

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

研究区分：環境問題対応型研究（技術実証型）

研究実施期間：2022（令和4）年度～2024（令和6）年度

課題番号：3G-2201

体系的番号：JPMEERF20223G01

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

Project Title : Studies on Infection Prevention Measures During Collection and Transportation of Municipal Solid Waste

研究代表者：山田 正人

研究代表機関：国立環境研究所

研究分担機関：北里大学

キーワード：一般廃棄物、排出、収集、新型コロナウイルス感染症、感染防止対策

2025（令和7）年11月



環境研究総合推進費
Environment Research and Technology Development Fund



独立行政法人
環境再生保全機構
ERCA Environmental Restoration and Conservation Agency

目次

環境研究総合推進費 終了研究成果報告書	1
研究課題情報	3
<基本情報>	3
<研究体制>	3
<研究経費>	4
<研究の全体概要図>	5
1. 研究成果.....	6
1. 1. 研究背景	6
1. 2. 研究目的	6
1. 3. 研究目標	6
1. 4. 研究内容・研究結果.....	7
1. 4. 1. 研究内容	7
1. 4. 2. 研究結果及び考察.....	7
1. 5. 研究成果及び自己評価.....	9
1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献.....	9
1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価.....	10
1. 6. 研究成果発表状況の概要.....	13
1. 6. 1. 研究成果発表の件数.....	13
1. 6. 2. 主要な研究成果発表.....	13
1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動.....	14
1. 7. 國際共同研究等の状況.....	14
1. 8. 研究者略歴	14
2. 研究成果発表の一覧.....	16
(1) 研究成果発表の件数.....	16
(2) 産業財産権	16
(3) 論文	16
(4) 著書	16
(5) 口頭発表・ポスター発表.....	17
(6) 「國民との科学・技術対話」の実施.....	18
(7) マスメディア等への公表・報道等.....	18
(8) 研究成果による受賞.....	19
(9) その他の成果発表	19
権利表示・義務記載	19

Abstract

研究課題情報

<基本情報>

研究区分 :	環境問題対応型研究（技術実証型）
研究実施期間 :	2022（令和4）年度～2024（令和6）年度
研究領域 :	資源循環領域
重点課題 :	【重点課題12】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 【重点課題10】地域循環共生圏に資する廃棄物処理システムの構築に関する研究・技術開発
行政ニーズ :	(3-4) 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
課題番号 :	3G-2201
体系的番号 :	JPMEERF20223G01
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 :	山田 正人
研究代表機関 :	国立環境研究所
研究分担機関 :	北里大学
研究協力機関 :	

<研究体制>

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」

<サブテーマリーダー（STL）、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	国立環境研究所	資源循環領域	主任研究員	河井絢輔	
分担者	国立環境研究所	資源循環領域	主任研究員	多島良	

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」

<サブテーマリーダー (STL)、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	北里大学	医療衛生学部	教授	清和成	
分担者	北里大学	医療衛生学部	准教授	古川隼士	
分担者	北里大学	医療衛生学部	講師	Mohan Amarasiri	2022年10月～2024年3月
分担者	北里大学	医療衛生学部	講師	星子裕貴	2024年5月～2025年3月

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」

<サブテーマリーダー (STL)、研究分担者、及び研究協力者>

役割	機関名	部署名	役職名	氏名	一時参画期間
リーダー	国立環境研究所	資源循環領域	室長	山田正人	
分担者	国立環境研究所	資源循環領域	上級主幹研究員	石垣智基	

<研究経費>

<研究課題全体の研究経費（円）>

年度	直接経費	間接経費	経費合計	契約上限額
2022	14,341,260	4,301,740	18,643,000	18,643,000
2023	14,127,390	4,232,610	18,360,000	18,360,000
2024	14,469,110	4,338,890	18,808,000	18,808,000
全期間	42,937,760	12,873,240	55,811,000	55,811,000

<研究の全体概要図>

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：山田正人／国立環境研究所
研究期間：2022～2024年度（3年間）
経費：2022年度18,643千円（3年間総額55,811千円）

行政ニーズ3-4 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

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
河井・多島（国環研）

サブテーマ2：生活様式の変化による排出行動とごみ組成・量の分析
山田・石垣（国環研）

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
山田・石垣（国環研）

モデル収集実験による作業員の感染源への曝露可能性の評価
モハーン（北里大）

体液（唾液）計測によるごみ中の感染源評価法の確立

サブテーマ2：ごみの排出・収集時における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。
清・古川・モハーン（北里大）



1. 研究成果

1. 1. 研究背景

2020年から始まった新型コロナウィルス（COVID-19）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。

