

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）

総合研究報告書

デジタル技術を活用した建築物環境衛生管理基準の達成等に向けた検証研究

研究代表者 阪東 美智子 国立保健医療科学院 生活環境研究部 上席主任研究官

研究要旨

本研究は、建築物衛生法におけるデジタル技術の活用に向けて、利用可能な技術、機器、ソフトウェア等を抽出し、従来の手法との比較検証等を実施して、適切な維持管理方法の探索とその際の判断基準や留意点を明確化することを目的とした。

令和 5 年度は、環境衛生管理へのデジタル技術の適用について、空気環境、ねずみ・衛生害虫防除、清掃、水管理の各分野における現状と課題を整理した。空気環境の連続測定以外では、導入コストや適切なデジタル機器が市場にないなど課題が多く普及が進んでいないことを把握した。また、ねずみ・衛生害虫防除と清掃分野における目視点検・調査について、それぞれアイトラッキングシステムを使った試行調査を行い、その有用性を確認した。

令和 6 年度は、空気関連分野について、粉じんの連続測定に用いられるローコストセンサーの文献調査と PM_{2.5} 測定器を用いた建築物における実測調査を行い、それぞれの測定器の傾向と室内粒子の実態から今後検討すべき項目について検討した。また建築物室内に使用される二酸化炭素計測機器、特に換気制御用に用いられる計測機器について、制度管理のための校正の方法などについてメーカーへのヒアリングも含めて調査を行った。さらに、浮遊微生物測定について迅速測定装置を用いて実建築物において測定を行い、現状までの特性の把握と今後の課題を示した。ねずみ・衛生害虫防除分野については、国際展示会を視察し海外のデジタル機器について情報を収集した。また、センサーに対するねずみの認知・行動に関する検証試験を実施した。さらにアイトラッカーを用いて目視による厨房の点検内容を検証した。清掃分野については、清掃点検報告システム（アプリ）を用いた実証試験によりシステムの効果を確認した。またデジタル機器の導入によるトイレの清掃の効率化に関する検証試験を実施した。水関連分野については、建築物衛生法の維持管理に関する記述、既往の診断技術、業者ヒアリングなどの調査に加え、受水槽及び排水管の点検、清掃に関連する協会に対するヒアリングを実施した。

令和 7 年度は、空気環境分野について、前年度に引き続き PM_{2.5} 測定器や CO₂ センサーの精度・校正方法を検討し、換気制御に必要な精度維持条件や表示基準の必要性を示した。また、浮遊微生物迅速測定装置を用いた実測から、実用化に向けた課題を整理した。ねずみ・衛生害虫防除分野では、自動計数機能付きライトトラップの検証を行い、捕虫数との誤差が比較的小さいことを確認したほか、ウェアラブルアイトラッカーを活用して厨房点検の視線行動を可視化し、研修教材化を試みた。清掃分野では、論文検索システムの構築、清掃ロボットの性能整理、ATP 測定による新たな衛生評価法の検証を実施した。水管理分野では、レーダー式レベルセンサーを用いた排水管閉塞状況の自動検知技術について性能評価を行い、有効性を確認した。

以上より、建築物環境衛生管理におけるデジタル技術は、管理の効率化や DX 推進に寄与する可能性を有する一方、測定精度の維持、コスト、人による管理との役割分担などの課題が存在することが明らかとなった。本研究成果は、今後の建築物環境衛生管理基準の見直しやデジタル技術導入指針の基礎資料として活用が期待される。

研究分担者

開原典子 国立保健医療科学院 生活環境研究部
三好太郎 国土技術政策総合研究所 上下水道研究部
浄水処理研究室
林基哉 北海道大学大学院工学研究院
柳宇 工学院大学 建築学部
鎌直樹 東京科学大学 環境・社会理工学院
尾方壮行 東京都立大学 都市環境学部
大塚雅之 関東学院大学 建築・環境学部

研究協力者

茂手木眞司 日本ペストコントロール協会
谷川力 イカリ消毒株式会社、日本ペストコントロール協会
木村悟朗 イカリ消毒株式会社
下平智子 全国ビルメンテナンス協会
鎌倉良太 日本建築衛生管理教育センター
杉山順一 日本建築衛生管理教育センター
正田浩三 東京美装興業株式会社
芝生圭吾 鵬図商事株式会社
杖先寿里 建築物管理訓練センター
森郁恵 産業技術総合研究所
橋本知幸 日本環境衛生センター
栢森聡 (株)ウィズらぼ
杉田洋 広島工業大学
杉田宗 広島工業大学
平敷勇 三菱電機先端技術総合研究所
藤木広幸 全国管洗浄協会
難波信二 全国管洗浄協会、(株)日本パイプクリーニング
佐藤昭二 全国管洗浄協会、(株)マルシビルサービス
高岡ジョージ 全国管洗浄協会、(株)プログレス
堀井清志 全国建築物飲料水管理協会、(株)関東保全サービス
平隆道 全国建築物飲料水管理協会、(株)日本分析

A. 研究目的

建築物衛生管理へのデジタル技術の活用の可能性については、令和4年度より、「IoTを活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究（研究代表者：金勲）」や「中規模建築物所有者等による自主的な維持管理手法の検証のための研究（研究代表者：本間義規）」が進められている。前者は特定建築物を対象に、自動測定が可能なもののデータ精度と維持管理の効果を検証するものであり、後者は中規模建築物を対象に、所有者等の自主的な維持管理手法を検証するものである。両研究によりデジタルを活用した自動化等の可否やエビデンスが蓄積されつつあるものの、建築物衛生管理基準として規定する項目の中で、空気環境や水質検査に関するデジタル活用の検討に比べて、清掃やネズミ等の防除に関する検証は遅れを取っている。

この状況を踏まえ、本研究は、建築物衛生法が求める各種項目のうち、特にネズミ等の防除や清掃等において、デジタル技術の活用でその目的の達成が見込まれる技術、機器、ソフトウェア等を抽出するとともに、手動で行われた結果との比較検証等を実施し、適切な維持管理方法の探索とその際の判断基準や留意点を明確化することによって、政府全体の方針であるデジタル原則の達成と公衆衛生の向上を目指した。また、「建築物環境衛生管理に関する検討会報告書（令和3年7月）」で継続検討とされた維持管理項目である、PM_{2.5}、CO₂等について、改正案の提案の根拠となる科学的エビデンスの収集を行った。

令和 5 年度の研究目標は、先行している、「IoT を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究（研究代表者：金勲）」においてカバーされていない維持管理項目について、IoT で対応可能なものを抽出した。活用可能なデジタル技術に関する知見や課題を整理するとともに、デジタル活用の現状やニーズ等を把握した。

