

令和 5 年 5 月 10 日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12289

研究課題名(和文)利用者および提供者の両面からみた静脈系インフラサービスの計画手法と途上国での展開

研究課題名(英文) Planning methods for venous infrastructure services from the perspective of both users and providers and their deployment in developing countries

研究代表者

荒巻 俊也 (Aramaki, Toshiya)

東洋大学・国際学部・教授

研究者番号：90282673

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：北京市およびハノイ市においてオンラインモニターを対象に分別収集についてのアンケート調査を実施した。分別収集が始まったばかりの北京においては実行可能性や実施のしやすさといった項目と同時に、同調圧力も含めた規範意識が住民の分別実施に影響を与えていることが示唆される一方で、公的な分別収集が行われていないハノイ市においては、実行可能性や実施のしやすさの他に経済的なインセンティブ、共同体意識などが影響を与えていることが示唆された。またプノンペン市においては、浄化槽汚泥や廃棄物の収集処分システムの改善に伴う経済性や環境面での評価を実施した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

北京市およびハノイ市において、調査会社に登録しているオンラインモニターを活用して住民の意識調査を行ったが、50代、60代といった比較的年齢が高く、オンラインモニターとしては登録者が少ないと思われる層についても十分な数の回答を回収でき、異なる背景を持つ両都市において分別収集についての意識の違いを分析することができた。感染症の影響を受けながらもスマートフォンを始めとしたデバイスとインターネットの急速な普及により、途上国においてもオンラインを活用したさまざまな調査による学術的な研究が実施できた。

研究成果の概要(英文)：A questionnaire survey on separate collection of household waste was conducted in Beijing and Hanoi among online monitors. In Beijing, where separate collection has just started, the results suggest that the feasibility and ease of implementation as well as normative awareness, including peer pressure, influence residents' implementation of separate discharge, while in Hanoi, where public separate collection has not yet been implemented, the results suggest that economic incentives and sense of community, in addition to feasibility and ease of implementation, influence residents' implementation. In Phnom Penh, an evaluation of the economic and environmental aspects of improving the septage and waste collection and disposal system was also conducted.

研究分野：環境科学

キーワード：静脈系インフラ 廃棄物 分別収集 住民意識 収集処分 オンラインアンケート

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

われわれの生活や経済活動は、水道や下水道、製品を届ける物流や廃棄物収集処分とそれを支える交通網、電力やガスの供給など、さまざまなインフラサービスにより成り立っている。これらは、水道や電力供給など必要なものや資源をわれわれに送り届ける動脈系サービスと、下水道や廃棄物収集など不要なものをわれわれの生活圏や活動圏から排除する静脈系サービスに分けることができる。

一般的に、動脈系サービスは水や電力の供給など利用者が直接得られるメリットが明確であり、利用者の理解が得やすいとともに導入後も適切に利用される傾向にある。一方静脈系サービスである下水道や廃棄物収集などは、住宅周辺の環境改善といった利用者が直接得られるメリットはあるものの、サービス導入による社会全体のメリットと比較すると利用者の直接的なメリットは相対的に低くなる。よって、その導入に対して利用者の理解が得づらいつともに、導入後も適切な利用が行われないケースが多くなる。

このように静脈系サービスは利用者のニーズや理解といった点で不利な面があるため、その効率的かつ効果的な導入を進めるうえでは利用者や導入に係る関係者の視点が重要となる。

### 2. 研究の目的

本研究では、静脈系サービスの整備水準が異なる開発途上国の2都市(ベトナム・ハノイ、カンボジア・プノンペン)を対象に、既存のサービスの利用状況の調査、利用者への意識調査や支払い意思の調査、サービスの提供者への聞き取り調査や実態調査を通して、利用者への理解や適切な利用に影響を与える要因を分析して効果的な導入方策を検討するとともに、サービスの提供者側の視点にたつて持続的なサービス提供のあり方について検討することを当初の目的としていた。