社会では、新型コロナウィルス感染症の感染拡大に伴い、ワークスタイル・ライフスタイルの大幅な変更を余儀なくされ、その結果として国民の消費活動や廃棄行動にも大きく影響が及んだ。就業・就学はテレワークによる自宅での活動が推奨され、外出先での消費が低下した結果、生活系ごみの排出量が増加した一方で、事業系ごみの排出量が減少したと報道された。コロナ禍におけるごみ量やごみ処理体制の変化に関しては、特にコロナ禍初期には個人防護具等の使い捨て商品の消費に伴うごみ量に着目した論文が速報的に数多く発表された。しかし、ごみ量の変化を俯瞰的に分析し、コロナ禍における社会的要因に考察を加え、新たな感染症の拡大への備えを提言した研究は国内外で見当たらない。

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、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。

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。特に多量のごみに接する収集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、積み込み作業時にその効率を損なわせずに有効な対策が必要となる。環境省は2020年9月に「廃棄物に関する新型コロナウィルス感染症対策ガイドライン」（環境省環境再生・資源循環局、2020a）を発出した。ごみから作業員への感染源の伝搬を科学的に評価することで、このガイドラインに記載されている廃棄物の収集、運搬に係る感染防止策を検証および改善してゆくことは、今後の感染症への備えとして重要である。

1. 2. 研究目的

本研究は、行政ニーズ（3-4）「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」に対応して、新型コロナウィ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. 3. 研究目標

<全体の研究目標>

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
全体目標	新型コロナウィ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。

<サブテーマ1の研究目標>

サブテーマ1名	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実施機関	国立環境研究所
サブテーマ1目標	新型コロナウィルス感染症の拡大・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。
--	-----------------------------

<サブテーマ2の研究目標>

サブテーマ2名	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実施機関	北里大学
サブテーマ2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。

<サブテーマ3の研究目標>

サブテーマ3名	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実施機関	国立環境研究所
サブテーマ3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。

1. 4. 研究内容・研究結果

1. 4. 1. 研究内容

サブテーマ1では、新型コロナウイルスに汚染されたごみの取りまとめや排出を介した二次感染対策の実態が実証的に示されていなかったことから、家庭内におけるウイルス汚染ごみの取扱い方法に関する実態を明らかにするため、全国の市民を対象にwebアンケート調査を実施した。テレワークとごみ量の関係性についてはこれまで定量的に評価されていなかったため、コロナ禍におけるテレワーク実施率とごみ総排出量との関係性を都道府県別に検証した。2019年度から2021年度までの3年間の月別ごみ量を政令市および中核市等を対象に調査し、56自治体における2020年度及び2021年度の月別ごみ排出量の変化（2019年度同月比）を分析した。コロナ禍における年単位のごみ量の変化の地域差を検証するため、一般廃棄物処理実態調査結果をもとに、仮にコロナ禍がなかった場合のコロナ禍の2020年度から2023年度までの4年間のごみ量を予測し、実績値と比較した。新型コロナウイルス感染症の拡大が集団回収活動に与えた影響を考察するため、A市において集団回収活動団体に関する調査を実施した。

サブテーマ2では病原体の伝播源となる体液をマーカーとした迅速な定性、定量検出手法を確立した。またサブテーマ3と共同で、これを用いたごみ排出および収集作業の各工程における体液の存在のスクリーニングにより、作業員等への病原体の曝露可能性を評価することで、感染症流行時におけるごみ排出から収集作業までの一連の流れにおける感染防止対策とその効果について、科学的な裏付けを持ったデータを提示することを目的とした実験検証を実施した。

サブテーマ3ではごみ収集作業における感染リスクと感染防止対策を労働安全衛生の分野で用いられているリスクアセスメント表を用いて評価した。文献ならびに現地調査よりごみ収集作業において感染が起こる可能性がある場面を抽出した。自治体に対して感染防止対策の導入に関するアンケート調査を行った。感染が起こる可能性がある場面のそれぞれが生ずる頻度や時間を、ごみ収集事業の運営主体である自治体等へのアンケート調査で把握した。この頻度・時間とサブテーマ2と共同で行った収集作業時における体液伝搬実験の結果を合わせて感染リスクの大きさを評価し、ごみ収集作業における感染防止対策とその重要度をリスクアセスメント表にまとめた。

1. 4. 2. 研究結果及び考察

サブテーマ1ではごみ排出行動と排出量への新型コロナウイルス感染症の影響の実態を明らかにしたことに加え、その背景についても一定の示唆が得られ、新たな感染症が流行した際にも資源循環に関する対策に資する研究成果を創出した。家庭内におけるウイルス汚染ごみの取扱い方法に関する実態としては、同居者

