

# 住民コミュニティのゴミ分別活動を協同・競争により 促進するアプリの提案

陳彦豪<sup>†1</sup> 竹内勇剛<sup>†1</sup>

**概要:** 日常生活の中で生じる「ゴミ」は、資源の再利用や環境保護などの観点からそれらの適切な分別が強い社会的要請になっている。だがゴミの分別は煩雑で面倒な作業であり、これが個人の努力に委ねられている以上はその徹底には限界がある。本研究は、個人のゴミの分別活動に対して、その者の内発的動機に基づいた自由意志のもとでの能動的かつ積極的な認知的姿勢（意欲）を誘発し、アプリから提供される情報により当人の自尊感情の涵養を通して、ゴミ分別の持続的な活動を促進するスマートフォンアプリの開発に取り組む。そのために本研究では、ある個人が属する住民コミュニティの成員間の協同性と、他の地域における同様な住民コミュニティとの間での競争性を引き出すためのゲーミフィケーション的インタラクションを誘発するスマートフォンアプリを提案する。

## 1. はじめに

中国では、急速な経済発展に伴って人々の生活水準が高まるとともに、都市人口が増加し、生活ゴミの量が年々増える傾向にある。日常生活の中で生じる「ゴミ」は、資源の再利用や環境保護などの観点からそれらの適切な分別が大きな社会問題になっている。2019年7月1日から、「歴史上最も厳格な新ゴミ分別規則」として知られる「上海市廃棄物管理規則」が正式に実施されるようになった。上海では、可回収物、生ゴミ、その他のゴミ、有毒有害物といった4種類に分別して回収している。

しかし、生ゴミにレジ袋が入っていることや、可回収物のゴミ箱でその他のゴミも混じっているなど、上海におけるゴミ分別の実装に、未だたくさん問題が存在している。さらに、2016年以来、上海市の生活ゴミの排出量は増加傾向にある[1]。ゴミの最終処分量を削減するには、政府の政策や処分技術に頼るだけでなく、ゴミ分別の収集における市民側の協力も極めて重要である。

一方で、日本では以前よりゴミの分別を行っており、現在は人々の意識の中にゴミの分別習慣が深く根差している状況にある。ゴミの分別が生活ゴミの資源化やリサイクルを容易にし、最終処分量の削減に貢献している。

ゴミの分別は煩雑で面倒な作業であり、これが個人の努力に委ねられている以上はその徹底には限界がある。ゴミ分別の義務化の実効性は住民が制度を監視抜きで遵守するかどうか大きく依存する。このような特性ゆえに、しばしば制度を導入しても遵守されないということが起こる。ゴミ分別制度という政策を評価する際に、ある国で成功しているからと言って、それがどの国でも効果的であるとは限らない[2]。

本稿では、アンケート調査で環境配慮行動や分別行動の実態を明らかにするとともに、ゴミ問題に対する個人的な関心や、現在のゴミ分別規則の評価などをそれぞれ日本と中国の大学生に尋ね、調査データを分析することによって、

日本大学生と中国大学生によるゴミ分別に対する認知差を検討する。さらに、本研究では、ある個人が属する住民コミュニティの成員間の協同性と、他の地域における同様な住民コミュニティとの間での競争性を引き出すためのゲーミフィケーション的インタラクションを誘発するスマートフォンアプリを提案する。

## 2. 関連研究

### 2.1 ゴミ分別支援システム

日本のように細かい種別に区分されたゴミの分別回収を積極的に行っている国は実際のところほとんどない。世界的には、可燃／不燃で分ける程度である。一方、中国では日本式と世界標準の中間の種別数をとり、大都市部では罰則を設けゴミ分別を強制している。そのため、日本向けにおいては深層学習などを用いて細かい種別に対する分別判断を個人向けに支援するための研究が行われている。一般的には画像認識機能で、カメラで撮影された画像に対してどのような種別に分別されるかをユーザに提供するものである[3][4]。だが全体としては当該研究に関連するものは極めて少ないのが実状である。

