

2025年度 公立大学法人北九州市立大学特別研究推進費 実績報告書

2026年4月30日

北九州市立大学長 様

(所属・職名) 環境技術研究所・教授
(氏名) 松本 亨

公立大学法人北九州市立大学特別研究推進費に係る研究実績について、次の通り報告します。

研究課題名	インドネシアにおけるコミュニティベース廃棄物処理・再資源化システムの有効性評価と他都市への適用可能性		
交付額			
共同研究者	所属・職名	氏名	役割分担等
	地域創生学群・准教授	村江 史年	住民意識の分析
	文学部・教授	児玉 弥生	環境教育の実態分析
	環境技術研究所・研究補助者	インドリヤニ ラフマン	現地研究者との意見交換、現地調査のコーディネート

1. 研究の目的

インドネシアの地方都市では、大量の都市廃棄物が適切に処理されない状態にある。原因は、廃棄物管理における行政の統治能力不足、収集・焼却・衛生理立のための機材・インフラ不足等があげられる。行政が収集していない都市廃棄物の量は膨大であり、ジャカルタ首都圏では6.8%のみであるが、ジョグジャカルタ特別州スレマン県で92.6%、プカシ市で75%が収集されず、そのほとんどは川などに投棄されている(2016年度環境省調査)。このような中、近年コミュニティ主体の廃棄物管理・再資源化システム構築の動きがあり、近年注目されつつある。それが本研究で取り上げる中部ジャワ州バニュマス県である。約1,400km²、人口約180万人の地域であり、ここでは、コミュニティ自助グループ(CSG: Community Self-help Group)による廃棄物管理・再資源化の仕組みが構築されている。このシステムの有効性を多角的に分析すること、インドネシアの他地域への適用可能性について検討することを目的とした。

2. 研究の方法

本研究では、定性的および定量的データ収集・分析を組み合わせた手法を採用した。一次データは、現地観察、フォーカスグループディスカッション(FGD)、詳細インタビュー、およびアンケート調査を通じて収集された。さらに、小学生とその保護者の環境リテラシー向上を目的として、参

加型ワークショップを実施した。これらのワークショップは、廃棄物管理の実践における知識、態度、行動の関係を検証するための教育的介入として設計された。また、これらの活動を通じて、環境教育における革新的な学習媒体としての「紙芝居」の有効性も評価した。データ収集には、保護者 599 名および児童 549 名を対象としたアンケート調査に加え、教員向けに実施された紙芝居を用いたワークショップが含まれる。

二次データは、国や地方の機関が提供するインベントリデータセット、政府規制、および関連する国や地方の刊行物から収集した。本研究の分析枠組みには、記述的分析、物質フロー分析、統計分析、費用便益分析、比較分析が含まれており、システムのパフォーマンスとその広範な影響を包括的に評価することを目的とした。

3. 研究成果

(1) 有効性評価

バニユマス県における固形廃棄物管理は、県政府環境局の管轄下にある。2018 年から現在に至るまでのバニユマス県の取り組みは、革新的かつ地域社会に根差した廃棄物管理の顕著な事例として際立っている。公的行政機関と連携して活動する CSG の積極的な関与を通じて、バニユマス県はサービス提供範囲の拡大、リサイクル手法の改善、そして市民参加の促進を実現した。バニユマス県の廃棄物システムは、上流、中流、下流の 3 つの段階から構成されている（図 1）。上流段階では各家庭から始まり、中流段階では中間処理場（TPS3R）が設置されている。バニユマス県には 39 か所の最終処分場（TPST）があり、2026 年にはグメラル、ルンビル、ソマゲデ、ケムランジェン、タンバックなどの地域に新たに 12 か所の TPST が建設される予定である。下流段階では、バニユマス県は TPST を有している。下流段階は、バニユマス県政府によって完全に管理されている。



図 1 バニユマス県における固形廃棄物管理システムの枠組み

CSG は、TPS3R、TPST を管理する地域住民グループである。CSG は、住民からの拠出金を集め、その地域における廃棄物処理（収集から分別まで）を管理するために設立された。地域間の拠出金の額は、各地域のサービス価値、品質、資源回収率、および価格の公平性に基いて異なる。

バニユマス県と公共事業・国民住宅省（PUPR）は、施設用地や建物、ごみ収集車、ブラックソルジャーフライ（BSF）飼育室の建設、コンベア機、有機廃棄物破砕機、プラスチック圧縮機、廃棄物選別機、三輪バイク、その他の廃棄物処理設備の調達など、様々な必要な支援施設を提供することでCSGを支援した。CSGは、近隣コミュニティからの貢献金に加え、プラスチック、クラッカー、プラスチック包装、ボトルなどの高価値廃棄物の売却による収入も得ている（図2）。1日8台のトラック分の処理により、1日あたり3,000万ルピアの収入が生み出されている。