が感染することで「素手でごみを押し込まない」「すぐ集積所に出さない」「ごみ袋を二重にする」という感染拡大防止行動は一時的に実施され、感染後には感染前と同程度の水準まで実施率が下がっていたが、「ごみ袋の口をしっかりと縛る」「ごみ袋の空気をできるだけ抜く」「できるだけ多くのごみを詰める」という行動は、感染拡大防止行動として実施率が低下した後、感染後にも低下したままとなったと考えられた。生活系ごみ排出量はコロナ禍におけるテレワーク実施率と正の弱い相関があり、一方、事業系ごみ排出量はテレワーク実施率と負の相関があった。すなわち、テレワーク実施率の高い地域ほど生活系ごみ排出量が多くなっており、「巣ごもり需要」による消費に伴う生活系ごみ排出量の増大につながったと言える。56自治体における2020年度及び2021年度の月別ごみ排出量の変化（2019年度同月比）を分析した結果、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、3回の緊急事態宣言すべてにおいて、宣言解除によりごみ排出量の増加がみられた。新型コロナウイルス新規感染者数が減少する時期には生活系ごみ排出量が増加し、逆に新規感染者数が増加する時期には生活系ごみ排出量が減少した。つまり、新規感染者数と生活系ごみ排出量は負の相関関係にあったということが示唆される。仮にコロナ禍がなかった場合のコロナ禍の2020年度から2023年度までの4年間のごみ量を予測し、コロナ禍における実績値と比較したところ、コロナ禍における生活系ごみ排出量、事業系ごみ排出量、金属類資源化量、ペットボトル資源化量はコロナ禍以前と比べて明らかに傾向が異なった。人口増加している自治体群の方が人口減少している自治体群よりもコロナ禍によるごみ量への影響を大きく受けていることが分かった。人口減少している自治体群の集団回収量はコロナ禍で急速に落ち込み、コロナ禍によって集団回収の活動が加速度的に衰退しつつあることが示唆された。新たな感染症の流行は集団回収の低迷、さらには地域コミュニティの衰退にもつながることを国や自治体は認識すべきであり、集団回収に関する事業継続計画（に類する計画）を準備しておき、共助に依存せずに、集団回収に関する公助のあり方を再考すべきである。A市における集団回収活動団体に関する調査では実施する団体として登録を行ったものの実際には活動実態がなかった団体は、子供会を中心に、2020年度に最も多く、新型コロナウイルス感染症の影響があったことが示唆された。しかし、2021年度は新規登録団体数も他の年度と比較して多く、社会全体として集団回収に対する忌避感があったとは言えないと考えられた。

サブテーマ2では、体液の付着状況の迅速検出手法として、唾液の α -アミラーゼをマーカーとした抗原抗体法に基づく定性、定量スクリーニング法、鼻汁中のBPIFA1 (BPI fold containing family A member 1) 遺伝子をマーカーとしたPCRに基づく定性、定量スクリーニング法を確立した。また、サブテーマ3と共同で行ったごみ収集作業時における一連の場面での感染源の伝播可能性の評価では、「ごみ出し時」では、汚染されたごみの汚染部に触れてしまうと感染源が手に伝播し、汚染された手でごみ袋を閉めるとごみ袋口部に伝播、そのごみ袋口部を持ってごみ集積場まで運ぶと手に伝播することを明らかにした。「収集作業移動時の車内」では、会話によって車内のハンドルに感染源が付着すること、3分程度の短時間であればマスクによる防護効果が認められるが、15分程度の会話が続くとマスクを着用していても感染源が伝播すること、車室内の容積にも依存するが、換気をすることで感染源伝播の可能性が低減することを明らかにした。「収集作業時」には、汚染されたごみに触れたごみネットや表面が汚染されたごみ袋の積み込みによって作業者のグローブへと感染源が伝播し、その状態で収集車の動作スイッチやドアノブなどの各種装置類に触れることでそれらの表面にも感染源が伝播すること、汚染ごみを含むごみ袋の圧縮収集時の破袋によって作業者の防護服へと感染源が伝播することを明らかにした。さらに、「作業終了時」の個人防護服の脱着時には、環境省が公表している「収集運搬作業における新型コロナウイルス対策」に準じた手順を守らず手指消毒もしなかった場合には、作業者の手に感染源が伝播することを明らかにした。一方、これら全ての場面で、感染源が定量検出できるレベルにまで伝播することはなく、定性検出キットで陽性となった試料は、 $5.465 \log_{10} \text{TCID}_{50}/\text{mL}$ 、 $3.465 \log_{10} \text{TCID}_{50}$ 程度のウイルス力価に相当する感染源が付着したものと推定された。また、既発表の文献情報検索によって得られたデータに基づいてSARS-CoV-2への曝露量と感染リスクの関係性を評価したところ、本研究で感染源の付着が確認された手で、鼻腔等に触れた場合、50%以上の感染リスクがあると推定され、感染源の空气中への飛散が想定された試料でも、 TCID_{50} ベースで考慮すると、25%程度の感染リスクがあるものと推定された。ただし、いずれの場面でも環境省が推奨する感染防止策を実施した場合、全て定性検出キットでも陰性となっていることから、今回の新型コロナ禍において実施された感染防止策は有効であり、その徹底によってごみ収集作業者の感染リスクは低く抑えられるものと評価された。

