

課題番号：3G-2201

研究課題名：ごみの排出・収集時における感染防止対策に関する研究

研究代表者名：山田正人（国立環境研究所）

体系的番号：JPMEERF20223G01

重点課題：社会構造の変化に対応した持続可能な廃棄物の適正処理の確保に関する研究・技術開発

行政ニーズ：感染症対策を踏まえた地域における持続可能な資源循環・廃棄物処理システム構築に関する研究

研究実施期間：2022年度～2024年度

【研究体制】

サブテーマ1

河井紘輔（国立環境研究所）

多島良（国立環境研究所）

サブテーマ2

清和成（北里大学）

古川隼士（北里大学）

アマラシリ モハン（北里大学）

サブテーマ3

山田正人（国立環境研究所）

石垣智基（国立環境研究所）

1.研究背景、研究開発目的及び研究目標

【研究背景】 新型コロナウイルス感染症の世界的な流行は、廃棄物処理が社会生活を支える重要なライフラインの一つであることを再認識させた。市中からの速やかなごみの排除という廃棄物処理が本来有する防疫の機能が発揮されたといえる。厳しいロックダウン措置が取られた諸外国では、ごみの排出について、事業系の廃棄物が減少した一方で生活系の廃棄物の増加し、廃棄物の総量にはほとんど変化がなく、段ボール類の増加以外には組成に目立った変化が見られなかった。マスクや防護具等の資源化物への混入により、資源品の選別作業者の安全性が懸念され、一時的に資源化を中止するなどの対応がとられたケースがあった。収集に関しては、排出量や場所の変化に応じた車両運行計画の見直しや、密閉空間となりやすい車内の人員削減のため、作業時間の延長等の影響が生じていた。

【研究開発目的】 日本の一般廃棄物処理では集められたほとんどのごみが焼却処理されるため、防疫機能はそこで完結する。よって家庭等でのごみの保管、排出、収集ならびに運搬といったそこへ向かうまでの過程で、作業員や市民への感染防止対策を徹底すれば、より強固な防疫機能を手に入れられる。また多量のごみに接する作業員への感染防止は、ライフラインである収集事業を継続させるために重要である。ごみにほぼ非接触なコンテナ傾倒式のごみ収集車ではなく、手積み式収集車が主流な日本では積み込み作業時の対策が特に重要な事項となる。またペットボトルやその他プラスチックのような焼却へは向かわない資源ごみにおいて感染源の存在状況を把握することも重要である。本研究では新型コロナウイルス感染症を事例として、感染症流行時における分別区分や家庭内保管や梱包の方法、ごみ集積場の管理、収集作業における飛沫等への曝露防止などの感染防止対策とその効果を科学的な裏付けを持って示し、ごみ収集事業の継続のために必要な事項をまとめることを目的とする。

1.研究背景、研究開発目的及び研究目標

【研究目標】

新型コロナウイルス感染症を事例として、感染症流行時における分別区分や家庭内保管や梱包の方法、ごみ集積場の管理、収集作業における飛沫等への曝露防止などの感染防止対策とその効果を科学的な裏付けを持って示し、ごみ収集事業の継続のために必要な事項をまとめる。

2.研究目標の進捗状況

(1) 進捗状況に対する自己評価 (サブテーマ1)

サブテーマ1：感染症の感染拡大・収束に伴うごみの排出行動と排出量の変化に関する研究

【サブテーマ1の研究開発目標】 新型コロナウイルス感染症の拡大・収束による、市民のごみ出し行動の変化およびその要因と廃棄物処理システムへの影響を、一時的なものと恒常的なものに区別して明らかにする。公衆衛生や適正処理の観点から、新たな感染症の拡大にも備えた、ごみの排出及び収集のあり方を提示する。

【令和4年度の研究計画】 新型コロナウイルス感染症の感染状況が異なるモデル地域の行動の規定要因の実態を把握し、行動の規定因を説明するモデルを構築する。モデル地域における令和2年4月～6月頃のごみ排出量の変化の地域差を分析する。

