

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）

総括研究報告書

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、建築物衛生法に基づく環境衛生管理において、空気環境、ねずみ・衛生害虫防除、清掃、水管理等の分野を対象に、デジタル技術の活用可能性と課題を検証し、適切な維持管理方法や導入時の判断基準を明確化することを目的とした。

空気環境分野では、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
鍵直樹 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
佐藤昭仁 全国管洗浄協会、(株)カルピスサービス
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

本研究は、建築物衛生法が求める各種項目のうち、特にねずみ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 等についても、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うとともに、「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」の中間とりまとめ（令和 6 年 6 月）を反映し研究を進めた。

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 年間である。最終年度の令和 7 年度は、導入可能なデジタル機器等を用いた実

測や実証実験等を行い、実用可能性や導入の課題等の検証を行った。研究は、部会に分かれて実施し、3 か月ごとに開催する全体会議において研究協力者も交えて情報共有・意見交換を行い、研究全体の方向性を確認し合いながら研究を進めた（図 1）。

B1. 建築環境衛生の実態とデジタル技術に関する調査

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を行った。

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

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} 濃度の測定器については、

DustTrak II (TIS)、PS-2 (柴田科学)、PMT-2500 (光明理化学) のほか、PM_{2.5} サイクロンインパクターを装着した粉じん計である LD-5R (柴田科学)、3444 (日本カノマックス) とした。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 (PAMS Model 3310、日本カノマックス)、パーティクルカウンター OPS3330 (TSI) でも同様に測定を行い、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。対象文献は、査読付き原著論文 (介入研究・観察研究)、系統的レビュー・メタ解析、公的機関ガイドラインおよび専門学会声明とし、主要アウトカムは、認知機能、眠気・睡眠、症状、生理指標とした。

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

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。

昨年度の研究により収集した特定建築物の厨房における目視点検作業について、被験者に対するグループインタビュー調査により情報を補足し、収集した視線データの分析を深めた。また、ウェアラブルアイトラッカー (Tobii Pro Glasses 3) 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

昨年度までに収集した清掃に関する学会論文及び関係機関の成果物について検索システムを構築した。また、ビルメンヒューマンフェアに参加し展示品より資料収集を行った。加えて、9 月に東京ビルメン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った。

また、昨年度実施した清掃点検報告システムである 123 レポート (クリーンシステム株式会社製) 及び TERAS (テラモト) の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 (キッコーマン社のルミテスター A3 とニッタ社のハンドヘルドルミノメーター 33S) 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 (10 倍希釈液) 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。また、清掃用具であるタオルとモップの測定方法の検討を行った。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

まず、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。

次に、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した。この排水管洗浄システムは排水ますに設置したセンサーが堆積物による管内閉塞を起因とする排水の水位上昇を検知した後、高圧洗浄装置に信号を送り、配管内を高圧洗浄するものである。供試排水横管システムは、大便器の排水口芯から末端までの全長を約17mとし、末端にはLT継手(100A

×100A)を接続した。排水横主管は透明塩化ビニル管、呼び口径は100A(実内径103mm)、こう配は1/100とした。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、管内水位の経時変化を測定した。排水横管内における管内閉塞発生時の水位変動を確認するために、ニトリルゴム製の抵抗体と油粘土を組み合わせた擬似停滞物を作成し、排水ます内に設置することで管内閉塞を再現した。

(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、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)。

