


ベナン国ジュグー市における 家庭での廃棄物管理と資源利用の実践

京都大学大学院

アジア・アフリカ地域研究研究科

平尾莉夏



写真はレモンの搾りかす。乾燥させ着火剤や薬の材料として利用する

■ごみによる公衆衛生や安全への悪影響

➤低い収集カバー率

- 悪臭、害虫・害獣の発生
- 排水の阻害による洪水・蚊の繁殖

➤不適切な処分

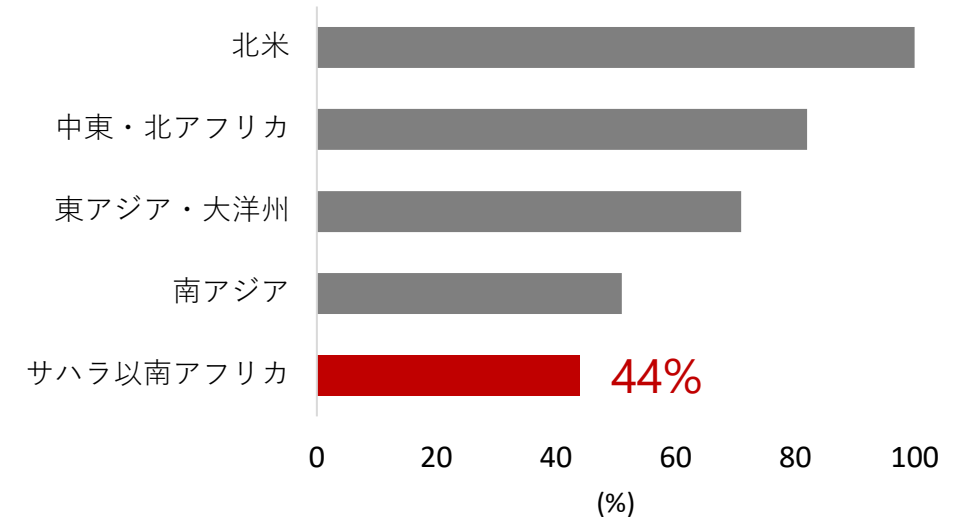
- 収集後の野積み
- 集積場での発火や事故

■ごみ問題の背景

- 人口増加によるごみの量の増加
- 都市化により中小都市の人口の割合増加

■廃棄物管理の研究の対象地域の偏り

- 東部や南部が主
- ナイジェリアやガーナの大都市



アフリカでの低い収集カバー率
出典: [World Bank, 2018]

西アフリカ中小都市での実態の把握は限定的

1-2. 背景：これまでの介入からの反省

3/28

■ドナーや政府による介入

➤効果は限定的

- 官民連携などの失敗 (ガーナ[Oteng-Ababio et al., 2013])
- インフォーマルセクターの軽視 (エジプト[W. Fahmi & Sutton, 2010])

➤主眼は収集・処理インフラの整備

■ごみの種類に応じた実践

➤インフォーマルセクター

- プラスチック、新聞紙、段ボール、ゴムなどの資源化
(例: ジンバブエ[Masocha, 2006]、ナイジェリア[Nzeadibe and Iwuoha, 2008][Ogwueleka & Naveen, 2021])

➤家庭

- 野外投棄、自家焼却、ごみ収集サービス利用、プラスチックの再利用、人への売却・譲渡
(例: 東・南部アフリカ[Mbiba, 2014]、ガーナ[Yoada et al., 2014]、エスワティニ[Nxumalo et al., 2020])