令和 6 年度の研究目標は、活用可能なデジタル技術について、建築物における実測調査や実験室における検証実験などを行い、データの精度や導入に伴う課題を整理した。また、法令等改正手続きに伴い見直しが必要となる告示・通達内容を精査し、必要な科学的エビデンスの収集を行った。

令和 7 年度は、前年度に引き続き、活用可能なデジタル技術について建築物における実測調査や実験室における検証実験などを行い活用の可能性や課題を整理した。ねずみ等防除や清掃分野では、定期点検・検査におけるデジタル技術の活用には課題が多いことから、それ以外で建築物環境衛生管理に資する事項（研修教材の開発など）でのデジタル技術の活用についても検討を行った。

B. 研究方法

研究期間は 3 年間で、以下の 7 つの部会に分かれて実施した（図 1）。

- | |
|---|
| 部会① 環境衛生管理の実態と課題の把握
(R5-R6) |
| 部会② デジタル技術のシーズの把握 (R5-R6) |
| 部会③ 空気環境・粉じんの調整に関するデジタル技術の特性および適用課題の検討
(R5-R7) |
| 部会④ ネズミ・衛生害虫の防除に関するデジタル技術の特性および適用課題の検討 |

(R5-R7)

部会⑤ 清掃に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討 (R5-R7)

部会⑥ 飲料水、雑用水・排水等の管理に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討 (R5-R7)

部会⑦ 建築物環境衛生管理基準の改正案の提案 (R6-R7)

B1. 建築環境衛生の実態とデジタル技術に関する調査

部会①「環境衛生管理の実態と課題の把握」及び部会②「デジタル技術のシーズの把握」は、合同で、先行している 2 つの研究（「IoT を活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究（研究代表者：金勲）」と「中規模建築物所有者等による自主的な維持管理手法の検証のための研究（研究代表者：本間義規）」）と情報交換を行い、カバーされていない維持管理項目を抽出した。そのうえで、建築物衛生法の環境衛生管理項目に対するデジタル技術の導入例を関連企業等から取得し、デジタル技術導入に関する研究段階の知見を、企業及び研究機関等から収集した。

令和 5 年度は、デジタル技術の導入による効率化の試算方法についてドレンパンの事例を用いて検討した。また、デジタル技術を活用している先駆事例の情報を文献や企業・有識者等へのヒアリング等から収集・整理し、建築物衛生管理への展開の可能性を検討した。さらに、法令等改正手続きに伴い見直しが必要となる告示・通達の内容を整理した。

令和 6 年度は、これらの作業を継続するとともに、自治体のホームページ等から特定建築物の維持管理状況報告書の様式を収集し報告で求めている内容の整理を行った。維持管理項目ごとに、デジタル技術導入の可能性を整理した。

また、感染症対策のためのデジタル技術の利用の試みについて情報を収集し、環境中トレーサーを用いた感染リスク推定について整理した。さらに、デジタル技術を活用する際の課題について、「スマートビルシステムアーキテクチャガイドライン」を参照し整理した。

令和7年度は、環境衛生管理のためのデジタル技術の適応として、主にエアロゾル感染対策を中心にデジタル技術の利用について情報を収集・整理した。パンデミックを契機に普及したCO₂濃度による換気状態の検知と空調換気設備制御に関する課題として注目されている測定器の精度と誤差によって生じる課題を検証し、CO₂濃度の測定器に求められる要件について検討した。また、建築物衛生の監視指導に従事する環境衛生監視員等の実務担当者により共有された監視指導上の課題認識、自治体からの事前課題回答、監視指導実態に関する資料等を用いて、建築物環境衛生監視指導上の課題を整理した。また、建築物環境衛生管理に関連するIoTセンサー、クラウド管理、電子台帳等のデジタル技術について、既存事例および活用状況を収集し、監視指導業務への適用可能性を整理した。さらに、報告徴収および立入検査の実施状況、不適率の推移等について整理し、デジタル技術活用との関係について検討した。

B2. 空気環境・粉じんの調整に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討

部会③「空気環境・粉じんの調整に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討」では、建築物環境衛生基準のうち、空気環境の測定項目について、建築物衛生法の政省令を確認し課題を整理した。また、CO₂計測機器、とくに換気制御用に用いられる機器も含めて、仕様を調査し課題を整理した。さらに浮遊微生物測定について、迅速測定法とリアルタイム測定法

のそれぞれの現状と課題を整理した。

令和5年度は、空気調和・換気設備の維持管理状況を検出できる機器の現状把握をし、空気環境計測機器の抽出と測定手法の検討をした。

令和6年度は、主に空調機に装着される二酸化炭素モニタ装置の調査を行った。国内でCO₂センサーの製造・販売を行っているメーカーの担当者に対し、自動校正機能の有無およびその運用実態、ゼロガス校正の頻度とドリフト傾向、具合事例の実態とその要因、トラブル発覚時の経緯と対応策についてヒアリング調査を実施した。さらに、浮遊微生物測定器、粒子計測器、PM_{2.5}測定器を用いて実建物で測定を実施した。オフィスや大学において在室者密集時の連続測定を実施し、機器の特性を検討した。また、新たな監視項目の検討として、空気質に関する項目について、ローコストセンサーを計測手法として既往研究の文献調査を行った。

令和7年度は、ローコストセンサーによる室内環境の計測についてレビュー論文以外の関連論文の調査を行った。また、実建築物においてPM_{2.5}の測定を2025年12月、2026年1月の暖房期に行った。PM_{2.5}濃度の測定については、複数のPM_{2.5}測定機に加えてPM_{2.5}サイクロンインパクターを装着した粉じん計も用いた。室内粒子の粒径別の特徴も検討するため、ポータブル粒度分布測定器やパーティクルカウンタも使い、広い粒径範囲の粒子の計測を行った。次に、室内環境・ダクト用CO₂センサーに関する調査として、研究論文およびメーカーがWebページにて公表している資料に基づいて、各種CO₂測定方式について調査しその内容を整理した。公表された学術研究を中心に、室内CO₂濃度とヒトへの影響に関して文献調査を行った。主要アウトカムは、認知機能、眠気・睡眠、症状、生理指標とする。バイオエアロゾル粒子のリアルタイム測定については、

オフィスビルにおいて夏期（2025 年 8 月）および冬期（2026 年 2 月）に実測を行った。各対象室において、BAS を用いた 1 分間隔の連続測定を約 1 時間実施し、並行してバイオエアサンプラーを用いた浮遊細菌および浮遊真菌の測定を行った。浮遊細菌の測定には SCD 培地、浮遊真菌の測定には DG18 培地を用いた。培養条件は、それぞれ 32℃で 2 日間、および 25℃で 5 日間以上とした。室内測定終了後には、屋外においてもバイオエアロゾル粒子および生菌（浮遊細菌・浮遊真菌）の測定を実施した。