これまでゴミ分別を促進するための活動は、概してそれを実行することに対して報酬を与えるといった外発的動機付けに依存していた。だが本研究は他者とのチーム内の協同性と他のチームとの間の競争性によって内発的動機を誘発させることで持続的なゴミ分別活動の促進が期待できる。

### 2.2 内発的動機づけの要因

内発的動機づけは、報酬や罰などの外的要因による動機づけである外発的動機づけと区別され、人間の内部から発生した要因によって行動を起こす際の動機づけであり、その活動そのものが目的となる自発的動機づけとされる[5]。図1に示したように、内発的動機を引き起こす主要な要因として、有能感、自律性、関係性の三つの欲求が中心となり、26種類の要因が存在する。これら3つの欲求が同時に満たされると、内発的動機が生じることになる[6]。

<sup>†1</sup> 静岡大学総合科学技術研究科

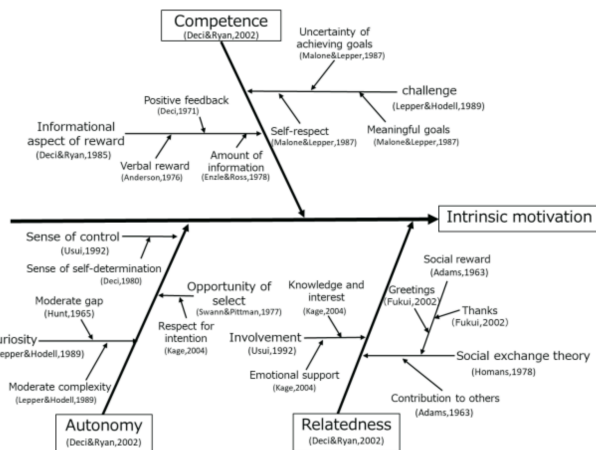


図 1 内発的動機づけの要因

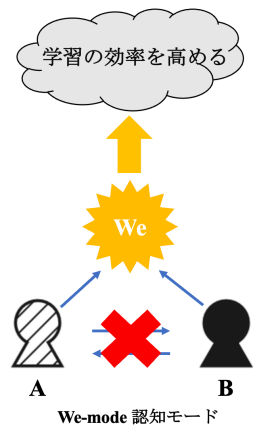


図 2 We-mode 認知モード

有能感を満たすためには、「ポジティブフィードバック」が効果的とされる。自律性を満たすためには、「好奇心」を刺激されることにより、自分の意思で何かをし、そのことを実感することが必要となる。関係性の欲求は、「他者とのインタラクション」や「コミュニケーション」で満たされるとされる。そこで、本アプリの設計手法において、有能感、自律性、関係性の3つの欲求に応じる情報をユーザーに与えることによって内発的動機を誘発する方法を検討する。

### 2.3 ゲーミフィケーション

市民が環境意識とゴミ分別に対する意欲を向上するための動機づけやモチベーションを上げることが重要であるが、その動機づけによく用いられる手法がゲーミフィケーションである。

近年、自発的・持続的な行動変革を誘発するためのアプローチとして、ゲーミフィケーションが着目されている。ゲーミフィケーションはゲームの考え方やデザインなどの要素をゲーム以外の社会的な活動やサービスに利用するものとして定義される。ゲーミフィケーションを活用して、多数のユーザーの行動変容を促すことで、社会的な課題を解決する活動が生まれている[7]。

一般に他愛もない遊びやつまらない仕事でも、他者とチームを組んで他のチームと競い合う状況を与えると、人はチームの勝利を目指して自らゲームに対して能動的かつ積極的な認知的姿勢を示すことが多い。本アプリは他者とのチーム内の協同性と他のチームとの間の競争性によって内発的動機を誘発させることで持続的なゴミ分別活動の促進が期待できる。

### 2.4 We-mode 認知

人は、互いの相互作用によって、その認知モードを「We-mode」という特別な認知モードへとシフトさせる[8]。図2に示したように、We-modeとは、個体と個体のインタラクションによって生じる、個々の個体には還元できない集合的な認知モードのことである。別の人間と共同で行う行為に関して、脳内に「我々」という融合した意識が生じる認