【令和5年度の研究計画】 ごみ排出行動の変化が廃棄物処理システムに与える影響について、新型コロナウイルス感染症の感染拡大状況との関連性を整理する。モデル地域のごみの日別排出量より詳細な分析を行う。またごみ排出行動とごみ排出量の因果関係の構造化を試みる。

【令和6年度の研究計画】 新型コロナウイルス感染症の収束に伴うごみ排出行動の変化を明らかにする。令公衆衛生や適正処理の観点から、新たな感染症の拡大にも備えた、ごみの排出及び収集のあり方を提示する。

【自己評価】 計画通り進展している。

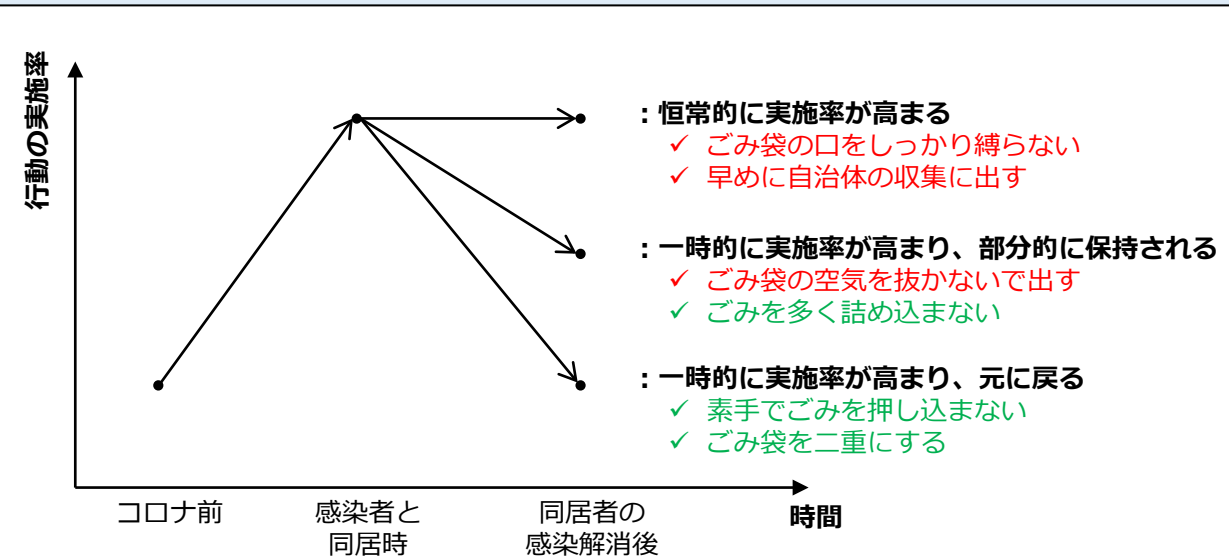
2. 研究目標の進捗状況

(2) 自己評価に対する具体的な理由・根拠と目標達成の見通し (サブテーマ1)

【具体的な理由・根拠】

コロナ禍における3回の緊急事態宣言すべてにおいて、宣言発出によりごみ排出量の減少がみられた。また、宣言解除によりごみ排出量の増加がみられた。これは主に家庭系ごみ排出量の増加が影響しており、可燃ごみだけでなく、不燃ごみ、粗大ごみ、資源ごみに関しても宣言解除後の排出量増加がみられた。一方、特に人口の多い自治体における事業系ごみ排出量の落ち込みが目立った。緊急事態宣言の発出と解除に呼応した傾向を踏まえて、感染防止対策も踏まえた合理的なごみ処理体制を検討・計画することが求められる。

自宅療養する感染者と非感染者が同居する世帯でのごみの取り扱い行動には、一時的に変わるものと恒常的に変わるものがあり、中でも、ごみ袋の空気を抜かないで出す、ごみ袋の口をしっかりと縛らないで出す、3日以上待たないで自治体の収集に出すという、ごみを介した二次感染を招きかねない行動は一時的・恒常的に高まっていたことが示唆された。また、これらの行動をとる要因を検討した結果から、感染症のリスク認知、ごみを介した感染リスクの認知の両者を高めるような積極的な情報周知に関する一定の有効性が示唆された。