サブテーマ3ではごみ収集作業における感染リスクと感染防止対策を労働安全衛生の分野で用いられているリスクアセスメント表を用いて評価した。文献ならびに現地調査よりごみ収集作業において感染が起こる可能性がある23の場面を抽出した。自治体に対して行った感染防止対策の導入に関するアンケート調査では、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取り入れていることがわかった。感染が起こる可能性がある場面のそれぞれが生ずる頻度や時間について、ごみ収集事業の運営主体である自治体等にアンケート調査した。パッカー車の平均では、ごみの積込箇所数が80～90箇所/台、荷卸回数は3～4回/台/日程度、事務所への滞在時間は平均すると始業時と終業時合わせて55分/日、昼食（昼休憩）は58分/日、収集車内への滞在時間は1日3回ごみステーションを巡回し、清掃工場等で荷卸しすると仮定すると294分/日であることがわかった。この頻度・時間とサブテーマ2と共同で行った収集作業

時における体液伝搬実験の結果を合わせて感染リスクの大きさを評価した（表1）。感染リスクが高いと評価された場面は移動中の収集車内における会話であり、感染源が手に伝搬する場面である積み込み前後のグローブの装脱着と作業終了時の個人防護具の脱着、作業着の洗濯の感染リスクは中程度であると評価された。ごみ収集作業において重要な感染防止対策としては、（1）収集車内では会話を控え、換気し、こまめに車内を消毒すること、（2）グローブの脱着時にこまめに手指を消毒すること、（3）個人防護具を脱着する際また脱着したものを取り扱ったときには、汚染部に触れないようにするか、事後にこまめに手指を消毒すること、（4）事務所に人が集まるときやごみステーションなどで人に接するときは三密対策をとることが有効である。

表1 ごみ収集作業における新型コロナウイルス感染リスクアセスメント表

場所	場面	行為	感染リスク		感染防止対策
			根拠	頻度	
1 事務所等	室内での会話	中	三密・中頻度	根拠	三密の回避
2 事務所等	室内への滞在	低	空気からわずかに検出・中頻度	根拠	三密の回避
3 事務所等	室内での会合	中	三密・中頻度	根拠	三密の回避
4 事務所等	室内での飲食	中	三密・中頻度	根拠	三密の回避・黙食・対面着座の禁止
5 事務所等	アルコールチェック	低	アルコールチェックで未検出	根拠	特になし
6 移動中の収集車内等	移動中の会話	高	ハンドルから手への伝搬を検出・高頻度	根拠	会話の抑制・換気・消毒
7 移動中の収集車内等	車内への滞在	中	空気から未検出・高頻度	根拠	換気
8 移動中の収集車内等	休憩時の飲食等	中	ハンドルから手への伝搬を検出・中頻度	根拠	会話の抑制・換気・消毒
9 ごみステーション等	住民からのごみの手渡し	中	三密・中頻度	根拠	接近年の回避・マスク
10 ごみステーション等	ごみネット・収納庫の開閉	中	グローブから手のわずかな伝搬を検出・高頻度	根拠	消毒・グローブ脱着方法
11 ごみステーション等	露出したごみへの接触	低	汚染マスクを捨てる手への伝搬が未検出	根拠	消毒・グローブ脱着方法
12 ごみステーション等	ごみ袋の積み込み	中	グローブから手のわずかな伝搬を検出・高頻度	根拠	消毒・グローブ脱着方法
13 ごみステーション等	積み込み装置の操作	中	グローブから手のわずかな伝搬を検出・高頻度	根拠	消毒・グローブ脱着方法
14 ごみステーション等	収集車への乗降	中	グローブから手のわずかな伝搬を検出・高頻度	根拠	消毒・グローブ脱着方法
15 ごみステーション等	積み込み前のグローブの装脱着	中	グローブから手のわずかな伝搬を検出・高頻度	根拠	消毒・グローブ脱着方法
16 ごみステーション等	積み込み時の圧縮によるごみ袋の破袋	中	個人防護具***から手への伝搬を検出・中頻度	根拠	個人防護具脱着時ににおける消毒・洗浄・脱着方法
17 ごみステーション等	ごみ袋開閉による分別状況の確認	低	グローブで未検出	根拠	消毒・グローブ脱着方法
18 ごみステーション等	機器の誤動作	低	個人防護具***から手への伝搬を検出・低頻度	根拠	個人防護具脱着時ににおける消毒・洗浄・脱着方法・全身の洗浄
19 清掃工場等	ごみの荷卸し（落下ごみへの接触）	低	作業着で未検出	根拠	特になし
20 事務所等	作業終了時の個人防護具の脱着	中	個人防護具***から手への伝搬を検出・中頻度	根拠	個人防護具脱着時ににおける消毒・洗浄・脱着方法
21 事務所等	作業着等の洗濯	中	個人防護具***から手への伝搬を検出・中頻度	根拠	作業着持ち運び後ににおける消毒・洗浄・洗浄時の蓋閉め
22 事務所等	車両の洗浄・消毒	不明	未評価	根拠	個人防護具脱着時ににおける消毒・洗浄・脱着方法