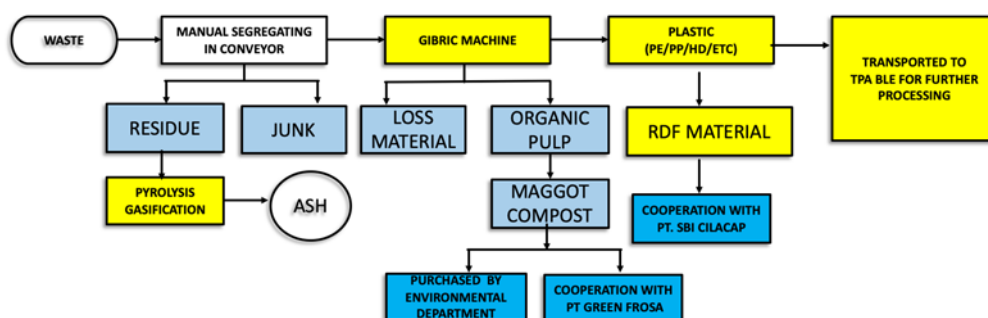


図2 中流工程における物質フロープロセス（TPS3R）

2020年にPUPRの資金配分により建設されたTPSTは、残留廃棄物を付加価値のある製品に変換し、熱分解プロセスを用いて廃棄物を処理することを目的としている（図3）。TPSTには、廃棄物の選別から破砕に至るまで、残余廃棄物を処理するためのいくつかの設備が設置されている。具体的には、袋開け機、予備破砕機、トロンメルスクリーン、チョッパーおよび分離機、そして熱分解装置である。しかし、2025年9月にバニユマス県環境局との協議に基づき、熱分解装置の使用を中止し、環境に優しい別の種類の機械に切り替える計画が進められている。



図3 中流（TPS3R）から下流（TPST）への残渣の流通パターン

表 1 バニユマス県における CSG のクラスター分布

Cluster	CSG Quantity	Subscribers (people)	Monthly Waste Inflow (m ³ /month)	Average Monthly Cost (Rp.)	Average Monthly Benefit (Rp.)	Net Benefit (Rp.)	Benefit-Cost Ratio (BCR)
I	13	1,833	711.8	53.58	61.08	7.50	1.12
II	5	1,163	670.8	48.19	54.78	6.58	1.13
III	11	784	320.8	22.37	25.34	2.97	1.16
IV	3	1,438	368.3	23.73	22.78	0.95	0.93

結果から、加入者数と運営規模によって定義されたクラスター間で、CSG の財務実績に著しい差異があることが示された。「大規模・高加入者数」クラスターは最も発展したグループであり、運営コストは高いものの、財務的には実行可能である。「大規模・低加入者数」クラスターも実行可能だが、限られた加入者基盤への依存度が高いため、より脆弱である。「小規模・低加入者数」クラスターは、コストが適切に管理されていれば、小規模なユニットでも効率的かつ持続可能であることを示している。一方、「小規模・高加入者数」クラスターは最も脆弱なグループであり、運営能力が限られている状況下では、加入者数が多くてもそれだけでは不十分であることを示している。

すなわち、CSG の持続可能性は規模だけでなく、能力とのバランスによっても左右されることが明らかになった。加入者数と運営規模が比例関係にある組織は、財務面での実績が良好である傾向にある一方、需要と処理能力のバランスが取れていない組織は、運営上および財務上の困難に直面する可能性が高い。この知見は、バニユマス県における地域密着型廃棄物管理を強化するための重要な原則として、バランスの取れた成長の重要性を浮き彫りにしている。

(3) 住民意識醸成のための環境教育の実態分析

このモデルの成功を支える要因や、異なる社会経済的、制度的、文化的条件を持つ他の都市環境におけるその適用可能性については、依然として十分に解明されていない。このため、教師、生徒、保護者を対象とした環境教育を提供する「紙芝居」ワークショップを実施した。その結果、保護者は廃棄物管理に関する知識レベルが比較的高く、肯定的な態度を示していることがわかったが、態度と実際の実践との間には依然としてギャップが存在している。保護者および生徒の双方において、態度と行動の間に強い相関関係が認められたが、保護者の態度が生徒の行動に及ぼす直接的な影響は比較的弱く、学校関連の要因の重要性を示唆している。特に紙芝居を用いたワークショップの実施は、生徒の廃棄物管理に対する理解を効果的に深め、分別への参加意欲を高めた。また、この取り組みは、廃棄物の種類を識別する能力、環境への影響を理解する能力、適切な実践を適用する能力など、生徒の環境リテラシーを著しく向上させた。これらの知見は、家庭と学校との連携の重要性を浮き彫りにするとともに、若い世代の環境リテラシーと持続可能な行動を促進する上で、革新的な教育メディアが有効であることを示している。

(4) 他都市への適用可能性評価のためのフレーム検討

インドネシアの各自治体や都市における廃棄物管理モデルの有効性と再現性に影響を与える構造的・文脈的要因には、人口統計学のおよび社会経済的状况、制度的枠組みとガバナンス能力、政策・規制の枠組み、予算配分と資源の可用性、技術的パフォーマンス、廃棄物の発生源・組成・施設インフラ、イノベーションエコシステムとデジタル化、そしてシステムのレジリエンスの基盤となる地域社会の関与などが挙げられる。

バニユマス県のモデルを他の都市に導入するには、現地の社会経済的、制度的、空間的状况に合わせて慎重に調整する必要がある。地域社会の参画体制が整っており、支援的な地方自治体制を持つ都市ほど、TPS3R、TPST に基づくアプローチを成功裏に導入できる可能性が高い。政策の整合性も極めて重要であり、分散型システムに対する行政の支援を確保することが求められる。

さらに、埋立廃棄物ゼロという目標を達成するには、インフラ整備だけでなく、家庭レベルでの行動変容も不可欠である。したがって、このモデルの他都市への展開においては、市民啓発キャンペーン、CSG やそれに相当する組織の能力強化、そして明確な運用ガイドライン策定も重要である。

廃棄物発生量が多い都市では、システムのバランスを維持するために、中下流施設（TPS3R、TPST）の規模拡大が不可欠である。十分な中下流の処理能力がなければ、上流における廃棄物削減の取り組み（分別回収）の効果が損なわれる可能性がある。全体として、バニユマス県のモデルは有望なモデルを提供しているが、他都市での成功のためには、統合的な計画、制度的なコミットメント、そして地域社会の参加が不可欠といえる。