ただし、本研究開始時に発生した新型コロナウイルス感染症の影響により、研究者自身が渡航して意識調査や聞き取り調査など当初予定していた調査を実施することが不可能となったため、ハノイの他に中国・北京においてオンラインモニターを対象としたアンケート調査により利用者側の廃棄物の収集処分に対する意識調査を行うとともに、プノンペンにおいては指導している留学生を通して現地の情報を集めて分析を行い、廃棄物の収集処分における持続的なサービス提供のあり方について検討を行った。

### 3. 研究の方法

中国・北京市においては2020年に分別収集の本格的な導入が始まったが、オンラインモニターを対象としたアンケート調査を市民に対して実施し、分別に関する意識とそれに影響を与える要因を分析した。調査は18歳以上の北京市区部の市民を対象として2020年10月に実施し、830名の回答を得た。なお、アンケートの実施にあたっては、年齢及び性別で回答者数が偏らないように、年齢5階層(20代以下、30代、40代、50代、60代以上)、性別2階層(男性、女性)で各83名ずつ回答を得るようにした。またアンケートの設問では、学歴、家庭構成、居住形態、家庭年収、居住年数、家の広さなどといった個人属性の他、分別の実施状況、そしてごみ問題認知、記述規範、同調圧力、主観的規範、便益・費用、実行可能性、目標意図、行動意図など分別に対する意識に関する質問を尋ねた。得られた結果に対して、さまざまな心理的要因と個人属性との関係を分析するとともに、目標意図、実施意図に対する2段階の心理モデル<sup>(1)</sup>を構築して分別に影響を与える要因について検討を行った。

ベトナム・ハノイ市においては分別収集はまだ実施されていないが、一部の地区において3Rプロジェクトが試行されたことがある。その際の結果として、コミュニティ・リーダーのプロジェクトへの協力や地域住民とコミュニティ・リーダーの関係性が地域住民が分別排出を進めていくうえで重要なことが示唆されていた。そこで、北京市と同様にアンケート調査を市民に対して実施し、分別に関する意識とそれに影響を与える要因を分析した。調査は2020年、2022年の2回実施しており、いずれも年齢5階層(20代以下、30代、40代、50代、60代以上)、性別2階層(男性、女性)でなるべく均等となるように回答者を集め、778名、750名に回答を頂いた。ただし、1回目の調査では高齢層の回答が少なく、その分若年層の回答が多い状況となった。得られた結果から個々の属性と分別実施の関係性を分析するとともに、Vlekら<sup>(2)</sup>が提唱した「Needs-Opportunity-Ability」モデルに社会的要素として「Sense of Community(共同体意識)」と「Trust in Authority(行政への信頼)」を追加したものを仮定して、PLS-SEM(Partial Least Squares - Structural Equation Modeling)を用いて分析した。

カンボジア・プノンペン市においては、腐敗槽汚泥の管理における定期引き抜き制度の導入の是非について聞き取り調査やアンケート調査の結果を利用して議論を行った。また廃棄物収集における経済性や環境負荷の分析を実施し、収集における中間施設の設置や処分場の運用方法の改善が与える効果を評価した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 北京市におけるごみ分別に対する利用者側の意識<sup>(3)</sup>

目標意図、実施意図に対する2段階の心理モデルにおいて、まず目標意図に対してごみ問題認知、責任帰属認知、対処有効性認知がどのように影響を与えているかについて、独立性の分析を行った。その結果、責任帰属認知と対処有効性認知は1%の水準で有意、ごみ問題認知は5%の水準で有意となった。責任帰属認知と対処有効性認知においてより強い関連性が認められた。また、行動意図に対して目標意図、命令規範、記述規範、同調圧力、主観的規範、便益・費用、実行可能性評価がどのように影響を与えているかについて、独立性の分析を行った。その結果、すべての要因と行動意図が1%の水準で有意となり、関連性が高い結果となった。

さらに、市民のごみの分別に対する意識に左右する潜在因子を検討するため、因子分析を行った。分析はSPSS Statistics 26を用いて行い、因子抽出は主因子法、回転方法はバリマックス回転を採用し、固有値1.00以上の有効因子を2つ抽出した。