知モードであり、共同行動がもたらす自己実現や創発などの新しい可能性が期待されている。We-modeが形成されると、他者の持つ情報へのアクセスが飛躍的に増大し、協働作業などにおける知覚、社会的認知、行為能力が質的に向上すると考えられている。

そこで、本アプリの設計手法において、分別ランキングという機能でユーザーが自分のソーシャルメディアアカウントを使用してアプリケーションにログインすることで、友達リストを取得し、自分の友達と分別されたゴミの数を比較したり競争したりすることができるようになる。これにより、他のユーザーと共同でゴミを分別する行為に関して、「みんなでゴミを分別しよう」といったオンライン環境でのWe-modeが生まれる可能性がある。共同行動がもたらす自己実現や効率的な学習、つまりユーザーにとって自発的にゴミ分別や環境への意識を高めることを目指す。

## 3. 方法

### 3.1 日中大学生のゴミ分別認知差に関する調査

アンケート調査は、2022年の11月から12月にかけてインターネットを通じて行われた。日本にもオンラインアンケートサイト(Google)から依頼した。中国の場合はオンラインアンケートサイト(問巻星)から依頼した。二つのアンケートの対象人数は、各100名であった。

アンケートでは分別行動、規則理解、便利性、主観規範、現状分析など分別に対する意識に関する質問を尋ねた。中国大学生向けの調査には、現在実施しているゴミ分別規則に対する意見や評価についての質問を追加している。質問数はそれぞれ12問と14問を設問し、単純集計方法で調査を行った。

結果としては、日本人と中国大学生において、ゴミ分別に関する参加率や分別規則への理解に差異が見られ、日本大学生はゴミ分別への積極性がより高い一方で、ゴミの分別の支援に関しては日本人よりも中国人の方が必要としていることがわかった。これ以外のデータからは、日本

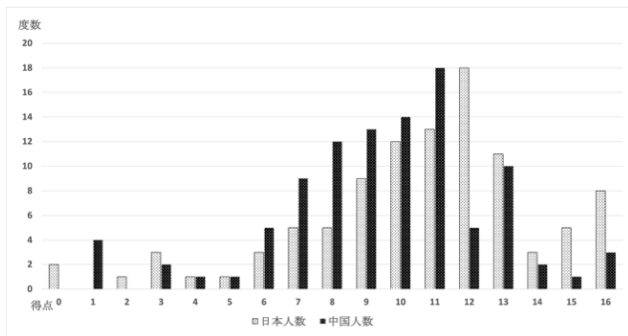


図 3 「ゴミ分別に対する認知・行動」の得点分布図

人はゴミ分別に対する態度の分散が中国人に比べて大きく、ゴミ分別をしない人がコミュニティ内に一定数いる可能性が示唆された。なお、教育行動や情報源にも差異が見られたが、制裁措置については両国で類似している。このような結果は、ゴミ分別における文化、社会環境、教育制度などの要因が異なる影響を与えていることが分かる。

### 3.2 調査結果における得点分布

個人の得点から「ゴミ分別に対する認知・行動」の度数分布を求め、その結果を用いて両国間の比較を行う。そのため、まず、アンケート調査のゴミ分別に対する認知・行動に関する質問の回答を得点化し、「ゴミ分別に対する認知・行動」の度数分布を比較した(表1)。

両国の得点分布は図3に示す。さらに、「ゴミ分別に対する認知・行動」の度数分布を、高得点をグループA、中得点をグループB、低得点をグループCとして分類する(表2)。これを見ると、低得点グループに両国は7%であるが、中国の場合は分散が小さく中位得点に偏って分布している。個人差が見られるが日本人大学生と比べると差は小さくなっている。

中日大学生のゴミ分別と環境問題に対する関心度については、今回のアンケートの中ではほぼ差が見られない。しかし、日本人大学生は、ゴミ分別への参加率や分別規則の理解において、中国人大学生よりも優れていることが明らかになった。