***グローブ、マスク、ゴーグルおよび作業着

1. 5. 研究成果及び自己評価

1. 5. 1. 研究成果の学術的意義と環境政策等への貢献

<得られた研究成果の学術的意義>

自然災害や新たな感染症の流行など、突発的な事象が発生しても公衆衛生を確保し資源循環を担保するようなレジリエンスの高い廃棄物処理・資源循環システムを構築することは、学術的にも政策的にも求められている。新型コロナウイルス感染症によるごみの排出量や排出行動への影響の実態を明らかにし、その背景についても一定の示唆が得たこと、環境省が公表している廃棄物の収集運搬作業における新型コロナウイルス対策の有効性を科学的根拠に基づいて示したこと、収集作業における感染リスクの大きさを示したうえでリスクアセスメント表として具体的かつ有効な感染防止対策を示したことは、上記の要請に応えるものとして貢献できたと考えられ、新たな感染症が流行した際にも資源循環に関する対策に資する研究成果を創出できた。

サブテーマ1では、コロナ禍におけるごみ量の変化を、コロナ禍以前を含めて俯瞰的に考察した結果、明らかにコロナ禍以前とごみ量の排出傾向が異なったことを示した。しかも、ごみ種ごとに排出傾向が異なり、新たな感染症が流行した際には、容器包装ごみが増大する傾向にあり、収集体制をごみ種に応じて変更する必要性も示唆された。サブテーマ1で着目した集団回収はコロナ禍を契機にその活動が衰退した地域もみられ、感染症の流行が地域での活動に与える影響が少なからずあることが本研究で明らかとなった。集団回収とは、単なる資源化活動ではなく、地域コミュニティ結束のひとつの場であり、持続的な地域コミュニティの形成に役立っていると考えられる。新たな感染症の流行は集団回収の低迷、さらには地域コミュニティの衰退にもつながることを国や自治体は認識すべきであり、集団回収に関しても事業継続計画（に類する計画）を準備しておき、共助に依存せずに、集団回収に関する公助のあり方を再考すべきである。

サブテーマ2では、病原体の伝播源となる体液をマーカーとした迅速な定性、定量検出手法を確立すること、ならびにこれを用いたごみ排出および収集作業の各工程における体液の存在のスクリーニングを通して、作業員等への病原体の曝露可能性を評価することで、感染症流行時におけるごみ排出から収集作業までの一連の流れにおける感染防止対策とその効果について、科学的な裏付けを持ったデータを提示することを目的とした実験検証を実施した。本研究で採用した、唾液の α -アミラーゼをマーカーとした体液の付着、伝播からこれに含まれる病原体への曝露リスクを評価する手法は、これまで実施されてきた病原体そのものの検出とは異なり、実験的な検討における安全性、簡便性を担保できる新たな手法として有効である点、本研究課題実施の直接的な動機となったCOVID-19禍に限らず、患者から体液を通して排出、伝播、拡散される

ことによって感染する各種の感染症に対しても、患者体液中の病原体濃度等に関するデータが得られれば、その曝露リスクや感染リスクを推定できる点で、学術的に意義のある結果を示したものと考えている。また、実際に本手法を適用して、ごみの排出から一連のごみ収集作業の場面ごとに感染源となる体液の付着、伝播の実態を実験的に明らかにし、曝露リスクや感染リスクの定量的な推定が可能であることを示した点も、廃棄物分野において学術的に意義のある結果とデータを示したものと考えている。本研究成果からは、環境省が公表している廃棄物の収集運搬作業における新型コロナウイルス対策の有効性を、科学的根拠に基づいて示すことができたものと考えており、これを遵守することにより、ごみの収集作業時における感染源の伝搬や感染源への曝露を、感染リスクがない程度に低減可能であることを明らかにすることにつながった。これらの成果は、感染症蔓延時における安全な廃棄物の収集運搬のあり方を示し、それに基づいた廃棄物行政に大いに貢献するものと考えられる。

ごみ収集事業における各場面の頻度や時間を実施上の数値として示し、また模擬実験で求めた体液（唾液）の伝搬の状況をそれぞれの場面に反映させたことは、他の感染症における感染リスクアセスメントや感染伝搬シミュレーションに活用できる科学的に貴重な知見である。感染が起こりうる場面を細かくリストアップし、自治体における感染防止対策の実施状況を示し、収集作業における感染リスクの大きさを示したうえでリスクアセスメント表として具体的かつ有効な感染防止対策を示したことは、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る。

<環境政策等へ既に貢献した研究成果>

研究代表者は環境省が発行した「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は現ガイドラインに反映されている。

<環境政策等へ貢献することが見込まれる研究成果>

派生的な成果ではあるが、人口減少地域における集団回収の活動が劇的に衰退していることが懸念され、自治体が集団回収をより積極的に支援する仕組みを構築する必要があることは、廃棄物行政のひとつの方向性を示すものである。また、2次感染を防ぐためのウィルス汚染ごみの取り扱いについて一層の周知が必要であり、周知が行き届くよう、関係機関との一層連携すべきであること。ごみ出し、収集過程における主要な場面における感染源の伝播は、主として汚染ごみから作業者等の手を介して発生するが、手洗い、消毒等の適切な感染対策を行うことで感染リスクは低く抑えられ、具体的なごみ収集作業において作業効率を損ねずに有効な感染防止対策は、1) 収集車内では会話を控え、換気すること、またこまめに車内を消毒すること、2) グローブの脱着時にこまめに手指を消毒すること、3) 個人防護具を脱着し取り扱ったときには、汚染部に触れないようにするか、事後にこまめに手指を消毒すること、4) 事務所に人が集まるときやごみステーションなどで人に接するときは三密対策をとることは、今後、感染防止対策に関するガイドラインに活用されることが期待される。