表1ではこの2つの因子に0.4以上の因子負荷量を示した9項目に下線を付した。第1因子は「実行可能性」や「便益・費用」で高い因子負荷量を示し、また「主観的規範」も負荷量が高くなった。ごみ分別の手間や不便さ、困難さを感じることから「分別をしなくていい」という意識がある傾向を示す因子と考えられる。第2因子は、「同調圧力」、「命令規範」、「記述規範」、「対処有効性認知」、「責任帰属認知」が因子負荷量が高くなった。ごみの分別についての規範意識とごみ問題についての責任意識に共通の傾向があり、これらの意識の他に分別収集が有効であるという意識も含んだ因子である。なお、「ごみ問題認知」についてはこれらの因子に対する負荷量は小さい結果となった。

表1 因子分析における因子負荷量

質問項目		
実行可能性	<u>0.79</u>	-0.10
便益・費用 1	<u>0.74</u>	-0.16
便益・費用 2	<u>0.67</u>	-0.08
主観的規範	<u>0.54</u>	-0.22
同調圧力	-0.17	<u>0.68</u>
命令規範	-0.18	<u>0.62</u>
記述規範	-0.16	<u>0.56</u>
対処有効性認知	-0.18	<u>0.52</u>
責任帰属認知	-0.18	<u>0.50</u>
ごみ問題認知	0.04	0.21

##### (2) ハノイ市におけるごみ分別に対する利用者側の意識

1回目の調査結果を用いた分析結果を以下に示す<sup>(4)</sup>。

回答者の現在の居住地での居住年数について、5年未満は32.1%、5~9年が12.7%、10~15年が12.2%、15年以上が42.9%となっており、10年未満の回答者を居住年数が短いグループ、10年以上の回答者を居住年数が長いグループとしてPLS-SEMを適用した。

まず、Measurement model (測定モデル)については、モデルに用いた各指標項目は妥当性や信頼性の基準を満たしていることが確認された。

次に、Structural model (構造モデル)の結果については表2、表3に示す。全体として、「Sense of Community」、「Ability」、「Opportunity」は、人々のごみ分別行動に対する重要な予測因子であることが証明された。これらの構成要素のうち、「Sense of community」は回答者のコミュニティへの帰属意識、現在のコミュニティに長く住みたいという願望、コミュニティ内の活動への参加の意欲によって測定されている。よって、これが有意になったことは共同体意識が高い回答者は分別に協力する可能性が高いことを示唆している。また「Ability」が有意になったことは、家の中で廃棄物を分別する時間とスペースがあるとした者や、リサイクルについての知識があるものは分別に協力する可能性が高いことを示唆している。「Opportunity」は居住年数が短いグループにおいて最も強い要因となった。「Opportunity」は経済的インセンティブや利便性によってごみを分別する動機に焦点を当てたものである。このことは、経済的インセンティブ、廃棄物収集サービスの利便性は、特に「Sense of Community」の影響を受けにくい居住年数の短い住民の場合に分別への参加意欲を高めるのに有効であることを示している。

表2 PLS-SEMにおける構造モデルのパス係数：居住年数が短いグループ

パス	パス係数	t 値	f <sup>2</sup> 効果量	検定結果
Sense of Community→Behavior	0.317	2.950	0.142	H1: supported
Trust in Authority→Behavior	0.012	0.208	0.000	H2: rejected
Need→Behavior	0.006	0.117	0.000	H3: rejected
Ability→Behavior	0.242	2.208	0.121	H4: supported
Opportunity→Behavior	0.436	5.885	0.219	H5: supported

R<sup>2</sup>=0.409; adjusted R<sup>2</sup>=0.399

表3 PLS-SEMにおける構造モデルのパス係数：居住年数が長いグループ

パス	パス係数	t 値	f <sup>2</sup> 効果量	検定結果
Sense of Community→Behavior	0.265	3.445	0.129	H1: supported
Trust in Authority→Behavior	0.341	4.889	0.160	H2: supported
Need→Behavior	0.010	0.235	0.000	H3: rejected
Ability→Behavior	0.323	4.176	0.148	H4: supported
Opportunity→Behavior	0.265	3.032	0.129	H5: supported