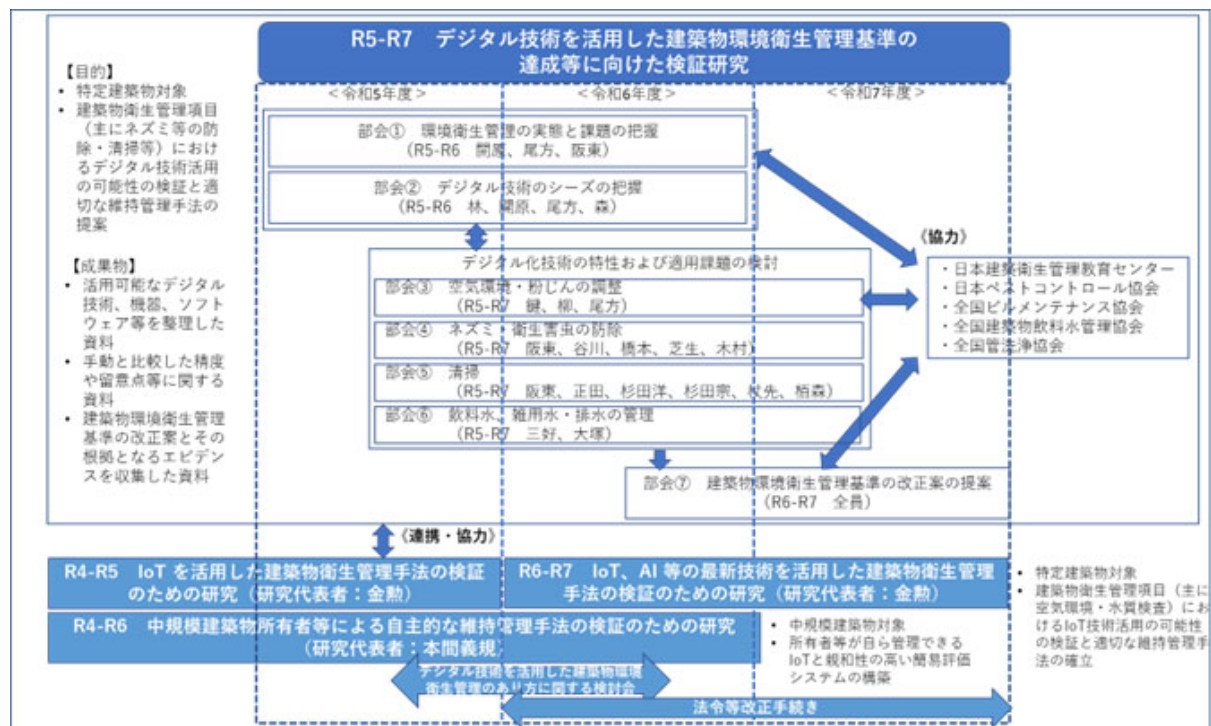


図1 研究の流れ図

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

エアロゾル感染対策のデジタル技術については、病原体を含むエアロゾルが不可視であるため、感染リスクを認知するためのデジタル技術の必要性が非常に高い。現時点では、ウイルスを直接検知することは難しく、今後の技術開発が望まれる。COVID-19 パンデミックに際しては、人由来のCO₂の濃度を検知することで、換気の状態を把握する方法が推奨された。しかし、CO₂濃度計の精度に関しては一定の信頼性が確認されると同時に、機種による差や換気の過剰抑制などの可能性が指摘された。そこで、CO₂濃度の測定器の誤差に関する調査とその影響に関するシミュレーションを行い、CO₂濃度の測定器の要件の整理を行った。自動校正方法をモデル化した上で、CO₂濃度の推移を仮定した場合の誤差についてシミュレーションした結果、濃度が低下しない環境では、定期校正の間隔、校正の段階によって、異なる誤差に収束した。自動校正による換気抑制に関する事務所を対象にしたシミュレーションでは、自動校正によってCO₂濃度が過小評価されると、換気量が抑制され、実際の室内CO₂濃度が上昇する結果が示された。また、この現象が繰り返された場合、4日後の誤差は約400ppmとなり、換気量は約半分に抑制される結果となった。さらに、CO₂濃度センサーについては、自動校正による濃度の過小評価に加え、温度条件等によって比較的大きな誤差が発生する可能性が認められた。一方、自動校正を行わない場合には、時間経過に伴い誤差が変化する可能性も認められた。

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る課題整理等の結果、人員不足、監視対象施設数の増加、紙媒体による記録管理等に伴う業務負担の増大が確認された。また、