中国では、近年大都市を中心にゴミ分別が厳格化され、広範な教育指導の活動を展開しているため、ゴミ分別に関する講座は多いが、まだ多くの人に分別知識が普及していないため、ゴミ分別実施の効果が無いと考えられる。そのため、より効果的な知識の普及方法を確立する必要がある。

表2を見ると、両国とも低得点グループの割合は7%だが、日本人の場合は高得点グループの割合も高いことが示されている。一方、中国人の場合は、中得点グループの割合が高いことが示されている。低得点と中得点グループのゴミ分別への意欲を向上させる方法が必要な課題であると考えられる。

表 1 各選択肢の得点

番号	選択肢	得点
Q3	A. いつもそうだ	4
	B. 時々そうだ	3
	C. どちらともいえない	2
	D. あまりしない	1
	E. 全くしない	0
Q4	A. 理解している	4
	B. ある程度理解している	3
	C. どちらともいえない	2
	D. あまり理解していない	1
	E. 全く理解していない	0
Q5	A. 関心がある	4
	B. 少し関心がある	3
	C. どちらともいえない	2
	D. あまり関心がない	1
	E. 関心はない	0
Q6	A. 自信がある	4
	B. 少し自信がある	3
	C. どちらともいえない	2
	D. あまり自信がない	1
	E. 自信はない	0

表 2 「ゴミ分別に対する認知・行動」得点分布のグループ区分

得点グループ	日本	中国
A(12-16)	45%	21%
B(5-11)	48%	72%
C(0-4)	7%	7%

## 4. 実装

### 4.1 要求分析

3章で述べた「ゴミ分別に対する認知・行動」に関する質問のアンケート結果として、低得点と中得点グループのゴミ分別への意欲を向上させるために、以下の課題を解決する必要がある。

- ゴミ分別に関する参加率や分別規則への理解を向上させる
- 分別規則に対してより効率的な学習方法を導入する
- 分別方法と環境知識を提供するためのより便利な情報源が必要である

これらの課題を解決するため、個人のゴミの分別活動に対して、その者の内発的動機に基づいた自由意志のもとで

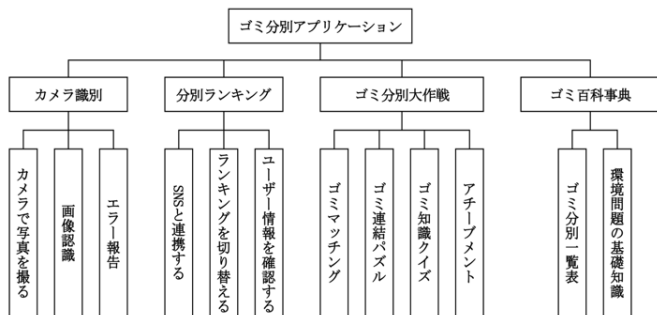


図 4 アプリケーションの全体像

の能動的かつ積極的な認知的姿勢を誘発し、アプリから提供される情報により当人の自尊感情の涵養を通して、ゴミ分別の持続的な活動を促進するスマートフォンアプリを提案する。本アプリは図4に示したように、主にカメラ識別、分別ランキング、ゴミ分別大作戦、ゴミ百科事典から構成されている。

#### 4.2 カメラ識別

この機能により、既存の深層学習モデルを用いた物体検知・画像認識をスマートフォンのカメラによる撮影を通して実時間で行う。正しくゴミを種別ごとに分別するための判断は、ユーザーにとっては専門的な知識がない限り極めて最も実行コストがかかる作業となるため、この支援は必須である。

図5に示したように、ユーザーがゴミの写真を撮影した場合、画像認識の後に、認識結果と撮影した写真が一致するかどうかを尋ねるメッセージボックスが表示される。一致しない場合、ユーザーはもう一度撮影するか、ゴミの名称を手動で入力して認識するかを選択できる。画像が正しく認識された場合、分別ゴミ箱の画面に切り替える。この画面には4つのゴミ箱があり、それぞれ対応するゴミの種類が表示されている。ユーザーが撮影したゴミの写真は、対応するゴミ箱に投入され、自分の分別状況を確認することができる。