R<sup>2</sup>=0.495; adjusted R<sup>2</sup>=0.488

「Trust in Authority」については居住年数が長い住民にのみ影響を与えており、このグループでは最も強い要因であった。以前ハノイのいくつかの地区で行われた試験的な分別収集プログラムでは人々の意識が著しく向上し、分別収集に多くの協力が得られた。これはコミュニティのリーダーの役割が大きく、地域住民とコミュニティ・リーダーの関係性が分別実施に大きな影響を与えていたといわれており、その結果をサポートする結果とも言える。

一方で「Need」については両方のグループで有意にならなかった。つまり、本調査の回答者は、家庭ゴミの分別収集がコミュニティの環境向上に結び付くとあまり考えていないことを示唆しているものと思われる。

なお2回目の調査においては、1回目と比較して年代が高い層（50代、60代以上）において多くのサンプルを確保することができており、上記と同様の分析を行ったところ、「Sense of community」が特に有意になっていることが確認されている。

### (3) プノンペン市における浄化槽汚泥や廃棄物収集の改善についての分析

浄化槽汚泥収集の改善については、定期的な浄化槽汚泥の引き抜きの仕組みと回収した汚泥の処理施設を導入することを想定し、経済的な面からの実現可能性を議論した。まず、汚泥の定期引き抜きをした際の回収汚泥量と必要回収機材の推計を行い、また市民へのアンケート調査を実施し、定期引き抜きの受入れ意思や支払意思額（WTP）の分析を行った。これらの情報をもとに収集および処理システムにおける費用を推定し、WTPをもとに設定した料金と比較し、経済的な面からの実現可能性を考察している。

全ての家庭や事業所を対象として定期引き抜きを実施した場合に、2019年の人口ベースで一日1,150m<sup>3</sup>の汚泥が回収され、5トントラック74台が必要になることが推定された。また、市内各地域の143世帯へのアンケート調査の結果からWTPを推定した結果、年間のWTPが7~11米ドルとなり、所得の1%以下になるという結果となった。費用については、現状の処理システム（湿地への直接投入）、汚泥処理施設の新設、新設予定の下水処理場での共同処理の3つのシナリオを想定して推定を行い、年間140~215万米ドルとなることが予想された。最も費用がかかる汚泥処理施設の新設の場合でも、WTPが7米ドルに相当する料金の徴収で費用を十分に賄えることが確認された。

廃棄物収集システムの改善については、Transfer station（中間転送施設、以下TS）の導入により収集処分場の負荷を軽減することに注目し、プノンペン市にこの施設を導入することにより経済的な負担および環境負荷の軽減について分析を行った。新規処分場の建設地を仮に設定し、TSがないケース、1か所設置するケース（2ケース）、2か所設置するケース、3か所設置するケース、の5つのシナリオについて20年間にかかる費用と収入を計算した。費用として、TSの建設費、設置する機材費、ごみの収集運搬に関わる収集車などの機材費、機材の維持管理費、収集運搬に関わる人件費やエネルギーコスト、TSの運営に関わる人件費やエネルギーコスト、処分場でのごみの受け入れに関わる費用を推定するとともに、収入としてゴミ収集の料金収入およびTSでの分別資源ごみの売却益を含めた。なお、得られた結果は現在価値（NPV）に換算して比較を行った。さらに、環境負荷として二酸化炭素排出量をそれぞれのシナリオにおいて計算した。

その結果、TSを設置した方が費用の面から環境負荷の面からも削減を行うことができ、TSの設置数を増やすとその分費用および環境負荷の両面から効果が高まった。ただし、2つ設置したケースと3つ設置したケースでは大きな違いはなかった。本研究の分析においては、TSの立地に関わるコストなど計算に含めていない項目はあるものの、今後のゴミ収集量の増大に備え、TSの設置を積極的に検討すべき状況であることがわかった。