1. 5. 2. 研究成果に基づく研究目標の達成状況及び自己評価

<全体達成状況の自己評価> · · · ·

3. 目標どおりの成果をあげた

「ごみの排出・収集時における感染防止対策に関する研究」（国立環境研究所、山田 正人）

全体目標	全体達成状況
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。	サブテーマ1においてコロナ禍が契機として変化したごみ排出の特徴を明らかにしたこと、サブテーマ2において感染リスクの評価のための唾液・鼻汁等の体液の付着状況の迅速検出手法を確立し、サブテーマ3と共同で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したこと、サブテーマ3において、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、ごみ収集作業における新型コロナウイルス感染リスクアセスメント表としてまとめたことより、目標通りの成果が得られたと判断する。

<サブテーマ1達成状況の自己評価> ······ 3. 目標どおりの成果をあげた

「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」（国立環境研究所、河井紘輔）

サブテーマ1目標	サブテーマ1達成状況
新型コロナウィルス感染症の拡大・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。	近年のごみ排出の潮流を俯瞰的に考察した上で、特に人口減少・高齢化問題にも絡め、コロナ禍が契機として変化したごみ排出の特徴を明らかにした。申請段階では言及していなかった集団回収について踏み込んで研究を遂行し、政策提言にもつながる成果を創出できた。サブテーマ1では、新たな感染症の流行に対応するためのごみ排出に関する知見を蓄積でき、研究目標は概ね達成できたと判断する。

<サブテーマ2達成状況の自己評価> ······ 3. 目標どおりの成果をあげた

「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」（北里大学、清和成）

サブテーマ2目標	サブテーマ2達成状況
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。	<p>サブテーマ2では、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こと、ならびに、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ことを研究目標として一連の実験検討を行った。その結果として、以下を達成した。</p> <p>1. ヒト唾液をマーカーとして、これに特異的に反応するイムノアッセイキット（市販品）を用いた付着唾液検出、定量が有効であること、鼻汁をマーカーとする場合には、BPI fold containing family A member 1 (BPIFA1) 遺伝子を対象とした検出、定量が有効であることを明らかにした。</p> <p>2. 1. で決定した体液マーカーのうち、唾液をマーカーとする方法によって、ごみ排出や収集作業時における唾液付着状況の定性、定量評価を実施し、いずれの場面においても唾液の付着量は定量下限値 (0.1 U/mL) 以下であることを明らかにした。また、そのため、定性的に唾液が検出された場面については、定量下限値 (0.1 U/mL) で唾液が付着しているものとして、作業員等への曝露可能性とリスク評価を実施すれば良いことを明らかにした。</p> <p>3. 2. の結果に基づいてごみ排出や収集作業時における作業員等への曝露可能性とリスク評価を実施し、曝露可能性のある作業場面と具体的なリスク箇所を特定するとともに、SARS-CoV-2ベースでは、$5.465 \log_{10} \text{TCID50}/\text{mL}$、$3.465 \log_{10} \text{TCID50}$程度のウイルス力価に相当する感染源が付着し、その曝露リスクは感染源が付着した手では最大で50%以上、感染源の空气中への飛散が想定される場合でも25%程度の感染リスクがあるものと推定された。ただし、いずれの場面でも環境省が推奨する感染防止策を実施した場合、定性検出キットでも陰性となつたことから、今回の新型コロナ禍において実施された感染防止策は有効であり、その徹底によってごみ</p>

	収集作業者の感染リスクは低く抑えられることを明らかにした。 以上のことから、研究目標どおりの成果をあげられたものと判断している。
--	---

<サブテーマ3達成状況の自己評価> ······ 3. 目標どおりの成果をあげた

「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」（国立環境研究所、山田正人）

サブテーマ3目標	サブテーマ3達成状況
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。	サブテーマ3では、自治体へのアンケート調査により、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こと、実験により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したこと（実験の詳細は構成上、共同で実施したサブテーマ2からの報告に記載）、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、ごみ収集作業における新型コロナウイルス感染リスクアセスメント表としてまとめること、これら全ての目標を達成できた。

1. 6. 研究成果発表状況の概要

1. 6. 1. 研究成果発表の件数

成果発表の種別	件数
産業財産権	0
査読付き論文	0
査読無し論文	0
著書	0
「国民との科学・技術対話」の実施	1
口頭発表・ポスター発表	16
マスコミ等への公表・報道等	1
成果による受賞	0
その他の成果発表	0