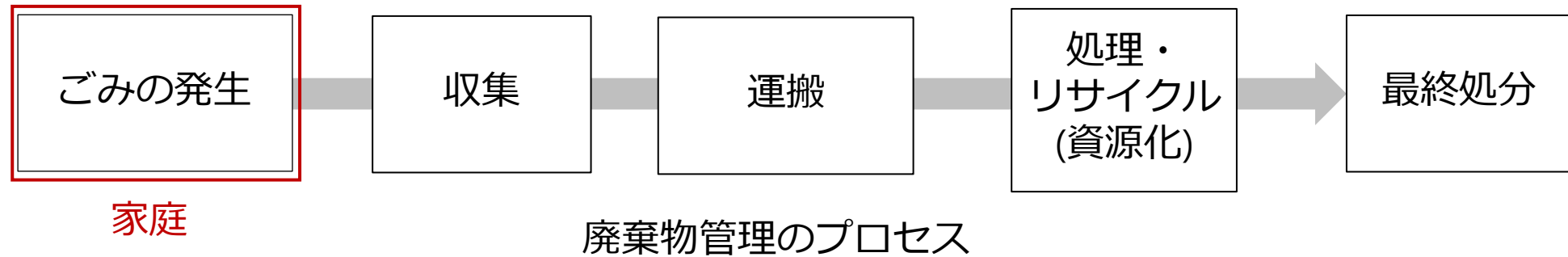


ごみの野外投棄



ごみの自家焼却

人々の目線での
様々なごみについての
実践の理解が望ましい



■ごみに関する定量的な情報

- 量に基づく収集、資源化、処分などの計画
- 種類（組成）に基づく介入策の優先づけ（例: 食べ残しの減量、プラスチックの資源化）

■定量的な分析手法: ストリーム解析

- 特定のごみの発生から収集、資源化、または処分までの一連の流れを評価
[Bourguignon, 2015]
- ごみの種類によって異なる流れ

地域の状況の改善には定量情報が必要

■ベナン国ジュグー市を対象として、現状の家庭での実践に基づきつつ、将来の同市の都市廃棄物管理のデザインに寄与する知見を集積するとともに、その実現に向けた課題を示す。

■上位目的:

➤ アフリカ都市部における衛生的な生活環境の実現への貢献（SDGs目標11）

■具体的な調査内容：

1. 家庭ごみの量および組成
2. プラスチック類の家庭での廃棄や資源利用の多様な実態とモノの流れ

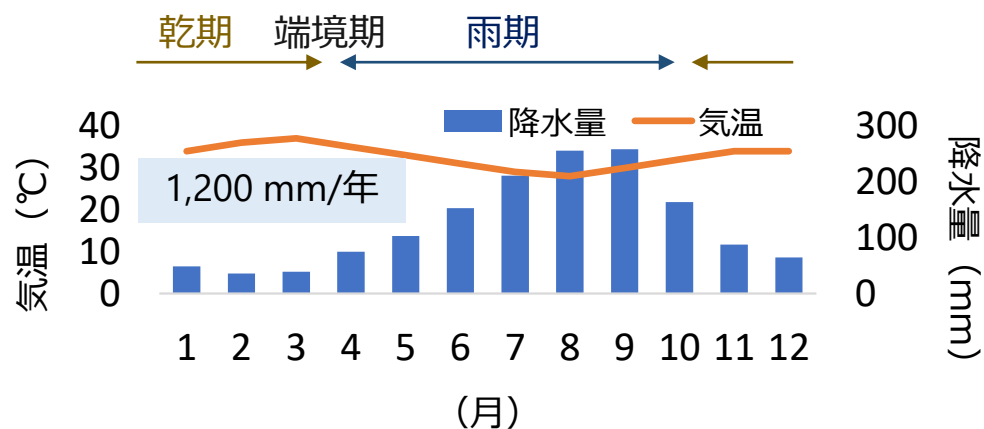
2-1. 調査地概要：ベナン国ジュグー市

■ベナン国

- 人口: 約1千万人 都市人口: 45% (中小都市約80% (2013年))
- 年間人口増加率: 3.5% (2002～2013年)

■ジュグー市

- 人口: 26.8万人 市中心部: 74,688人 (2013年)
 - ・ 経済首都コトヌーに次ぐ人口規模
- 熱帯サバナ気候 (Aw)
 - ・ 北東風ハルマッタン (乾期)



ジュグー市の降水量と気温



(雨温図出典: <http://hikersbay.com/climate-conditions/benin/djouougou/conditions-climatiques-en-djouougou.html?lang=fr>)

■収集および処理の責任は市役所

- ▶ごみの公道への投棄、自らによる埋め立てまたは焼却は法律で規制
- ▶低いごみ収集世帯カバー率（5.6% [B.E.S., 2017]）、組成の定量的把握なし

■認可NGOが有償で回収

- ▶家庭が任意で契約、直接料金支払い
- ▶収集されたごみは郊外に野積み

■インフォーマルセクターによるプラスチック類、金属類、厨芥類などの買取り



路上に投棄されたごみ



NGOによる家庭ごみの収集



硬質プラスチックの買取り拠点

3-1. 方法：オンライン支援による家庭ごみ組成調査

8/28

■予備調査

- 京都市および堺市のごみ組成調査へ参加（現地実施計4回、2021年8月～9月）
- ベナンのごみ組成の予備調査実施（オンライン計4回、2021年8月～10月）
→300以上の分類を参考に分類設定