B3. ねずみ・衛生害虫の防除に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討

部会④「ネズミ・衛生害虫の防除に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討」では、令和 5 年度は、ねずみ・衛生害虫の防除に関するデジタル化技術の特性と適用課題の検討した。また、日本 PCO 協会会員を対象にアンケート調査を実施した。

令和 6 年度は、2 つの国際展示会（FAOPMA PEST SUMMIT と PEST WORLD）に参加し、海外のデジタル技術の活用・普及状況に関する情報を収集した。また、ねずみ用センサーに対するねずみの認知・行動に関する検証試験を行った。さらに、実際の特定建築物の厨房において、熟練作業員と未経験者のそれぞれに点検作業を行ってもらい、アイトラッカーでデータを収集した。収集したデータを用いて注視した順番や注視した時間を図面に落として作業内容を比較し、熟練作業員による点検作業の特徴を明らかにした。

令和 7 年度は、国際学会（International Conference on Urban Pests）に参加し、海外のデジタル技術の活用・普及状況に関する情報を集め整理した。また、日本ペストロジー学会

若手談話会の協力の下、現場で求められるデジタル技術について情報を収集した。次に、捕虫器（ライトトラップ）の有効性と課題を明らかにするため、自動計測機能付きトラップを用いて検証試験を行った。検証試験は、条件（部屋の大きさ、照明、供試動物の種類）を変えて実施した。さらに、アイトラッカーによる厨房点検作業の視線データの分析を深めた。また、アイトラッカーの活用方策として、熟練作業員による点検作業の動画教材の作成を試みた。

B4. 清掃に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討

部会⑤「清掃に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討」では、令和 5 年度は、デジタル化技術の実施事例の収集や、清掃状況、清掃機材状況の測定機器の抽出と測定方法の検討など、清掃に関するデジタル技術の現状と課題整理をした。

令和 6 年度は、清掃点検報告システムを用いて、複数のビルにおいて清掃点検報告システムの作成を行い、所要時間やシステムの使い勝手等について確認を行い、従来の方法と比較を行った。また、デジタル機器の導入によるトイレの清掃の効率化を検証するために、センサー等を用いた実証実験を実施し、トイレの使用人数、トイレの消耗品、大便器の使用時間、ゴミ箱の堆積状況等を測定した。

令和 7 年度は、東京ビルメンテナンス協会の企業会員に対するアンケート調査を行うデジタル技術の導入状況を把握した。また、昨年度実施した清掃点検報告システムの検証結果及びセンサー等を用いたトイレ清掃の効率化に関する実証実験の結果について分析を深めた。さらに、ATP 測定器 2 種を用いて実験室実験ならびに実証実験を行った。実験室実験では、ベビーフードを用いた模擬汚れを使い、表面仕

上げの異なる 3 種の建材で測定値の相違を検証した。清掃用具であるタオルとモップの測定方法の検討も行った。実証実験では、実建築物において、男女トイレ、清掃倉庫・用具における清掃前後の測定を行った。

B5. 建築物内受水槽及び排水設備の衛生管理に活用可能な技術に関する調査

部会⑥「飲料水、雑用水・排水等の管理に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討」では、令和 5 年度は、建築物衛生法に基づく水の衛生管理のうち、貯水槽の清掃に関連する技術として水中清掃ロボットと、水関連設備点検技術としてセンサーやドローン技術等についてインターネット上で公開されている情報をもとに、現状の製品開発状況や実用化状況を取りまとめた。

令和 6 年度は、現在の適用技術について、建築物衛生法の維持管理に関する記述、既往の診断技術、業者ヒアリングなどを行った。また、公益社団法人全国建築物飲料水管理協会及び一般社団法人全国管洗浄協会の協力の下、受水槽及び排水管の点検、清掃を業務とする専門家合計 6 名に対して現状の業務における技術的な課題並びにそれらの課題の解決に向けたデジタル技術の活用方策に関するヒアリングを実施した。

令和 7 年度は、建築物衛生法の維持管理に関する記述、既往の診断技術、業者ヒアリングなどにより、各工程において現在活用されている技術を調査した。デジタル技術を活用した建築

物衛生管理の効率化に関する選択肢の 1 つとして、レーダー式レベルセンサーを用いた排水管洗浄システムを試作し検証する。測定排水ます 4 箇所にレーダー式レベルセンサーを設置し、管内閉塞を再現して管内水位の経時変化を測定した。

なお、部会⑦「建築物環境衛生管理基準の改正案の提案」については、各部会で活用できるデジタル技術の可能性を検討した結果、導入可能なデジタル技術は限定されているうえ課題が多いことから、建築物環境衛生管理基準の改正案を検討するには時期尚早と判断し、部会を作って検討することは見送ることとした。

（倫理面への配慮）

本研究は、建築物衛生法に基づく特定建築物の衛生管理手法について研究を行うものであり、主たる調査対象は建築物であることから、基本的には研究倫理審査の申請を必要とする調査研究はない。

ただし、「B3. ねずみ・衛生害虫の防除に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討」において、ねずみ用センサーに対するねずみの認知・行動に関する検証試験については、イカリ消毒株式会社動物実験審議会の承認を得て実施した（承認番号 24-010）。アイトラッカーを用いた厨房における点検作業の試験については、国立保健医療科学院研究倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号 NIPH-IBRA#24037）。