【目標達成の見通し】新型コロナウイルス感染症の拡大・収束による、市民のごみ出し行動の変化については、特に二次感染対策としての行動について、すでに一時的なものとは恒常的なものに区別して明らかにできている。今後、資源回収に係る行動等の変化についても特定の地域に着目して調査を進めることで目標を高い水準で達成することができると見込まれる。

2.研究目標の進捗状況

(1) 進捗状況に対する自己評価 (サブテーマ2)

サブテーマ2：ごみの排出・収集時における感染源の存在状況の把握に関する研究

【サブテーマ2の研究開発目標】 廃棄物の排出・収集作業における感染リスクの評価に向け、唾液・鼻汁等の体液の付着状況の迅速検出手法を確立する。ごみ排出状況および収集作業における体液の存在と作業員等への曝露可能性について明らかにする。

【令和4年度の研究計画】 廃棄物の排出および収集プロセスにおいて、ウイルスへの曝露および感染リスクの評価に向けた試験方法として、唾液および鼻汁等の体液の存在を迅速に検出する拭き取り（スワブ）試料に対する抗原抗体検査および遺伝子検査手法を検討する。

【令和5年度の研究計画】 前年度に開発された手法を用いて、体液が付着したごみの存在状況を把握する。衛生用品や食器など体液が直接付着するごみと、それらが混合した場合に他のごみや液体に移行する程度を把握する。

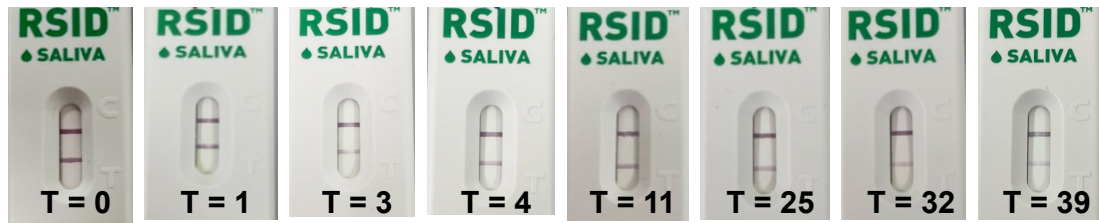
【令和6年度の研究計画】 ごみ排出・収集作業における感染源への曝露可能性に関して、ごみ収集車を用いたモデル実験をサブテーマ3と共に実施する。マスク等の個人用防護具や、作業着等への付着、ならびに三密防止策の効果について検証し、感染リスク要因を示す。

【自己評価】 計画通り進展している。

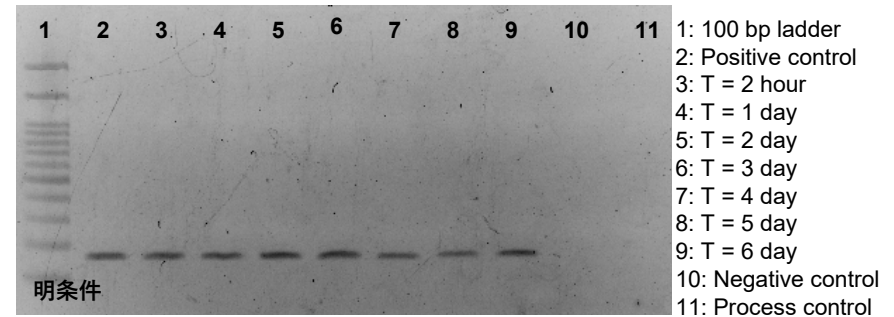
2. 研究目標の進捗状況

(2) 自己評価に対する具体的な理由・根拠と目標達成の見通し (サブテーマ2)

【具体的な理由・根拠】 病原体（感染源）への曝露評価に際して、廃棄物に付着、含有されている病原体自体ではなく、病原体を含む体液（唾液・鼻汁）をトレーサーとして用いることで、病原体が廃棄物の外袋を含めたどこにどの程度付着しているかを推定する手法を開発した。唾液についてはヒト唾液アミラーゼ特異的モノクローナル抗体キット、鼻汁については鼻粘膜に特異的に存在している抗菌性タンパク質関連遺伝子を対象とし、検出下限およびヒト体液を特異的な検出について検証した。これらの方法によって、あらかじめ廃棄物の種類ごとに体液の付着、含有部位やその量を明らかにしておくことで、今後同様の新たな感染症が流行した際にも、臨床現場から患者体液中に含まれる病原体量や最小感染、発症病原体濃度などの情報が得られれば、廃棄物処理業従事者の廃棄物収集、処理過程における感染リスクを推定するとともに、適切な感染防御対策を明らかにできると考えられる。