2.2節で明らかにした要因に基づき、内発的動機づけを誘発する方法として、有能感を満たすためには、「ポジティブフィードバック」が効果的とされる。そこで、分別されたゴミの数が増えると、分別行動に対するポジティブフィードバックを画面上に表示する。

#### 4.3 分別ランキング

2.2節で明らかにした要因に基づき、内発的動機づけを誘発するために、「他者とのインタラクション」や「コミュニケーション」を行い、関係性の欲求を満たす。

アプリはユーザーが稼いだポイントに基づいてランキングを行う。なお、ユーザーが自分のソーシャルメディアアカウントを使用してアプリにログインすることで、友達リストを取得できる。ユーザーは自分自身、コミュニティ、または地域のゴミ分別状況を切り替えて表示すること

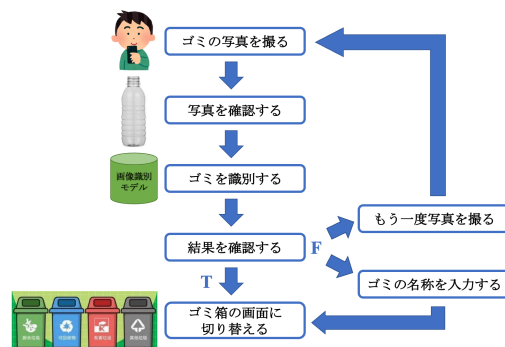


図 5 カメラ識別機能

ができ、ゴミ分別への貢献を確認したり、他のユーザーやコミュニティと競争したりことができる。

この機能により、ゴミの分別活動の達成状況のデータをアプリ内で可視化することにより次の2点の強化・活性化を実現し、これを通じてゲーミフィケーション的なインタラクションを誘発し、持続的なゴミ分別活動の促進を期待する。

- 1つのチームの成員間の協同性の強化・活性化  
ゴミ分別を量と質の観点でのスコアを定量的に評価し、一定期間内でのチーム内ランキングおよび履歴をデータとして可視化および記録する。

次項による他のチームとの競争を通じたユーザーのゴミ分別活動のチーム内での貢献度を定量的に示すことで、ユーザーの自尊感情を向上させると同時に、同じチームの成員間の協同性をデータに基づき強化・活性化する。

- 他のチームとの間の競争性の強化・活性化  
前項のゴミ分別の量と質の評価をチーム間で比較し、ランキングおよび履歴をデータとして可視化および記録する。上位チームに対する顕彰をアプリ内で行い、当該チームの成員の自尊感情を向上させる。

これにより、他のユーザーと共同でゴミを分別する行為に関して、「みんなでゴミを分別しよう」といったオンライン環境での We-mode が生じる可能性がある。共同行動がもたらす自己実現や効率的な学習、つまりユーザーがより良いゴミ分別の方法を学び、スキルを向上させることで、自発的にゴミ分別や環境に対する意識を高めることが期待される。

#### 4.4 ゴミ分別大作戦

自律性を満たすためには、ユーザーの「好奇心」が刺激されることにより、ユーザーの意思で何かをし、実感することが必要である。ユーザーはこの機能により、ゴミ分別をテーマにした3つのゲームに参加して、アチーブメントや賞品を得ることができる。

ゲームの中で、ユーザーの達成欲求を得たいという心理を掴み、難易度の異なるステージを設定する。ポイントを稼いだり、アチーブメントや賞品を獲得したりするなど、様々な形式がある。これにより、ユーザーの好奇心や達成