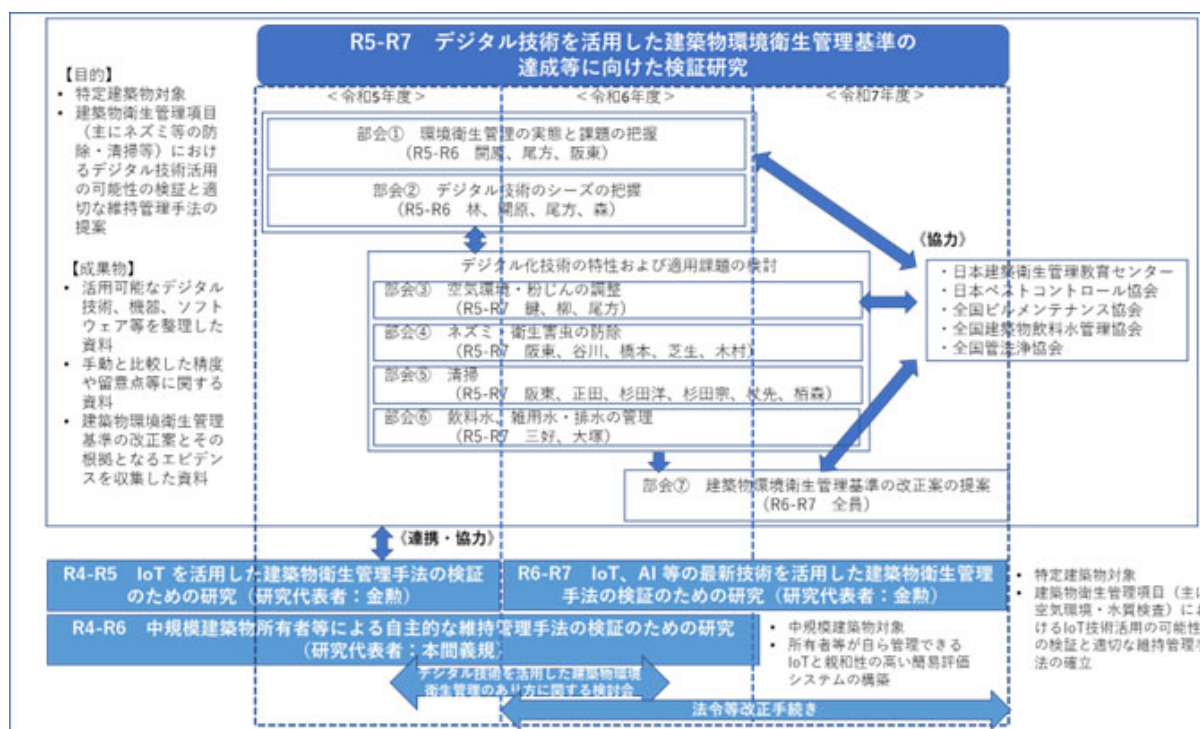


図1 研究の流れ図

C. 研究結果

C1. 建築環境衛生の実態とデジタル技術に関する調査

令和5年度は、環境衛生管理におけるデジタル技術の活用状況を整理し、その導入レベルをモデル化した。その結果、従来は目視確認や定期的な測定・検査によって実施されてきた環境衛生管理項目について、センシング技術等による常時監視が可能となれば、管理の信頼性や効率性の向上につながる可能性を示した。また、研究開発段階にある技術として、エアロゾル感染症対策に関するデジタル技術の動向を調査し、感染性が未知の新興・再興感染症への対応においてデジタル技術が果たし得る役割を整理した。さらに、ドレンパン点検をモデルケースとして導入効果の試算を試みた結果、実際の点検頻度や運用実態に関する情報不足が課題として明らかとなり、現場実務者からの情報収集の必要性を示した。

令和6年度は、引き続き環境衛生管理における

デジタル技術の導入事例や研究開発動向を収集し、その展開可能性と課題を検討した。特に、COVID-19パンデミックを契機として進展した感染症対策分野のデジタル技術に着目し、室内環境情報を用いた感染リスク推定手法を整理した。なかでも、CO₂濃度などの環境中トレーサーを利用した感染リスク評価の考え方を整理し、環境センシング技術の活用可能性を明らかにした。また、建築物衛生法に基づく環境衛生管理項目へのデジタル技術導入事例を企業や研究機関から収集し、センシング機器の信頼性、データ活用時のセキュリティ対策、制度との整合性など、導入に伴う課題を整理した。

令和7年度は、これまでに整理したデジタル技術の活用可能性について、具体的な技術課題と制度運用上の課題の両面から検証を行った。エアロゾル感染対策では、病原体を直接検知する技術は依然として実用化途上にあることから、感染リスクの代替指標として広く用いられているCO₂濃度

計に着目し、測定誤差の実態とその影響をシミュレーションにより検討した。その結果、自動校正機能によるCO₂濃度の過小評価が換気量の抑制を招き、結果として室内CO₂濃度を上昇させる可能性が示された。また、温度条件等による測定誤差や、校正方法の違いによる影響も確認され、感染対策に活用するためにはセンサー性能や校正方法に関する要件整理が重要であることが明らかとなった。

さらに、建築物衛生の監視指導を担う環境衛生監視員等への調査を実施し、監視対象施設数の増加や人員不足、紙媒体中心の記録管理による業務負担の増大など、現場が抱える課題を整理した。その結果、CO₂濃度、温湿度、残留塩素等のデータをIoTにより連続取得することで、異常値の早期把握や監視優先度の設定などに活用できる可能性が示された。一方で、これらのデータは法定測定を代替するものではなく、測定精度、データの信頼性、制度との整合性を確保する必要があることが明らかとなった。

以上より、本研究では、環境衛生管理におけるデジタル技術の活用可能性を体系的に整理するとともに、感染症対策への応用、センシング技術の信頼性評価、監視指導業務への活用可能性を検討した。その結果、デジタル技術は環境衛生管理の効率化・高度化に寄与する可能性を有する一方で、測定精度の確保、データ信頼性の担保、制度との整合性確保が社会実装に向けた重要な課題であることが示された。

C2. 空気環境・粉じんの調整に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討

令和5年度は、環境衛生管理におけるデジタル技術活用の可能性と課題を整理した。空気環境項目の中には連続測定器による代替が可能なものも存在する一方、現行制度における測定機器の精度要件や評価方法については見直しが必要であることを指摘した。また、空調設備の維持管理は複数

の要素を総合的に評価する必要があるため、完全な自動化には課題が残されていることを示した。CO₂センサーについては、多くの機器で採用されている自動補正アルゴリズムに着目し、24時間利用施設などで室内濃度が十分に低下しない場合には測定誤差が生じる可能性を指摘した。さらに、浮遊微生物については、従来の培養法による測定に代わり、リアルタイム測定技術が将来的に有用な管理手法となる可能性を示した。

令和6年度は、これらの課題を踏まえ、粒子状物質、CO₂、浮遊微生物を対象に実測調査および技術調査を実施した。粉じん測定については、ローコストセンサー（LCS）に関する文献調査と実建築物におけるPM_{2.5}測定を行った結果、測定機器によって絶対値には差がみられるものの、濃度変動の傾向は概ね一致することが確認された。CO₂センサーについては、換気制御用機器の校正方法や運用実態についてメーカー調査を実施し、センサーの信頼性が機器性能だけでなく、設置環境や運用方法にも大きく左右されることを明らかにした。また、浮遊微生物については迅速測定装置を用いた実測を行い、蛍光粒子（FAP）、細菌濃度および在室者数との関係を分析したが、有意な相関関係は確認されなかった。

令和7年度は、これまでの知見を発展させ、各技術の性能評価と実用化可能性についてより詳細な検討を行った。PM_{2.5}測定用LCSについては、文献レビューから、光散乱式センサーが低価格かつ連続測定可能である一方、湿度や温度、粒子特性、経年変化の影響を受けやすく、基準機器との比較校正や補正アルゴリズムが不可欠であることを整理した。実測調査では、機器間で測定値に差がみられたものの、室内PM_{2.5}濃度は環境基準値を下回っていた。また、室内粒子の大部分が超微粒子であることが確認され、光散乱式測定器では0.3μm未満の粒子を十分に検出できないことから、超微粒子が多い環境では濃度を過小評価する可能性が示された。