#### (4) まとめ

新型コロナウイルス感染症の影響で当初予定していたインフラサービスの供給側の調査を十分に行うことは出来なかったが、利用者側の調査はオンラインモニターを利用して進めることができた。北京およびハノイにおいて調査会社に登録しているオンラインモニターを活用した調査を行ったが、北京そしてハノイの2回目の調査については50代、60代といった比較的年齢が高く、オンラインモニターとしては登録者が少ないと思われる層についても十分な数の回答を回収できた。スマートフォンを始めとしたデバイスとインターネットの急速な普及により、途上国においてもオンラインを活用したさまざまな調査が実施できることが分かった。一方で、北京、ハノイの調査において、最終学歴を確認したところ、大卒以上の学歴保有者が多く、サンプルに偏りが生じていることも確認された。

分別収集が始まったばかりの北京においては、実行可能性や実施のしやすさといった項目と同時に、同調圧力も含めた規範意識が分別実施に影響を与えていることが示唆される一方で、公的な分別収集が行われていないハノイ市においては、実行可能性や実施のしやすさの他に経済的なインセンティブ、共同体意識などが影響を与えていることが示唆された。

プノンペンの調査では、浄化槽汚泥や廃棄物の収集処分システムの改善に伴う経済性や環境面での評価を行うことができたが、サービス提供者側の聞き取り調査等は限定的であったことから、今後幅広い関係者への調査を通してその実行可能性について議論をしていく必要がある。

#### <引用文献>

- 1) 広瀬幸雄 (1995) 環境と消費の社会心理学, 名古屋大学出版会.
- 2) Gatersleben, B and C Vlek (1998) Household Consumption, Quality of Life and Environmental Impacts. In Noorman, KJ and AJM Schoot-Uiterkamp (eds.) Green Households? Domestic Consumers, Environment and Sustainability. London: Earthscan, 141-183.
- 3) 周可、荒巻俊也、北脇秀敏 (2021) オンラインモニター調査によるゴミ分別への意識に影響を与える要因の検討: 北京市を対象に、第49回環境システム研究論文発表会講演論文集、pp.1-5.
- 4) Nguyen My Linh、Aramaki Toshiya (2022) Analysis of factors influencing waste separation behavior of Hanoi citizens with consideration to societal elements, Journal of Material Cycles and Waste Management, 24, pp.2499-2509, DOI:10.1007/s10163-022-01503-9

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Nguyen My Linh, Aramaki Toshiya	4. 巻 24
2. 論文標題 Analysis of factors influencing waste separation behavior of Hanoi citizens with consideration to societal elements	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Material Cycles and Waste Management	6. 最初と最後の頁 2499 ~ 2509
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10163-022-01503-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 周可, 荒巻俊也, 北脇秀敏
2. 発表標題 オンラインモニター調査によるゴミ分別への意識に影響を与える要因の検討：北京市を対象に
3. 学会等名 第49回環境システム研究論文発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nguyen My Linh, Toshiya Aramaki
2. 発表標題 Sense of Community and Trust in Authority as Factors Influencing Waste Separation Behavior
3. 学会等名 廃棄物資源循環学会 令和 3 年度関東支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nguyen My Linh, Toshiya Aramaki
2. 発表標題 Identifying determinant of waste separation behavior with Partial Least Square-Structural Equation Modeling
3. 学会等名 The 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nguyen My Linh, Toshiya Aramaki
2. 発表標題 Analysis of Factors Affecting to Waste Behavior of Pubic in Hanoi
3. 学会等名 The 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yim Chansreynuch, Aramaki Toshiya
2. 発表標題 The Application of Life Cycle Assessment of Municipal Solid Waste Management: A case study on Municipal Solid Waste Treatment Options in Phnom Penh, Cambodia
3. 学会等名 第33回廃棄物資源循環学会 研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nguyen My Linh, Aramaki Toshiya
2. 発表標題 The effect of age and income on waste separation behavior of Hanoi citizens
3. 学会等名 The 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------