感を満たすと同時に、積極的にゲームに参加するようユーザーを促すことができる。ゲームの種類は、ゴミマッチング、ゴミ連結パズル、そしてゴミ知識クイズを想定している。

#### 4.5 ゴミ百科事典

ゴミ百科事典により、ユーザーにゴミ分別や環境に関する知識を提供する。

この情報源を通じて、ユーザーはゴミの適切な分別方法や環境保護の重要性についての基礎知識を学ぶことができる。例えば、有害な廃棄物の適切な処理方法や、再利用可能な資源の最適なりサイクル方法など、実践的なアドバイスが提供される。ゴミの種類ごとに適切な処理方法やリサイクルの手法を理解することは、環境意識を向上するため不可欠である。

### 5. まとめと今後の検討

本稿では、アンケート調査を通じて、中国では近年大都市を中心にゴミ分別が厳格化されているが、日中大学生のゴミ分別における認知差は大きいことが明らかになった。ゴミ分別は人々にとって面倒で普及率も低く、効果もそれほど大きくないという社会問題を解決するため、本研究では、個人のゴミの分別活動に対して、その者の内発的動機に基づいた自由意志のもとでの能動的かつ積極的な意欲を誘発し、アプリから提供される情報により本人の自尊感情の涵養を通して、ゴミ分別の持続的な活動を促進するアプリを提案した。必ずしも能動的な認知的姿勢で臨まれない日常生活の中で生じるゴミの分別作業を、個人が属する地域のコミュニティの住民同士をチームメートとした協同性を与え、他の地域コミュニティからなる別チームとの競い合いを通じた競争性によって個人の自尊感情を涵養し、内発的動機に基づく能動的なゴミ分別の量と質の向上と持続を狙っている。

現在「Uni-App」というアプリ開発ツールを利用して提案したアプリは開発している[9]。フロントエンドの設計は図6に示す。一方、バックエンドはJavaやPythonを用いて各モジュールに適した環境を用いる。

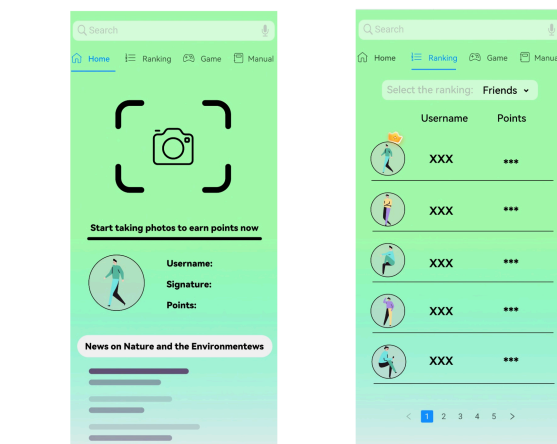


図6 フロントエンドの設計

### 参考文献

- [1] 上海市生态环境局. 2021年上海市固体废物污染环境防治信息公告. 2022.
- [2] 横尾英史, 和田英樹, 山田正人. 家庭ゴミ分別制度と社会的規範—日本とシンガポールにおけるアンケート調査の比較—, 環境経済・政策研究, 2014, Vol.8, No.1, pp.85-88.
- [3] “ゴミわかーる”. <https://wasquate.com/product>.
- [4] 劉忠達, 深層学習によるゴミ分別支援システムの構築, FIT202 予稿集, 2021, pp.95-98.
- [5] 大木充, 上淵寿編著. 動機づけ理論の最前線, 京都, 北大路書房, 2004, pp.223.
- [6] 目片悠貴, 武内秀平, 山本恒行. 内発的動機づけの誘発による覚醒維持手法の提案と効果の実験的検証, 自動車技術会論文集, 2019, Vol.50, No.4, pp.1138-1144.
- [7] 根本啓一, 高橋正道, 林直樹. ゲーミフィケーションを活用した自発的・持続的行動支援プラットフォームの試作と実践, 情報処理学会論文誌, 2014, Vol.55, No.6, pp.1600-1613.
- [8] Gallotti M, Frith C D. Social cognition in the we-mode, Trends in cognitive sciences, 2013, Vol.17, No.4, pp.160-165.
- [9] “Uni-App”. <https://en.uniapp.dcloud.io>.