CO₂センサーについては、電気化学式、光音響式、熱伝導式およびNDIR式の特徴を整理し、現在はNDIR方式が主流であることを確認した。また、令和5年度に指摘した自動補正機能の課題や令和6年度に明らかとなった運用条件の影響を踏まえ、CO₂濃度と健康影響に関する文献を整理した。その結果、一般的な室内濃度域ではCO₂そのものによる明確な健康影響の科学的根拠は限定的である一方、1,000ppmを超える環境では睡眠効率低下や眠気増加などが報告されていた。また、シックビル症候群様症状はCO₂そのものではなく、換気不足に伴うVOCや生体由来汚染物質の蓄積が主因である可能性が高いことが示された。

浮遊微生物については、令和6年度の結果をさらに発展させ、オフィスビルにおけるバイオエアロゾルの実態調査を実施した。その結果、浮遊細菌・真菌濃度には季節変動が認められ、特に真菌は夏季に基準値を超える事例が多かった。また、FAP濃度は冬季に高い傾向を示し、粒径が大きくなるほど総粒子中に占める割合が増加した。さらに、令和6年度には確認できなかったFAPと細菌濃度との関係について、測定対象やサンプル数を拡大した結果、有意な相関関係が認められた。このことから、FAP測定は従来の培養法を補完するリアルタイムの微生物汚染評価手法として活用できる可能性が示された。

以上より、本研究では、PM_{2.5}測定用ローコストセンサー、CO₂センサーおよび浮遊微生物の迅速測定技術について、性能、信頼性および実務への適用可能性を体系的に評価した。その結果、これらの技術は建築物の環境衛生管理の高度化・効率化に資する有望なツールである一方、測定原理に起因する限界や校正方法、設置環境による影響を十分考慮し、標準化や品質保証の仕組みを整備することが今後の実装に向けた重要な課題であることが明らかとなった。

C3. ねずみ・衛生害虫の防除に関するデジタル化

技術の特性および適用課題の検討

令和5年度は、ねずみ・衛生害虫防除に関連する市販のデジタル機器18機種を対象に、対象害虫、用途、費用、使用場所、利用頻度および将来性を整理した。その結果、対象害虫はねずみが最も多く、次いでハエ類やゴキブリ類であった。ねずみ対策では赤外線センサーや暗視カメラを活用した機器が主流であり、生息確認や初回調査、難防除事例における実態把握には有効である一方、防除計画の立案や効果判定まで含めて活用できる機器は限定的であった。また、PCO事業者を対象としたアンケート調査では、一部の赤外線センサー式暗視カメラを除き利用実績は低く、デジタル技術の普及がまだ限定的であることが明らかとなった。さらに、アイトラッキングシステムを用いた予備的な分析から、熟練者と未経験者では点検箇所や点検時間に大きな違いがあることが確認され、点検技能の可視化の可能性が示された。

令和6年度は、国内で利用されている機器の検討に加え、海外におけるデジタル技術の活用状況を調査した。国際展示会であるFAOPMA PEST SUMMITおよびPEST WORLDでは、工程管理や業務管理に関するIT技術が多く見られた一方、調査・点検や防除技術に直接活用されるデジタル機器は限定的であり、海外においても技術開発は発展途上であることが確認された。また、日本で主流であった赤外線センサーに加え、海外では振動センサーを利用したねずみ検知技術が普及していることが明らかとなった。

さらに、令和5年度に抽出したデジタル機器のうち、ねずみ用センサーについて実験的検証を行った。その結果、センサー設置後には餌の喫食量が減少し、ねずみがセンサーを迂回または忌避する行動を示すことが確認された。これは、センサーがねずみの行動に影響を及ぼし、調査結果に偏りを生じさせる可能性を示唆するものであり、デジタル機器の運用時にはこうした影響を考慮する必要があることが示された。

また、ウェアラブルアイトラッカーを用いた厨房での実証調査では、熟練作業員と未経験者との間で点検ルート、注視時間、点検姿勢、設備や什器に関する知識、トラップ設置提案箇所および害虫発見速度に差がみられた。これにより、目視点検技術の一部を客観的に可視化できる可能性が示された。

令和 7 年度は、デジタル技術の活用可能性をさらに検証するため、国際的な技術動向調査、自動計数機器の性能評価、および熟練者の点検行動分析を実施した。国際学会 ICUP2025 では、オンラインねずみ監視、AI によるねずみ画像識別、AI を用いた昆虫計数などの研究発表がみられたものの、全体に占める割合は少なく、ねずみ・衛生害虫防除分野におけるデジタル技術は国内外ともに発展途上であることが改めて確認された。また、実務者を対象としたワークショップでは、報告書作成支援、害虫同定の自動化、臭気センサーや AI 搭載ドローン、トラップ配置支援ツールなどへの期待が示される一方、AI 判定精度や顧客との合意形成が課題として挙げられた。

機器性能の検証では、自動計数機能付き捕虫器を用いてイエバエおよびクサビノミバエを対象とした実験を行った。その結果、部屋の広さや明暗条件の違いによる捕獲数への影響は認められず、計数精度はイエバエで特に高く、クサビノミバエでも 80%以上の検出率が得られた。これにより、自動計数技術が環境条件の違いに左右されにくく、害虫発生状況の継続的なモニタリングに活用できる可能性が示された。

さらに、厨房における目視点検作業について詳細な視線分析を実施した結果、熟練作業員は什器の脚部や裏側、水回り、熱源周辺、壁の亀裂、冷蔵庫のパッキンや蝶番など、害虫の生息・侵入リスクが高い箇所を重点的に確認していることが明らかとなった。また、アイトラッカー分析から、熟練者はペンライトで照射する前に次の確認箇所へ視線を移動させており、先読みしながら効率的

に点検を進めていることが可視化された。これらの知見は、熟練者の暗黙知をデジタル技術によって形式知化し、点検手法の標準化や人材育成に活用できる可能性を示している。

以上より、本研究では、ねずみ・衛生害虫防除分野におけるデジタル技術の現状と課題を整理するとともに、センサー機器や自動計数装置の性能評価、ならびに熟練者の点検技術の可視化を行った。その結果、デジタル技術は害虫発生状況の把握や業務効率化に寄与する可能性を有する一方で、機器が対象生物の行動に与える影響や AI 判定精度、実務への適用方法など、社会実装に向けて解決すべき課題が残されていることが明らかとなった。また、視線分析による熟練技術の可視化は、今後の点検技術の標準化や技能継承を支援する有効な手法となる可能性が示された。