■本調査

- 時期：2022年1月（乾期）、6月（雨期）
- 調査世帯：各 $n=10$
 - 収集NGOの契約世帯から選定
 - 乾期は2日間、雨期は2～5日間のごみ
- 実施方法：ビデオをつないで現地協力者が作業
 1. 家庭ごとに総重量、総体積測定
 2. 手作業で28種類へ分類
 3. 映像から分類の確認
 4. 分類ごとに湿重量、体積測定
- データの有効性の判定
 - 誤差率 (%) =
$$\left| \frac{(\text{総重量}) - \sum_i (\text{分類}i\text{の湿重量})}{(\text{総重量})} \right| \times 100 < 10$$



ごみの分類作業



分類の確認

■本調査

- 時期：2022年10月（乾期と雨期の端境期）
- 調査世帯： $n=9$
 - 収集NGOの契約世帯から選定
 - 1週間に発生、対象世帯による袋での保管
 - 謝礼として2,000 FCFA（約400円）
- 実施方法：現地実施
 - 発表者が手作業で3種類へ分類（硬質プラスチック、軟質プラスチック、PETボトル）
 - 湿重量測定
 - 軟質プラスチックは7種類に、PETボトルは4種類に細分類



分類前の軟質プラスチック

■本調査

- 時期：2022年10月（端境期）
- 調査世帯： $n=99$
 - ・ ジュグー市中心部の異なる家に住む人
 - ・ 市中心部の全19地区の人口比に応じ地区ごとに標本数算出
 - ・ 各地区内で5軒の間隔でランダムウォーク
- 実施方法
 - ・ 異なる種類のごみの管理実践について
 - ・ チェックリストに基づき口頭でインタビュー



調査協力者で行ったランダムウォークの様子

4-1. 結果：ごみの組成の都市間比較

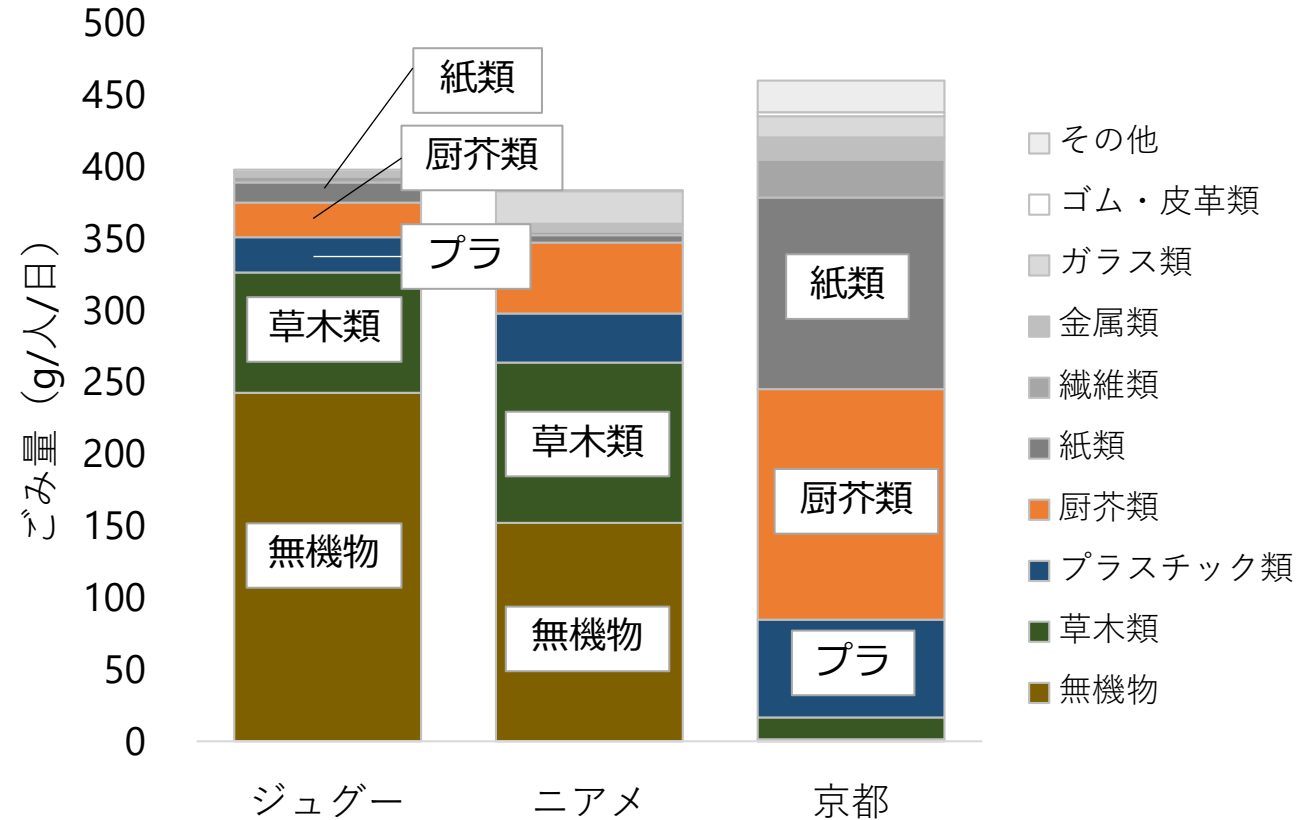
■ごみ収集量（乾期）

➤ 乾期: 410.3 ± 404.8 g/人/日 (avg. ±s.d.)

■組成（乾期）

➤ 無機物と草木類が多い（61.0%, 21.0%）
cf. 京都0.3%, 3.3% ニアメ48.3%, 21.6%

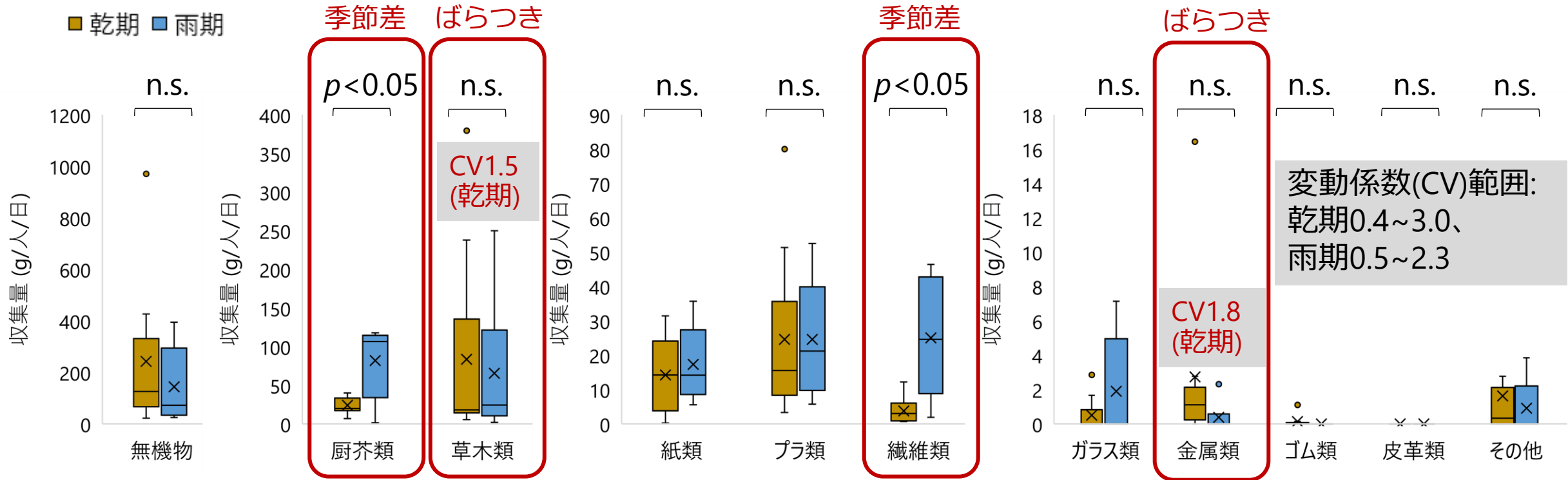
➤ プラは少ない（24.6 g/人/日, 6.2%）
cf. 京都68.1 g/人/日, 14.8%
ニアメ34.2 g/人/日, 8.5%



ジュグー市と他都市のごみの組成（湿重量ベース）

注：ジュグー市のデータは本研究の乾期の結果
出典：（青池, 2019; 京都市環境政策局, 2018）

4-1. 結果：ごみの組成ごとの季節差と世帯間ばらつき



一人あたり平均値に基づく組成ごとの収集量（湿重量ベース）

注：有効世帯数は乾期 $n=9$ 、雨期 $n=6$ 。うち重複は $n=5$ 。

厨芥類、繊維類に有意な季節差（Mann-WhitneyのU検定）
草木類、金属類に世帯間のばらつき

4-1. 考察：家庭ごみの組成

1. 主要なごみの発生源

▶ 無機物 (61.0%):

中庭を中心とした家の構成

→ 掃き掃除による砂の混入

cf. ニジエールでハルマッタンによる砂塵堆積
[Aoike 2019]

▶ 草木類 (21.0%): 落葉、薬草



ごみ中の無機物



ごみ中の草木類

2. ごみ量の削減へ

▶ 砂と草木類 (82.0%):

家の構成とともに変化か

▶ 砂:

雨期に61.0%、

乾期に39.8%の重量削減

分別の余地あり



ジュグー市の家の様子



地面のごみを集める掃き掃除

3. 季節差または世帯間のばらつきのある組成

➤ 厨芥類：雨期に果物の皮、
家庭での活発な資源利用

➤ 金属類：缶飲料消費の習慣の有無、
インフォーマルセクターへ売却の有無か



ごみ中の厨芥類
(オレンジの皮)



ごみ中の金属類

■PETボトル

➤用途例

- 市販の炭酸飲料
- 飲料空き容器へ入れた手作りジュース
- 油の販売容器

■硬質プラスチック

➤用途例

- バケツ、水瓶
- 軟膏容器
- 整髪剤ボトル

■資源化

- 買い取り: 75 FCFA/kg(約15円)
- PETボトルは再利用が主



市販飲料や手作り飲料の販売容器のPETボトル



硬質プラスチックの水の保管容器

■軟質プラスチック

➤用途例

- 買い物袋
- 飲料水の包装
- 菓子や食料品の包装

➤資源化

- 活発な買い取りなし



買い物袋や包装として使用される
手さげ袋と透明小袋

プラスチック袋に入った飲用水





透明小袋に入れて販売されるヨーグルト



調理済み食品が直接入った手さげ袋



汚れのある手さげ袋と透明の小袋



割れた硬質プラスチックの溶接による修理



インフォーマルセクターへの売却



子どもが取って売却



汚れありや
濡れは
着火剤に不適合

家庭自らの着火剤としての利用を通じた熱回収



汚れあり軟質プラスチックの投棄



家の前での野焼き

■発生量

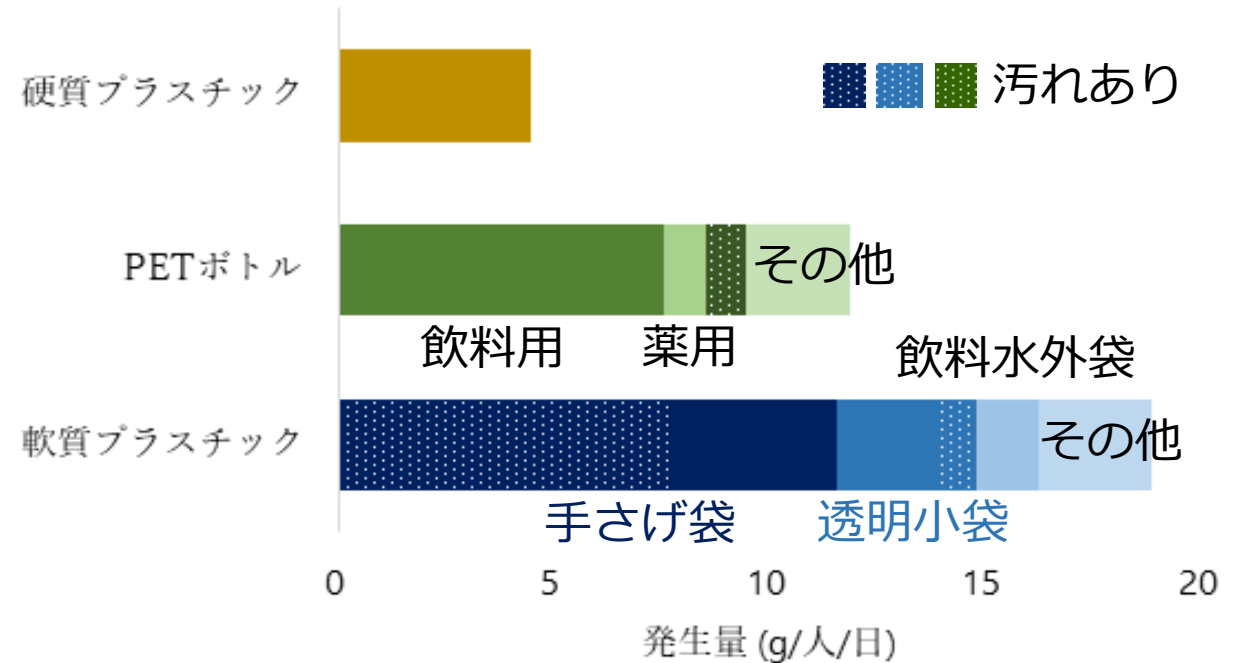
➤ 36.4 ± 25.2 g/人/週

■組成

- 軟質プラが多い（全体の53.5%）
 - 汚れあり/なし手さげ袋（全体の32.8%）

➤ 家庭レベルでの資源化ポテンシャル

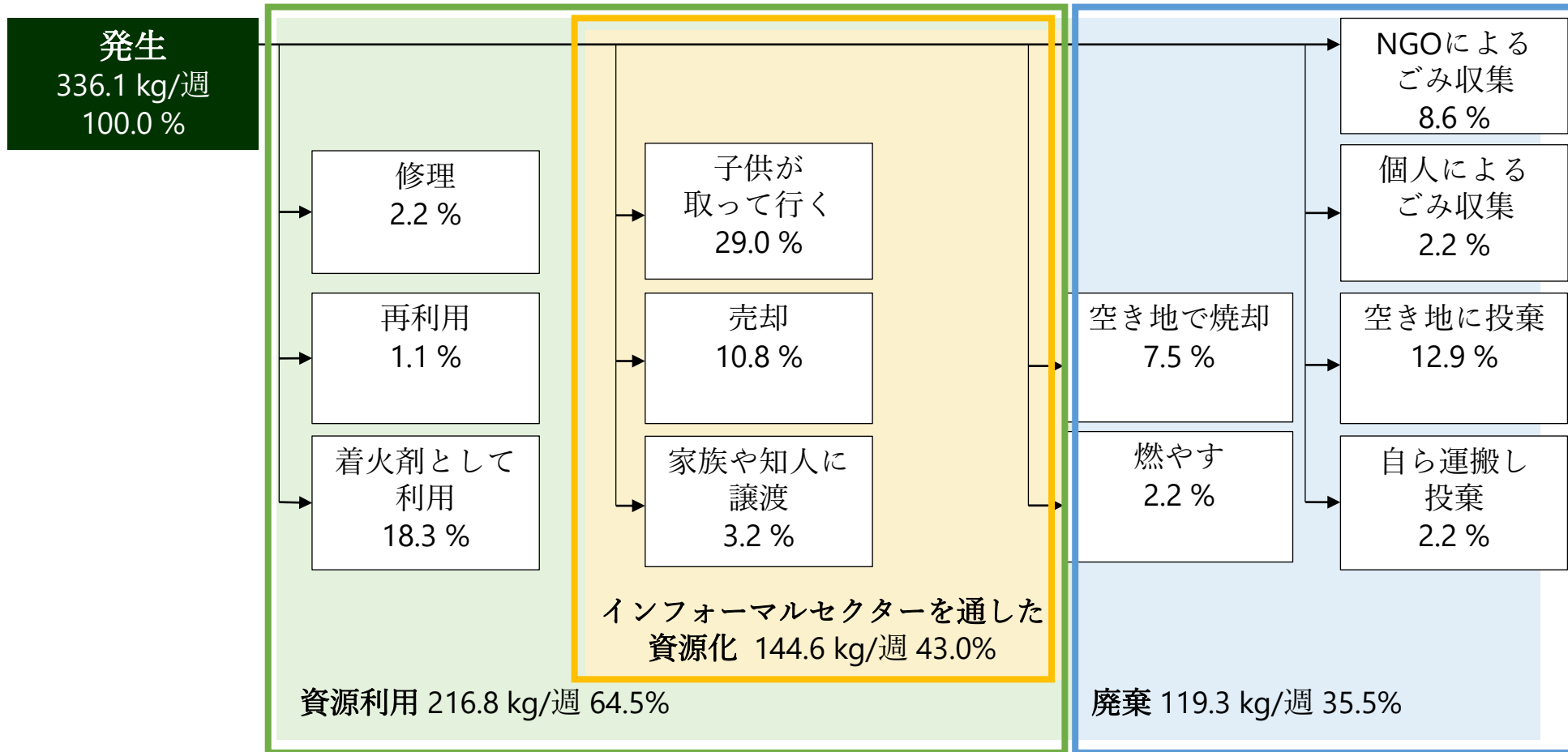
- 硬質プラスチック: 100.0%
→売却または着火剤利用可
- PETボトル: 92.2% (汚れありを除く)
→再利用可
- 軟質プラスチック: 41.3%
(汚れありと飲料水外袋を除く)
→着火剤利用可



プラスチック類の細組成（湿重量ベース）

硬質プラスチック、汚れなし手さげは100.0%の資源化ポテンシャル

4-3. 結果：硬質プラスチックの流れ

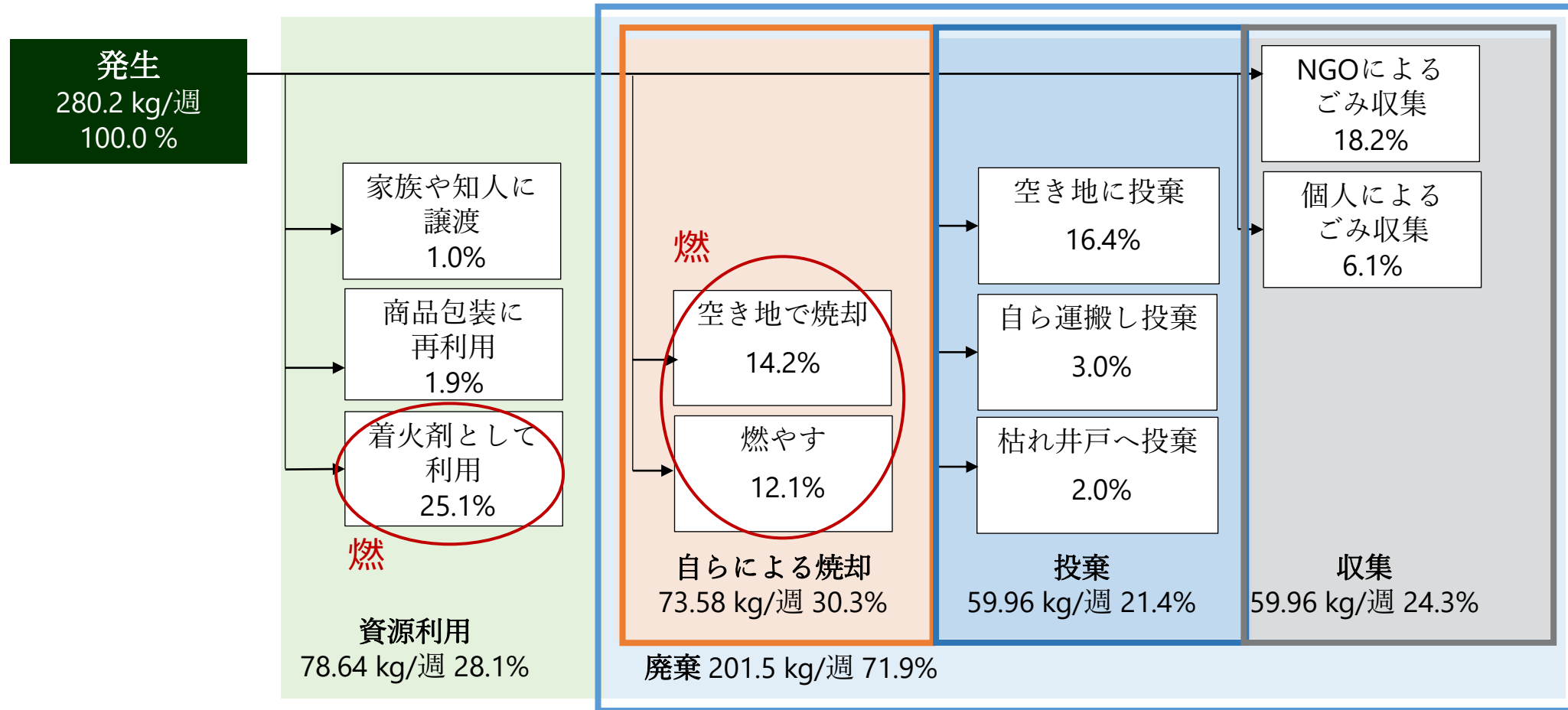


ジューグー市中心部における硬質プラスチックの流れ

注: プラスチック類の細組成の結果および市中心部人口 (74,688人) にもとづく

64.5%が資源利用、うち2/3はインフォーマルセクター
全量回収できるが35.5%のポテンシャル喪失

4-3. 結果：軟質プラスチックの流れ



ジュグー市中心部における汚れなし手さげ袋の流れ

注: プラスチック類の細組成の結果および市中心部人口(74,688人)にもとづく

インフォーマルセクターによる資源化なし
全体の51.4%は燃やされ、残りは投棄か収集

■硬質プラスチック

- 他地域でもインフォーマルセクターの資源化対象
(例: ベトナム[河井と大迫 2011]、ナイジェリア[Ogwueleka & B P, 2021])
- 廃棄は、売却までに時間がかかるが少額ゆえか
 - 75 FCFA (約15円) /kg (cf. ベナンの最低賃金: 4万円/月)
- 民間主導の資源化の促進