報告徴収は増加傾向にある一方、立入検査件数は減少傾向にあり、限られた人的資源の中で監視指導を実施している実態が確認された。デジタル技術活用としては、CO₂濃度、温湿度、残留塩素等の測定データを連続的に取得し、異常値把握や監視優先度付け等へ活用できる可能性が示された。一方で、IoTによる測定データは法定測定を代替するものではなく、測定精度、データ信頼性、制度との整合性等への対応が必要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

本研究では、ローコストセンサー（LCS）による室内環境測定、CO₂センサーの性能と健康影響、オフィスにおけるバイオエアロゾルの実態について調査した。

まず、PM_{2.5}測定に用いられるLCSに関する文献レビューでは、光散乱式センサーは低価格で連続測定が可能である一方、湿度や温度、粒子特性、経年劣化の影響を受けやすく、精度向上には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が示された。また、AIや機械学習を活用したデータ補正や曝露評価手法の有効性も報告されていた。

実測調査では、PM_{2.5}濃度はいずれも環境基準値（15 µg/m³）を下回ったが、測定機器間で値に差がみられた。粒径別分析では、個数濃度の大部分が0.1 µm以下の超微粒子であり、質量濃度分布は大気中粒子と類似していた。光散乱式PM_{2.5}計は0.3 µm未満の粒子を十分検出できないため、超微粒子が多い環境では過小評価の可能性が示された。今後は室内粒子特性の把握と校正係数の標準化が重要である。

CO₂センサーについては、電気化学式、光音響式、熱伝導式、NDIR式の特徴を整理した。現在

は高精度で他ガスの影響を受けにくい NDIR 方式が最も普及していた。さらに、室内 CO₂濃度と健康影響に関する文献を整理した結果、認知機能への影響については研究結果が一致していない一方、1,000 ppm を超える環境では睡眠効率の低下や眠気の増加が報告されていた。また、シックビル症候群様症状は CO₂そのものよりも、換気不足による VOC や生体発散物質の蓄積が主因と考えられた。一般的な室内濃度域では明確な生理影響や長期健康影響の科学的根拠は限定的であった。

オフィスビルにおけるバイオエアロゾル調査では、蛍光粒子（FAP）濃度は多くの建物で冬期が夏期より高く、室内濃度が屋外を上回る場合もみられた。FAP の総粒子に占める割合は粒径が大きいほど増加し、特に 1 μm 以上で室内の割合が高かった。浮遊細菌・真菌濃度はともに夏期に高く、細菌はすべて基準値以下であったが、真菌は夏期に基準値を超える例が多かった。また、FAP 濃度と浮遊細菌濃度には有意な相関が認められ、FAP 測定が室内微生物汚染のリアルタイム評価手法として有効である可能性が示された。

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

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動向把握、自動計数機能付き捕虫器の性能検証、ならびに点検作業の視線分析を実施した。

まず、国際学会 ICUP2025 では、参加者約 230 名による 52 題の口頭発表と 28 題のポスター発表が行われたが、デジタル技術に関する報告は、オンラインねずみ監視、AI によるねずみ画像識別、AI を活用した昆虫計数の 3 題のみであり、海外においても技術開発は進行中の段階であることが確認された。さらに、日本ペストロロジー学会若手談話会で実施したワークショップ（参加者 22 名）では、報告書作成の効率化、害虫同定の自動化、臭気センサーや AI 搭載ドローンの活用、トラップ配

置支援ツール、害虫相談 AI アプリへの期待などが挙げられた。一方で、AI 判定精度や顧客要求との整合性が課題として認識されていた。

次に、自動計数機能付き捕虫器の検証では、イエバエおよびクサビノミバエを対象に実験を行った。その結果、部屋の広さや明暗条件は捕獲数に有意な影響を与えなかった。一方、計数精度はイエバエで特に高く、クサビノミバエでも誤差は 20%未満であり、概ね 80%以上の個体を検出できた。また、捕獲時間には明暗条件の影響がみられたものの、部屋が狭いほど捕獲時間が短くなる傾向は確認されなかった。以上より、本装置は異なる環境条件下でも安定した捕獲・計数性能を有することが示された。