C4. 清掃に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討

令和 5 年度は、清掃分野における研究動向とデジタル技術の現状把握を目的として、既往研究の収集・整理を行い、論文・資料のデータベース構築に着手した。また、清掃分野で活用されているデジタル機器を調査し、比較的導入しやすい技術として清掃点検報告システムに着目した。そこで、従来の紙媒体による点検報告書を基にデジタル様式の記入用紙案を作成し、次年度以降の実証実験に向けた準備を行った。さらに、トイレの維持管理を対象として、利用者数カウンター、マグネットセンサー、ゴミ箱容量検知センサーなどを用いた実証実験の方法を検討した。このほか、アイトラッキングシステムを用いた予備的な分析から、人による目視点検の確認箇所や確認方法を可視化できる可能性が示され、将来的にカメラやセンサーによる自動点検と人による点検との比較評価につながる知見が得られた。

令和 6 年度は、令和 5 年度に構築した研究資料を拡充し、1950 年から 2025 年までに公表された

346 編の清掃関連論文を整理した。その結果、汚れの実態把握や発生要因、汚れ評価に関する研究が全体の約 4 割を占めることが明らかとなり、清掃研究の主要な関心領域を整理することができた。

また、清掃点検報告システム「123 レポーター」を用いた実証実験を 13 施設で実施し、従来の紙媒体による報告方式との比較を行った。その結果、13 施設中 10 施設において作業時間の短縮が認められ、短縮時間は 10～130 分であった。施設規模や作業内容による差はあるものの、全体として報告業務の効率化に寄与する可能性が示された。

さらに、トイレ維持管理におけるセンサー活用の実証実験を実施した。利用者数カウンター、個室利用センサー、トイレトペーパーおよび水石鹸の在庫アラートセンサー、ごみ量センサーを用いてデータを収集した結果、利用者数の推移や利用ピーク時間、個室利用状況、消耗品補充の適切なタイミングなどを把握できることが確認された。特に水石鹸については、本調査条件では 5～7 日間隔での補充が可能であることが示され、実態に応じた維持管理計画の立案に活用できる可能性が示された。

令和 7 年度は、これまでの研究成果を踏まえ、清掃分野におけるデジタル技術の普及状況、導入効果および品質評価への応用について検討を行った。まず、令和 5 年度から収集した論文データを体系化し、検索可能なデータベースウェブサイトを構築した。

次に、2025 年に開催されたビルメンテナンス関連展示会を調査した結果、出展企業の多くが清掃機器、ロボット、センサー関連企業であり、特に床清掃ロボットの普及が進展していることが確認された。また、勤怠管理や報告書作成などの業務支援システムも多数出展されており、人手不足への対応策としてデジタル化が進んでいることが明らかとなった。

さらに、東京ビルメンテナンス協会加盟企業を対象とした調査では、多くの企業が清掃ロボット

を導入しており、清掃品質の向上や作業負担軽減などの効果が認識されていた。一方で、業務効率化システムについては未導入の企業も一定数存在し、さらなるデジタル化の余地があることが確認された。

デジタル技術の効果検証では、令和 6 年度の実証実験結果を詳細に分析した結果、清掃点検報告システムの導入により、13 施設中 10 施設で作業時間が短縮し、平均では約 20%の効率化が認められた。加えて、写真管理機能や音声入力機能により、報告書作成負担の軽減や情報共有の向上といった効果も確認された。また、トイレ利用状況や消耗品残量、ごみ箱充填率のセンサーデータは、利用実態に応じた清掃頻度の調整や資材補充計画の最適化に活用できることが示された。

加えて、清掃品質の客観的評価手法として ATP 測定に関する基礎的検討を行った。その結果、測定値は建材表面の凹凸や使用する測定機器によって大きく変動することが確認された。実建築物での測定では、トイレ設備や清掃用具の一部で高い ATP 値が検出され、清掃対象箇所や作業方法の改善の必要性が示唆された。また、清掃後には平均 56%の汚れ除去が確認されたものの、測定機器間で数値差が大きく、現時点では建築物清掃に適用可能な統一的な基準値は十分に確立されていないことが明らかとなった。このため、今後は利用頻度や部位特性を考慮した評価基準の整備が必要であることが示された。

以上より、本研究では、清掃分野におけるデジタル技術の現状把握から実証実験、導入効果の評価、さらには清掃品質評価への応用までを体系的に検討した。その結果、清掃点検報告システムや各種センサーは業務効率化や維持管理の最適化に有効であり、清掃ロボット等の導入も着実に進展していることが確認された。一方で、品質評価指標の標準化や評価手法の信頼性向上など、デジタル技術を清掃管理へ本格的に実装するための課題も明らかとなった。

C5. 建築物内受水槽及び排水設備の衛生管理に活用可能な技術に関する調査

令和5年度は、水の衛生管理に活用可能なデジタル技術の現状把握を目的として、貯水槽や排水設備等に関連する点検・清掃技術の調査を行った。その結果、水中で稼働可能な清掃ロボットや、水関連施設の点検に活用できるロボット、ドローン等の技術が既に実用化されていることを確認した。これらの機器にはカメラに加え、サーマルセンサーや收音装置などを搭載したものも存在し、設備状態の把握や異常検知に利用できる可能性が示された。しかし、多くの機器は点検作業による手動操作を前提としており、建築物衛生法に基づく定期点検や清掃業務を直接代替する段階には至っていないことが明らかとなった。このことから、水の衛生管理分野におけるデジタル技術は個別技術としては実用化が進んでいるものの、自動化や業務全体への統合には依然として課題が残されていることが示された。

令和6年度は、点検・清掃業務の実態とデジタル技術導入の可能性について、事業者等へのヒアリング調査を通じて検討を行った。その結果、現場における点検や清掃作業の多くは依然として目視や手作業に依存しており、現段階でのデジタル技術の活用は限定的であることが確認された。一方で、点検結果の記録管理や報告書作成などの周辺業務については、デジタル技術を活用した業務支援ツールの導入が進んでいることが明らかとなった。また、熟練技術者の不足を背景として、AIによる画像診断、流量計などの連続測定機器、排水管内のガス組成モニタリングなどを活用し、点検や清掃の実施時期や対象箇所を合理的に判断する支援システムへの期待が高いことが確認された。これにより、現場作業そのものの完全自動化は困難であるものの、データに基づく予防保全や業務支援の方向性が有望であることが示された。

令和7年度は、これまでに整理した課題を踏ま

え、水関連設備の診断・清掃技術の体系的な整理と、自動化システムの可能性について検討を行った。まず、建築物衛生法、既往研究および事業者ヒアリングに基づき、排水管の診断技術および清掃技術を整理した。排水管の劣化診断では、放射線透過試験（X線）、超音波肉厚測定、内視鏡調査などの非破壊検査技術が活用されており、特にイメージングプレート（IP）法を用いた放射線透過試験は高精度な残存肉厚測定が可能で、余寿命評価や保全計画の合理化に有効であることが確認された。一方で、これらの診断技術においても撮影や測定作業は依然として人手に依存しており、自動化には課題が残されていた。