ごみ袋表面のスワブ試料における α -アミラーゼ検出の経日変化



ごみ袋表面における鼻汁由来遺伝子の時間的感度

【目標達成の見通し】 確立された唾液・鼻汁検出法を用いて、ごみ袋表面における体液の分布特性およびごみ袋内部での液体への体液移行特性をスワブ試料により評価する予定である。また、エアロゾルとして飛散した体液の回収、検出についても検討する。サブテーマ3と共同で実施する収集作業モデル実験において、作業員への体液付着頻度、既存の感染者体液中のウイルス含有濃度、感染力保持率、感染リスクを推定する予定である。体液の特異的検出手法が確立できていることから、上記のデータ取得を進めることで、当初目標が達成できるものと考えている。

2.研究目標の進捗状況

(1) 進捗状況に対する自己評価 (サブテーマ3)

サブテーマ3：感染症流行時におけるごみ収集時の感染防止対策に関する研究

【サブテーマ3の研究開発目標】一般廃棄物の収集事業で行われている作業員等の感染防止への取り組みをまとめる。収集車への積み込み作業時における廃棄物に含まれる液体の漏出・飛散と作業員への曝露の状況を明らかにする。以上より感染症流行時において収集事業の継続に必要な感染防止対策をまとめる。

【令和4年度の研究計画】新型コロナウイルス感染症の感染が著しかった地域の収集事業主体における収集作業員等への感染防止の取り組みを把握する。全国の自治体にアンケート調査を行い、収集事業の継続という観点から感染防止対策の現状をまとめる。

【令和5年度の研究計画】自治体のごみ収集作業の実態を調査する。ごみ集積所などにおけるごみの梱包状態や獣害などによる液漏れ、積み込み時のごみ袋の破裂による飛散など、ごみ収集作業時において感染リスクが生ずる場面を特定し、次年度のために条件設定を行う。

【令和6年度の研究計画】模擬ごみならびにごみ収集車を用いて、作業員による収集作業のモデル実験を行う。ごみの排出状況など前年度に設定した条件下で、ごみから発した液体とそこに含まれる体液が作業員に付着する程度と個人用防護具等の効果をサブテーマ2と共同で評価し、収集作業における具体的な感染防止を示す。

【自己評価】計画通り進展している。

2. 研究目標の進捗状況

(2) 自己評価に対する具体的な理由・根拠と目標達成の見通し (サブテーマ3)

【具体的な理由・根拠】 文献調査および実地調査によって抽出された、感染が起こりうる場面（場所と行為）と想定される感染経路である感染ハザードを示した（右表）。事務所や収集車内における三密の回避に関する対策と収集車内の消毒は多くの自治体が入り入れていたが、共有されている検知器に呼気を直接吹きかけるアルコールチェック、作業中に頻繁に行われる降車して積み込み前に手袋を装着し、作業が終わると乗車前に手袋を脱着するという動作は、さらなる感染防止のために注意が必要な場面である。感染ハザードが想定される場面・行為に対する注意喚起を継続し、感染防止意識や行動を定着させることが有効であると考えられた。

【目標達成の見通し】 これまで得られた知見を3年目に予定している収集作業のモデル実験に反映させ、サブテーマ1ならびにサブテーマ2の成果を併せて集約することにより、本研究の目的は達成できる見通しである。