1. 6. 2. 主要な研究成果発表

成果番号	主要な研究成果発表 (「研究成果発表の一覧」の査読付き論文又は著書から10件まで抜粋)
	特に記載する事項はない。

注：この欄の成果番号は「研究成果発表の一覧」と共通です。

1. 6. 3. 主要な研究成果普及活動

本研究課題での成果普及活動は、合計で1件であり、国立環境研究所の一般向けのメディア「国環研View DEEP」でサブテーマ1の成果を紹介した「コロナ禍におけるごみ量の変化；集団回収への影響と地域コミュニティとの関係性」という記事である。

1. 7. 国際共同研究等の状況

<国際共同研究の概要>

国際共同研究を実施していない。

<相手機関・国・地域名>

機関名（正式名称）	(本部所在地等の)国・地域名

注：国・地域名は公的な表記に準じます。

1. 8. 研究者略歴

<研究者（研究代表者及びサブテーマリーダー）略歴>

研究者氏名	略歴（学歴、学位、経歴、現職、研究テーマ等）
河井祐輔	サブテーマ1リーダー 京都大学大学院 地球環境学舎 博士課程修了 博士（地球環境学） 現在、国立環境研究所 資源循環領域 主任研究員 日本産業機械工業会 2023年度環境装置部会調査委員会委員長 常総環境センター 廃棄物処理施設整備等基本構想策定委員会委員 専門は廃棄物工学、研究テーマは廃棄物処理の長期広域化・集約化シナリオの設計
清和成	サブテーマ2リーダー 大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了 博士（工学） 山梨大学助手、大阪大学助教を経て、

	現在、北里大学教授 専門は環境衛生学
山田正人	研究代表者・サブテーマ3 リーダー 京都大学大学院工学研究科博士後期課程修了 博士（工学） 厚生省国立公衆衛生院廃棄物工学部主任研究員を経て 現在、国立環境研究所 資源循環領域 廃棄物処理処分技術研究室長 専門は廃棄物工学、研究テーマは最終処分場を中心とした廃棄物処理処分技術

2. 研究成果発表の一覧

注：この項目の成果番号は通し番号です。

(1) 研究成果発表の件数

成果発表の種別	件数
産業財産権	0
査読付き論文	0
査読無し論文	0
著書	0
「国民との科学・技術対話」の実施	1
口頭発表・ポスター発表	16
マスコミ等への公表・報道等	1
成果による受賞	0
その他の成果発表	0

(2) 産業財産権

成果番号	出願年月日	発明者	出願者	名称	出願以降の番号
	特に記載する事項はない				

(3) 論文

<論文>

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ	査読の有無
	特に記載する事項はない			

(4) 著書

<著書>

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
	特に記載する事項はない		

(5) 口頭発表・ポスター発表

<口頭発表・ポスター発表>

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ	査読の有無
1	2025	Tajima R. and Kawai K. (2025) Community resilience and Group Collection of resources: a preliminary survey in Japan. The 11 th 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management, Proceedings. 11-13 May 2025, Jeju, South Korea	1	無
2	2025	Kawai K., Tajima R., Ishigaki T., Yamada M. (2025) COVID-19 pandemic and changes in municipal solid waste generation in Japan. The 6th Symposium of the International Waste Working Group-Asian Regional Branch (IWWG-ARB 2025), Proceedings. 10-12 March 2025, Quezon City, Philippines.	1	無
3	2025	石垣智基, 山田正人, 星子裕貴, 古川隼士, 清和成 (2025) ごみ収集作業における感染防止対策の実効性の検証: ごみの搬出・収集車投入時における感染源伝播可能性の評価. 第46回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 170-171	2	無
4	2025	河井紘輔, 多島良, 石垣智基, 山田正人, 北坂容子, 佐久間信一 (2025) コロナ禍におけるごみ量の変化－集団回収への影響と地域コミュニティとの関係性－. 第46回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 40-42	1	無
5	2025	山田正人, 石垣智基 (2025) 感染症流行時のごみ収集作業における感染リスクアセスメント表の作成について. 第46回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 173-175	3	無
6	2024	石垣智基, 山田正人, モハンアマラシリ, 古川隼士, 清和成 (2024) ごみ収集作業における感染防止対策の実効性の検証: 一連の収集作業の各場面における感染源伝播可能性の評価. 第45回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 127-129	2	無
7	2024	Ishigaki T., Amarasinghe M., Furukawa T., Sei K., Yamada M. (2024) Assessment of the Effectiveness of Infection Prevention Measures in Operations of Waste Collection and Transportation. 2024 Spring Scientific Conference by Korea Society of Waste Management, -	2	無
8	2024	Ishigaki T., Hoshiko Y., Furukawa T., Sei K., Yamada M. (2024) Analysis of Transmission Pathway of Infection Source and Infection Prevention Measures during Municipal Waste Collection and Transportation. The 6th	2	無