また、排水管清掃では高圧洗浄法やワイヤ式清掃法などの機械的洗浄法に加え、閉塞検知と洗浄を組み合わせた技術も提案されていることを整理した。しかし、診断、清掃および維持管理情報を統合的に管理するシステムは実用化されておらず、個別技術が存在する一方で、それらを連携させた包括的なデジタル管理手法は未成熟であることが明らかとなった。

そこで本研究では、水の衛生管理分野における自動化技術の一例として、レーダー式レベルセンサーを用いた排水管閉塞自動検知・洗浄システムを提案し、その基礎的検証を行った。実験では、排水横管内に擬似閉塞を発生させ、排水ます内の水位変動を測定した。その結果、閉塞の進行に伴う水位上昇を連続的に検知できることが確認され、閉塞除去後には水位が速やかに低下した。これにより、レーダー式レベルセンサーを用いて排水管内の閉塞状態を把握し、自動的に洗浄装置を作動させるシステムの実現可能性が示された。

以上より、本研究では、水の衛生管理分野におけるデジタル技術の現状と課題を整理するとともに、点検・診断・清掃技術の発展状況を体系的に把握した。その結果、ロボット技術や非破壊検査技術などの個別技術は実用段階に達しているものの、多くは人手による操作を前提としており、

現場作業の完全な代替には至っていないことが明らかとなった。一方で、センシング技術や AI を活用した状態監視、自動検知・自動洗浄システムなどの導入により、予防保全型の維持管理や業務効率化を実現できる可能性が示され、今後はこれらの技術を統合した総合的な維持管理システムの構築が重要な課題であることが明らかとなった。

D. 考察

本研究は、先行研究で主として検討されてきた空気環境分野に加え、ねずみ・衛生害虫防除、清掃、水・排水設備管理等を含む建築物衛生管理全般を対象として、デジタル技術の導入可能性と課題を明らかにすることを目的として実施した。研究期間中には、国の「デジタル技術を活用した建築物環境衛生管理のあり方に関する検討会」においても制度的検討が進められ、本研究はその継続的な検討課題を踏まえながら、実測調査や実証実験を通じて実務的な知見を蓄積してきた。本研究全体を通して、以下のように論点を整理した。

(1) デジタル技術による「見えない状態」の可視化

本研究を通じて、デジタル技術の最大の意義は、従来は断続的な測定や経験的判断に依存していた衛生リスクを連続的かつ定量的に把握できる点にあることが明らかとなった。空気環境分野ではCO₂濃度やPM_{2.5}濃度の連続測定、バイオエアロゾルのリアルタイム測定、水分野では排水管内の水位変動監視、清掃分野ではトイレ利用状況や消耗品残量の把握、ねずみ・衛生害虫防除分野では自動計数装置やセンサーによる生息状況把握などが可能となった。

これらの技術は、人の巡回や定期点検だけでは把握しにくい状態変化を継続的に監視し、異常の早期発見や業務の効率化に寄与する可能性を有している。一方で、現時点では多くの技術が特定の

工程や対象に限定された個別技術であり、建築物衛生管理全体を包括的に代替できる段階には至っていない。

(2) 測定精度・信頼性と標準化の課題

各分野に共通して、デジタル技術の活用にあたっては測定精度とデータ信頼性が最も重要な課題として抽出された。

空気環境分野では、PM_{2.5}センサーが超微粒子を十分に検出できない可能性や、測定器ごとの校正係数の違いによる測定値のばらつきが確認された。また、CO₂センサーについては、自動校正機能による過小評価や設置環境による影響が明らかとなり、定期校正や適切な設置管理の重要性が示された。さらに、ATP 測定では測定機器や測定対象面の状態によって結果が大きく変動することが確認された。

これらの結果は、デジタル機器の導入だけでは十分ではなく、校正方法、補正手法、評価指標、基準値などの標準化が不可欠であることを示している。特に建築物衛生法に基づく管理への適用を考える場合には、法定測定との整合性やデータの品質保証の方法について制度的な整理が必要である。

(3) 現場作業の代替よりも業務支援への効果

本研究では、当初想定されたような現場作業の完全自動化は容易ではないことが明らかとなった。

ねずみ・衛生害虫防除分野では、対象生物の多様性や現場ごとの状況の違いにより、調査・防除・効果判定までを一体的に自動化することは困難であった。また、ねずみ用センサーについては、ねずみ自身が機器を認識して忌避行動を示す可能性があり、センサー設置が行動に影響を与えるという課題も確認された。

水分野においても、点検ロボットやドローン、非破壊検査技術などは実用化されているものの、多くは人による操作を前提としており、点検・診

断・清掃の全工程を自動化するには至っていない。

一方で、報告書作成、記録管理、データ集約などの周辺業務では、デジタル技術の導入効果が比較的大きいことが確認された。清掃点検報告システムでは報告書作成時間の短縮や情報共有の改善が認められ、環境衛生監視業務においてもデータ管理や監視対象の優先順位付けへの活用可能性が示された。

このことから、現段階のデジタル技術は「人を置き換える技術」ではなく、「人の判断や作業を支援する技術」として位置づけることが適切であると考えられる。

(4) 熟練技能の可視化と継承

建築物衛生管理の多くの業務は、熟練技術者の経験や判断に依存している。本研究で実施したアイトラッカーによる視線分析では、熟練者と未経験者の間で点検箇所、視線移動、注視時間、移動経路などに明確な違いが認められた。

熟練者は設備構造や衛生害虫の生態を理解した上で効率的に点検を行っており、その技能は従来暗黙知として扱われてきた。しかし、アイトラッカー等を用いることで、これらの知識や判断過程を可視化し、教育・訓練や作業標準化へ活用できる可能性が示された。

今後は、AI 画像認識や点検支援システムと組み合わせることで、熟練技能の形式知化と技能継承に活用することが期待される。

(5) 予防保全型管理への転換

従来の建築物衛生管理は、定期点検や異常発見後の対応を中心とする事後対応型管理であった。しかし、本研究で検討した各種センサー技術や連続監視技術は、異常が顕在化する前に変化の兆候を把握することを可能にする。