■軟質プラスチック

- 資源化ポテンシャルでも41.2%のみ、実際はさらに廃棄
- 廃棄の多さは他国と一致 (例: ケニア[Wachira et al., 2014]、エチオピア[Negussie & Mustefa, 2017])
- 廃棄は健康リスクの認識との関連か [Costas A. Velis & Cook, 2021]
- 行政主導の資源化か発生抑制

1. 家庭ごみの量および組成

- 収集量: 410.3 ± 404.8 g/人/日
- 主要品目: 無機物 (61.0%)、草木類 (21.0%)
 - 中庭由来が82.0%、今後の家の構成の変化で組成が大幅に変わる可能性
- 改善方策: 砂の分別

2. プラ類や食品残さの家庭での廃棄や資源利用の多様な実態とモノの流れ

- 市中心部での発生量:
 - 硬質プラスチック: 336.1 kg/週、汚れなし手さげ袋: 280.2 kg/週
- 資源化ポテンシャル:
 - 硬質プラスチック: 100.0%、PETボトル: 92.2%、軟質プラスチック: 41.3%
- 硬質プラスチックは民間主導の資源化システムの実現可能性が示唆
- 軟質プラスチックは焼却が51.4%、投棄も多く21.4%。行政主導の取り組みが重要

■今後の課題

1. 家庭で発生するすべてのごみを対象とした組成
2. プラスチック類以外のごみの管理実践
3. 家庭の構成員間でのごみ収集利用の責任の分担や役割の理解
 - 分別促進の呼びかけを視野に
4. インフォーマルセクターの買取り後の活動実態
 - 不法投棄の有無
 - 調査地外の輸出先のネットワーク
5. 方策導入時の効果の検証
 - 役割の分担や金銭の流れの変化

- 本研究にかかる調査は、以下の支援を受けて実施した
 - 日本学生支援機構 エクスプローラープログラム
 - 一般社団法人協力隊を育てる会「帰国隊員支援プロジェクト」

- 河井紘輔・大迫政浩. (2011) 「ベトナム国ハノイ市における有価物フロー推計」、『環境衛生工学研究』第25巻第2号、21-29 .
- 京都市環境政策局. (2018). 平成30年度家庭ごみ細組成調査報告書（詳細版） .
- Aoike, U. (2019). Household Waste and Local Solid Waste Collection in Niamey, Republic of Niger. *African Study Monographs*, 58, 93–114.
- B.E.S. (2019). Rapport Diagnostic de l'Etude de Référence du Projet d'Appui à la Gestion de Déchets Solides Ménagers dans la Ville de Djougou.
- Costas A. Velis and Ed Cook. (2021). Mismanagement of Plastic Waste through Open Burning with Emphasis on the Global South: A Systematic Review of Risks to Occupational and Public Health. *Environmental Science & Technology* 2021 55 (11), 7186-7207.
- Fahmi, W., & Sutton, K. (2010). Cairo's contested garbage: Sustainable solid waste management and the Zabaleen's right to the city. *Sustainability*, 2(6).
- Masocha, M., (2006). Informal waste harvesting in Victoria Falls town, Zimbabwe: socio-economic benefits. *Habitat Int.* 30, 838–848.
- Mbiba, B. (2014). Urban solid waste characteristics and household appetite for separation at source in Eastern and Southern Africa. *Habitat International*, 43, 152–162.
- Negussie, B., & Mustefa, J. (2017). Community's perception of utilization and disposal of plastic bags in Eastern Ethiopia. *Pollution*, 3(1), 147–156.

- Nxumalo, S. M., Mabaso, S. D., Mamba, S. F., & Singwane, S. S. (2020). Plastic waste management practices in the rural areas of Eswatini. *Social Sciences & Humanities Open*, 2(1), 100066.
- Nzeadibe, T.C., Iwuoha, H., (2008). Informal waste recycling in Lagos, Nigeria. *Commun. Waste Resour. Manage.* 9, 24–30.
- Ogwueleka, T. C., & B P, N. (2021). Activities of informal recycling sector in North-Central, Nigeria. *Energy Nexus*, 1(April), 100003.
- Okot-Okumu, J., & Nyenje, R. (2011). Municipal solid waste management under decentralisation in Uganda. *Habitat International*, 35(4), 537–543.
- Oteng-Ababio, M., Melara Arguello, J. E., & Gabbay, O. (2013). Solid waste management in African cities: Sorting the facts from the fads in Accra, Ghana. *Habitat International*, 39, 96–104.
- Yoda, R.M., Chirawurah, D., Adongo, P.B., (2014). Domestic waste disposal practice and perceptions of private sector waste management in urban Accra. *BMC Publ. Health* 14 (1), 697.
- World Bank. (2018). *What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Publications.