ごみの収集作業で想定される感染が起こりうる場面（抜粋）

場面		感染ハザード (想定される感染経路)
場所	行為	
事務所	会話	飛沫感染
	室内への滞在	飛沫核感染
	会合	飛沫感染・飛沫核感染
	飲食	飛沫感染・接触感染
	アルコールチェック ・体温測定	飛沫感染・接触感染
収集車内	移動中の会話	飛沫感染
	車内への滞在	飛沫核感染
	休憩時の飲食・喫煙	接触感染
ごみステーション	住民からのごみの手渡し	飛沫感染
	ごみネット・ 収納庫の開閉	接触感染
	破れたごみ袋の積み込み	飛沫感染・接触感染
	ごみ袋の積み込み	接触感染
	手袋の装脱着	接触感染
	ごみ袋の破袋	飛沫感染・接触感染
	袋開封による分別確認	接触感染
	機器の誤動作	飛沫感染・接触感染

3.研究成果のアウトカム（環境政策等への貢献）

【行政等が活用することが見込まれる成果】

具体的な感染が起こりうる場面をリストアップし、また、自治体における感染防止対策の実施状況を示したことは、引き続き感染が続いている収集事業における新型コロナウイルス感染防止対策の見直しと改善、また今後生じうる感染症の流行への対応に大きく寄与するものであり、国ならびに自治体の行政に活用されるものと考えます。

【行政等が既に活用した成果】

環境省が発行した「廃棄物に関する新型コロナウイルス感染症対策ガイドライン」の監修として参加し、本研究で得られた知見、特に作業前後ならびに作業中の個人防護具の適切な脱着と消毒が感染防止に重要であることをガイドラインに反映させた。

4. 研究成果の発表状況

【誌上発表（査読あり）：0件】

【知的財産権：0件】

【口頭発表（学会等）：4件】

1) Yamada M. (2022) Impact of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management in Japan. 8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE ENERGY AND ENVIRONMENT

2) 山田正人, 石垣智基 (2023) 感染症流行時のごみ収集作業における感染ハザードの特定について. 第44回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 165-167

3) Tajima R. (2022) COVID-19 impact on waste management behavior: a review. 8th International Conference on Sustainable Energy and Environment.

4) Kawai K. (2022) Municipal solid waste generation in major cities of Japan during the COVID-19 pandemic. 8th International Conference on Sustainable Energy and Environment.

【国民との科学・技術対話：0件】

5.研究の効率性

- 新型コロナウイルス感染症の蔓延に伴うごみの取扱い行動の実態とその規定因について、アンケート調査の統計解析により明らかにした。アンケート調査については、コロナ禍以降の調査件数の増加に伴って必要回答数が得ることが難しくなる傾向にあるが、計画的な調査を行うことで解析に必要な回答数を得ることができた。また、コロナ禍における自治体のごみ排出量データを収集し、緊急事態宣言の発出・解除との関係性を明らかにしたが、自治体選定時に規模や地域性を考慮することで、地域別の解析も同時に実施できるよう工夫を加えた。このように調査の効率化を図ることで、計画に沿った進捗が得られたと評価される。
- ごみ袋表面からの体液（唾液、鼻汁）検出法の開発にあたっては、一からの手法の開発にこだわらず既存のキットの有効活用も図ることで、手法の速やかな構築に至り、ヒト由来体液の特異性、検出下限値、時間的検出感度に関する検討に注力することが可能となった。
- アンケート調査ならびに現地調査により、ごみ収集事業で想定される感染ハザードと導入された対策の実際を把握したが、調査にあたっては記録映像の撮影を行い、チーム内での情報共有・意見交換を量ることができた。さらに同映像は今後の成果公表・普及時の重要なマテリアルとして活用できるようとりまとめた。感染ハザードリストに加えて、感染防止対策で改善すべき点や追加すべき点をビジュアルを用いて示す準備ができているなど、当初計画に沿った進捗が得られたと評価される。
- サブテーマ1・サブテーマ3で実施する実態調査・アンケート調査においては、事前に調査項目を調整することで、調査の合理化・効率化と外注業務の契約の効率化を図った。
- サブテーマ2・サブテーマ3で共同実施する予定の収集作業モデル実験については事前に実施内容・方法のすり合わせを図り効率的で十分な調査結果が得られるよう調整を図った。
- サブテーマ間での意見交換・研究推進に係るオンライン・対面会議をKO会合・AD会合とは別に計3回実施。研究協力者・委託業務先などとも情報共有することで、研究を効率的に推進した。