CO₂濃度の常時監視による換気状態の把握、トイレ利用状況に基づく清掃計画の最適化、排水管閉塞の予兆検知、害虫発生状況の継続監視などは、

その代表的な例である。これらは限られた人的資源を効率的に活用しながら、より効果的な衛生管理を実現する手法として期待される。

したがって、デジタル技術の活用は、建築物衛生管理を「定期点検中心の管理」から「データに基づく予防保全型管理」へ発展させる可能性を有している。

(6) 統合的な衛生管理システムと制度設計の必要性

本研究で対象とした各分野では、有望なデジタル技術が多数確認されたものの、それらの多くは個別機能にとどまっていた。例えば、水分野では診断・清掃・完了確認を一体的に管理するシステムは存在せず、ねずみ・衛生害虫防除や清掃分野においても、調査から対策、評価までを統合する仕組みは十分整備されていない。

今後は、各種センサー、AI 解析、維持管理履歴、点検記録などを統合したデジタルプラットフォームを構築し、建築物衛生管理全体を一元的に支援する仕組みの検討が必要である。

また、現行の建築物衛生法は定期測定・定期点検を前提としているため、IoT による連続監視や AI による判定結果をどのように位置づけるかについて制度的整理が求められる。デジタル技術の導入を促進するためには、測定精度や信頼性に関する基準整備に加え、法定測定との関係や評価方法の見直しを含めた制度設計が重要な課題である。

E. 結論

建築物衛生管理分野におけるデジタル技術は、空気環境、清掃、ねずみ・衛生害虫防除、水・排水設備管理の各分野において、衛生状態の可視化、業務効率化、技能継承、予防保全の推進に大きな可能性を有することが確認された。一方で、測定精度の確保、標準化、人とデジタル技術の役割分担、制度との整合性などの課題も明らかとなった。したがって、現段階では、デジタル技術を活用し

た建築物環境衛生管理基準の策定は時期尚早であると判断する。

しかし、さらなるデジタル技術の進展に伴い将来的にはこれらを建築物環境衛生管理に活用することは時代の流れとして否定できない。今後は、個別技術の導入段階から、各種データを統合したデータ駆動型の建築物衛生管理システムへ発展させるとともに、それを支える評価基準や法制度の整備を進めることが必要となるであろう。個別技術の高度化に加え、各技術を統合した建築物衛生管理プラットフォームの構築と、それを支える制度・運用基準の整備を進めることが、建築物衛生管理のデジタルトランスフォーメーション実現に向けた重要な方向性であると考えられる。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 柳宇：浮遊微生物測定法の現状。空気清浄，第 62 巻，第 2 号，4-11. 2024.
- 2) 阪東美智子。ねずみ・衛生害虫の防除に関するデジタル化技術の特性および適用課題の検討。Pest Control Tokyo. 2025.7;Vol.90:15-18.
- 3) 谷川力。PCO における IoT 技術の活用—ねずみ等の遠隔監視の実例と普及の課題—。第 53 回建築物環境衛生管理全国大会（公益社団法人日本建築衛生管理教育センター）。2026.01:42-45.

2. 学会発表

- 1) 柳宇，福嶋信彦，永井秀康，加野稔：内視鏡手術中におけるバイオエアロゾルの発生特性，2024 年室内環境学会学術大会講演要旨集，281-282. 2024.
- 2) 柳宇，永野秀明，鍵直樹：バイオエアロゾルセンサーと人位置計測システムを用いたホッ

ト・スポットのリアルタイム検知，2025 年日本建築学会大会学術講演梗概集，1241-1244. 2025.

- 3) 阪東美智子。ペストコントロール分野の IT 活用状況に関するアンケート調査。第 83 回日本公衆衛生学会総会；2024.10.29-31；札幌。同抄録集。P21-16(31AM012).p.607.
- 4) 谷川力，芝生圭吾，木村悟朗，茂手木眞司，小室正二，阪東美智子。アイトラッカーを利用した調査—ベテランと初心者の調査視点の相違について—。日本ペストロロジー学会大会；2024.12.3-4；群馬。同抄録集(40)。p.33.
- 5) 茂手木眞司，谷川力，芝生圭吾，木村悟朗，阪東美智子。ペストコントロール業界におけるデジタル機器活用状況。日本ペストロロジー学会大会；2024.12.3-4；群馬。同抄録集(40)。p.34.
- 6) 杖先壽里，正田浩三，栢森聡，阪東美智子。清掃に関するデジタル化技術の適用課題の検討。第 52 回建築物環境衛生管理全国大会；2025.1.23-24；東京。同抄録集。p.88-89.
- 7) 柳宇、金 勲、下ノ菌慧、鍵直樹：オフィスビルにおける蛍光エアロゾル粒子のリアルタイム測定。第 42 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集、224-226. 2025.
- 8) 土屋将大、柳宇、金 勲、下ノ菌慧、鍵直樹：オフィスビルにおける蛍光エアロゾル粒子と生菌数の関連性。2025 年室内環境学会学術大会講演要旨集。300-301. 2025.
- 9) 杖先壽里、正田浩三、阪東美智子：清掃に関するデジタル化技術の適用課題の検討（その 2）、第 53 回建築物環境衛生管理全国大会、P56-57、2026 年 1 月
- 10) 渡辺貴之、杖先壽里、正田浩三：清掃管理業務に関する調査論文の収集・データベース化、第 53 回建築物環境衛生管理全国大会、P58-59、2026 年 1 月

- 11) 清掃現場における人手不足に関する調査（作業効率化・機器等の導入）：公益社団法人 東京ビルメンテナンス協会 建築物衛生管理委員会 調査研究小委員会、2026 年 3 月
- 12) Goro Kimura, Behavioral Response of Musca Domestica to Visual Targets, Proceedings of the Eleventh International Conference on Urban Pests 2025, 219-224.
- 13) 阪東美智子. ペストコントロールにおける IT 技術活用の可能性：アイトラッカーによる目視点検の分析. 第 84 回日本公衆衛生学会総会；2025.10.29-31；静岡. 同抄録集. p.660.
- 14) 田中和之, 木村悟朗, 芝生圭吾, 谷川力, 阪東美智子. センサーカメラの設置によるクマネズミの行動変化 . 第 76 回日本衛生動物学会東日本支部大会；2025.11.1；千葉. 同要旨集. p.29.
- 15) 谷川力, 芝生圭吾, 木村悟朗, 佐々木健, 市川博一, 大山克幸, 野本祥一, 西田雄剛, 大川拓也, 茂手木眞司, 下ノ藺慧, 阪東美智子. 実際の現場でのアイトラッカーを利用した調査一続 熟練作業員と未経験者の調査視点の相違について－. 第 41 回日本ペストロロジー学会大会；2025.11.6-7；新潟. 同抄録集(41). p.40.
- 16) 木村悟朗, 谷川力, 阪東美智子. 空間サイズおよび室内照明がハエ・コバエ類の捕獲効率に及ぼす影響. 第 78 回日本衛生動物学会大会；2026.4.18-19；栃木. 衛生動物大会特集号 (77). p.77.

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし