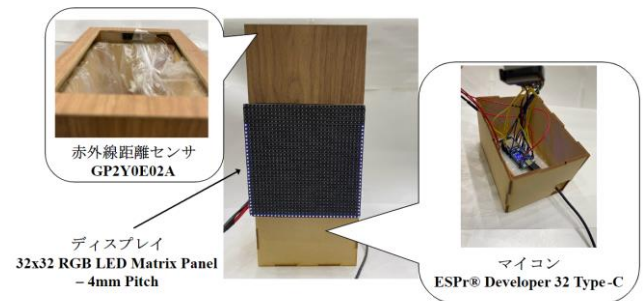


図2 システム構成図

赤外線距離センサは、ゴミ箱の口に設置する。ゴミを投げ入れた際のセンサとの距離値を用いてゴミの通過を検出することで、ディスプレイ上にブロックが落下するように表示される (図3)。

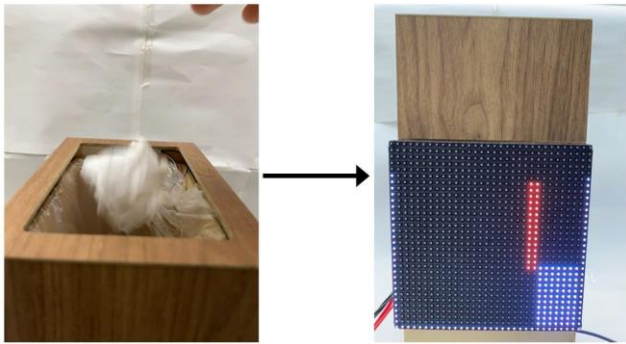


図 3 ゴミの通過を検出しブロックが表示される様子

ディスプレイはゴミ箱の正面に取り付けて使用する。ディスプレイにはゴミ袋を表す枠が表示されており、赤外線距離センサによってゴミが捨てられたことを検出するとブロックが上から下へ落ちるように表示される。また、ブロックは右端から左端に向かってディスプレイを埋めるように表示される。ディスプレイの左端までブロックで埋まると、再び右端からブロックが表示される(図4)。ブロックが再び右端から表示される際は、元々表示されているブロックの上に積み重なる。現在ブロックの大きさはランダムで決定されるが、今後はロードセルや下向きに取り付けた赤外線距離センサを用いてゴミの重さや量を取得することで、ブロックの大きさを調整していく。このようにブロックの数や密度によってゴミがたまっていく様子をユーザに提示することで、ユーザにゴミ箱内のゴミを定期的にまとめて捨てることを促す。

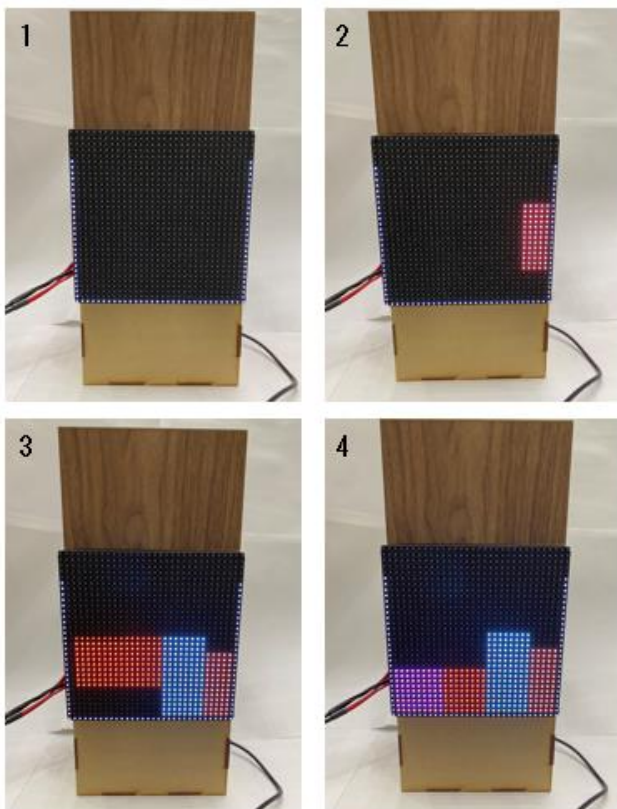


図 4 ブロックが溜まっていく様子

また、最終的なゴミ捨てのためにゴミ箱内のゴミ袋を回収すると、ロードセル等を用いてゴミの回収を検出する。その結果ディスプレイ上でもゴミを回収するアニメーションが表示され、新しいゴミ袋をセットすることをユーザに促す。(図5)。

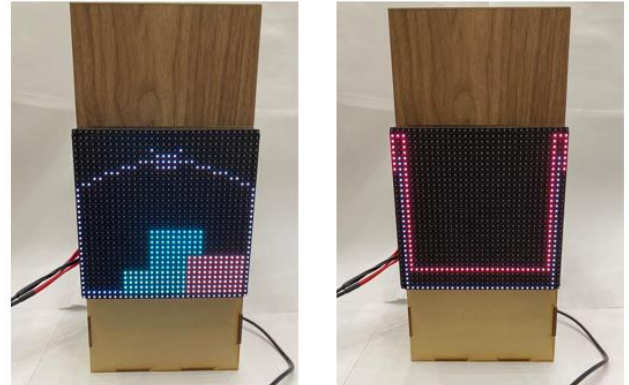


図 5 ブロックが回収されゴミ袋のセットを促す表現例

加えて、ガスセンサを用いて硫化水素やエタノール等を検出した際に、ディスプレイ上に毒のようなアイコンを表示したり、表示されていたブロックの色が変化する等といったフィードバックを行う(図6)。これにより、ユーザが汚れのついたゴミを洗ってからゴミ箱に捨てるようになったり、ゴミ袋の回収を早く行う等の行動変容を狙う。

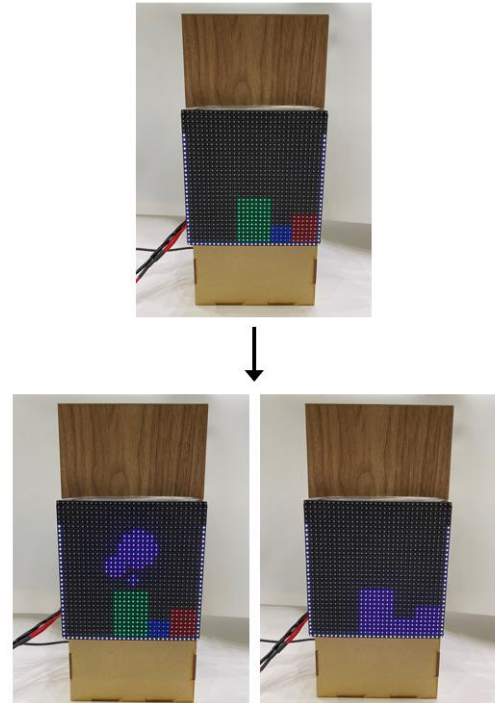


図 6 ゴミのにおいを検出した際のフィードバック例

## 5. まとめと今後の展望

本研究では、家庭内でのゴミ箱に複数のセンサを取り付

けてゴミの状態を検出し、LEDマトリクスを用いてリアルタイムにフィードバックすることで、楽しく行動変容を促すシステムを提案した。赤外線距離センサでゴミの通過時間を検出してLEDマトリクス上にブロックを順次落下させたり、ゴミのにおいをガスセンサで検出した際にブロックの色を変化させるようなフィードバックを構築した。

今後は、センサやフィードバックの種類を充実させるとともに、通常のゴミ箱と比較した短期的／長期的なユーザテストを実施する予定である。

## 参考文献

- [1] TetraBIN — Sencity, <https://sencity.city/tetrabin>, (参照 2022-12-11).
- [2] The Fun Theory, <http://www.thefuntheory.com/>, (参照 2022-12-11).
- [3] 松村真宏: 仕掛学概論: 人々の人々による人々のための仕掛学(<特集>仕掛学), 人工知能学会誌, 2013, 28(4), pp.584-589.
- [4] Masayuki Takahashi, Namgyu Kang: Proposal and Kansei Evaluation of a Garbage Can to Change Human Behaviour Based on Fun Theory. In: *Advances in Industrial Design*, pp.717-724(2020).
- [5] 宮崎仁美, 小松伸之輔, 栗原渉, 有山大地, 串山久美子: 音を蓄積するゴミ箱カバー型デバイスを利用したゴミを捨てなくなる仕掛けの提案, 情報処理学会 インタラクシオン 2021 論文集, pp. 503-504.
- [6] Julia Fink, Séverin Lemaignan, Pierre Dillenbourg, Philippe Réturnaz, Florian Vaussard, Alain Berthoud, Francesco Mondada, Florian Wille, Karmen Franinović: Which robot behavior can motivate children to tidy up their toys?: design and evaluation of “ranger”, *Proc. of HRI' 14*, pp. 439-446 (2014).
- [7] 佐田和也, 山際康貴, 岡田美智男: ゴミ箱ロボットにおける<弱さ>の表出について, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, 2016, 18(3), pp. 219-228.
- [8] 浅井駿, 井村誠孝: “みんなで捨てなくなる” ゴミ箱システム, *エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集*, 2015, pp. 278-280.