		Symposium of the International Waste Working Group Asian Regional Branch, Abstracts		
9	2024	山田正人, 石垣智基 (2024) 感染症流行時のごみ収集作業における感染リスクの評価について. 第45回全国都市清掃研究・事例発表会, 講演論文集, 124-126	3	無
10	2024	山田正人, 石垣智基, 立尾浩一 (2024) COVID-19 感染リスクアセスメント表作成のためのごみ収集工程の実態調査. 第35回廃棄物資源循環学会研究発表会, 講演原稿, 95-96	3	無
11	2023	Kawai K. (2024) Recycling activities at the community level influenced by the COVID-19 pandemic in Japan. 10th 3RINCS (The 3R International Scientific Conference on Material Cycles and Waste Management). 16-17 March 2024. Sydney, Australia	1	無
12	2023	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	無
13	2023	山田正人, 石垣智基, 河井絢輔, 多島良 (2023) ごみ収集事業におけるコロナ感染防止対策の実施状況について. 第34回廃棄物資源循環学会研究発表会, 講演原稿, 15-16	3	無
14	2022	Kawai K. (2022) Municipal solid waste generation in major cities of Japan during the COVID-19 pandemic. SEE 2022 (8th International Conference on Sustainable Energy and Environment), November 2022, Bangkok, Thailand	1	無
15	2022	Tajima R. (2022) COVID-19 impact on waste management behavior: a review. 8th International Conference on Sustainable Energy and Environment, Abstracts, 170	1	無
16	2022	Yamada M. (2022) Impact of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management in Japan. 8 INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE ENERGY AND ENVIRONMENT, -	3	無

(6) 「国民との科学・技術対話」の実施

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
17	2024	国環研View DEEP「コロナ禍におけるごみ量の変化；集団回収への影響と地域コミュニティとの関係性」 https://www.nies.go.jp/kokkanken_view/deep/column-20240925.html	1

(7) マスメディア等への公表・報道等

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ

18	2025	NHKおはよう日本. 2025年4月21日放送	1

(8) 研究成果による受賞

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
	特に記載する事項はない		

(9) その他の成果発表

成果番号	発表年度	成果情報	主たるサブテーマ
	特に記載する事項はない		

権利表示・義務記載

特に記載する事項は無い

この研究成果報告書の文責は、研究課題に参画した研究者にあります。
 この研究成果報告書の著作権は、引用部分及びERCAのロゴマークを除いて、原則的に著作者に属します。
 独立行政法人環境再生保全機構（ERCA）は、この文書の複製及び公衆送信について許諾されています。

Abstract**[Project Information]**

Project Title : Studies on Infection Prevention Measures During Collection and Transportation of Municipal Solid Waste

Project Number : JPMEERF20223G01

Project Period (FY) : 2022-2024

Principal Investigator : Masato Yamada

(PI ORCID) : ORCID 0000-0002-3854-4041

Principal Institution : National Institute for Environmental Studies
Tsukuba City, Ibaraki, JAPAN
Tel: +81-029-850-2837
E-mail: myamada@nies.go.jp

Cooperated by : Kitasato University

Keywords : Municipal Solid Waste, Discharge, Collection, COVID-19, Infection prevention measures

[Abstract]

The global outbreak of COVID-19 infection that began in 2020 reminded us that waste management is one of the most important lifelines that support social life. Prevention of infection among collection workers who come in contact with large amounts of waste is important for the continuation of business. This report provides scientific support for infection prevention measures and their effectiveness in waste discharge and collection during infectious disease outbreaks. It was found that municipalities with a growing population were more affected by the COVID-19 outbreak than those with a declining population. Resource recovery by communities in the declining population municipal groups declined rapidly with the COVID-19 epidemic. Considering body fluids as tracers of infection sources, a qualitative and quantitative screening method based on an antigen-antibody method using alpha-amylase in saliva as a marker and BPIFA1 (BPI fold containing family A member 1) gene in nasal secretions as a rapid detection method of attachment status, and a qualitative and quantitative screening method based on PCR using BPIFA1 (BPI fold containing family A member 1) gene in nasal secretions as a marker, were developed. The evaluation of the transmission potential of infectious agents in a series of situations during refuse collection work showed that the infection prevention measures implemented during the COVID-19 outbreak were effective, and that the infection risk for refuse collectors could be kept low by thorough implementation of these measures. The infection risk and infection prevention measures in refuse collection operations were evaluated using a risk assessment table used in the field of occupational safety and health. The following measures are effective in preventing infection in refuse collection operations: (1) Avoid talking, ventilate, and frequently disinfect the inside of the collection vehicle,

(2) Disinfect hands frequently when putting on and taking off gloves, (3) Avoid touching contaminated areas when putting on and taking off personal protective equipment and when handling the equipment, or disinfect hands frequently afterward, and (4) Take the 3Cs measures when gathering in an office or coming in contact with people at a garbage station.

This research was performed by the Environment Research and Technology Development Fund (JPMEERF20223G01) of the Environmental Restoration and Conservation Agency provided by Ministry of the Environment of Japan.