さらに、厨房における目視点検作業の視線分析を実施した。グループインタビューから、什器の脚部や床面、水回り、熱源周辺、壁の亀裂、冷蔵庫のパッキンや蝶番などが重点的な点検箇所として整理された。また、点検者はトラップの確認や什器構造の把握、ゴミや不要物の有無にも着目していた。熟練作業員は什器の裏側や隙間など見えにくい箇所まで広範囲に点検しており、アイトラッカー分析では、ペンライトで照射する前に次の点検箇所へ視線が移動していた。このことから、熟練者は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、点検技術のデジタル化・標準化に向けた有用な知見が得られた。

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

本研究では、清掃分野における既存研究の整理、デジタル技術の導入実態調査、デジタル技術の効果検証、および ATP 測定による清掃品質評価の基礎的検討を行った。

まず、昨年度に収集した論文をデータベース化し、検索可能な専用ウェブサイトを構築した。

次に、清掃分野におけるデジタル技術の動向を把握するため、2025 年のビルメンテナンス関連展

示会を調査した。出展 162 社のうち、清掃資機材企業 46 社、ロボット・センサー企業 43 社が大きな割合を占めた。清掃ロボットは小型から大型まで計 46 台が出展され、特に床清掃ロボットの普及が進んでいた。また、勤怠管理や報告書作成などの業務効率化システムも多数紹介され、人手不足への対応としてデジタル化が進展していることが確認された。

さらに、東京ビルメンテナンス協会加盟企業 34 社を対象としたアンケート調査では、80%の企業が清掃ロボットを導入していた。導入先は事務所ビルが最も多く、清掃品質向上や作業負担軽減、コスト削減などの効果が報告された。一方で、業務効率化システムでは勤怠管理の導入率が高いものの、25%の企業では未導入であり、デジタル化の余地が残されていることが明らかとなった。

デジタル技術の効果検証では、清掃点検報告書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され、平均 32 分（約 20%）の効率化が確認された。写真管理や音声記録機能により、報告書作成の負担軽減や情報共有の向上も認められた。また、トイレ利用状況や消耗品補充量、ごみ箱の充填率をセンサーで計測した結果、利用実態に応じた清掃頻度や消耗品管理の最適化に活用できる可能性が示された。

ATP 測定に関する基礎研究では、建材表面の凹凸や測定機器の違いによって測定値が大きく変化することが確認された。実建築物での測定では、トイレ内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見直しの必要性が示唆された。また、清掃後は平均 56%の汚れが除去されていたが、測定機器間では数値に大きな差が認められた。現時点では建築物清掃に適用可能な ATP 基準値は十分に確立されておらず、利用頻度や部位の特性を考慮した基準設定が今後の課題である。

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

本研究では、まず建築物衛生法や既往研究、業者ヒアリングをもとに、各工程で用いられている技術を整理した。

排水管の劣化診断には、設備を停止せずに実施できる非破壊検査と、配管の一部を取り出して調査する破壊検査がある。非破壊検査には、放射線透過試験（X 線）、超音波肉厚測定、内視鏡検査、外面腐食調査などが用いられる。特に X 線を利用した放射線透過試験のうち、イメージングプレート（IP）法は、従来のフィルム法と比較して作業効率や診断精度に優れ、配管の残存肉厚を高精度に測定できることが報告されている。これにより余寿命評価や保全計画の合理化、過剰な設備投資の抑制が可能となる。しかし、撮影作業自体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る。

清掃技術には、高圧洗浄法、ワイヤ式清掃法、ロッド法、空圧式洗浄法などの機械的洗浄法と、薬剤を用いる化学的洗浄法がある。さらに、管内圧力や空気圧の変動から閉塞を検知し、自動的に洗浄水を排出する技術も提案されている。

文献調査の結果、診断や清掃に関する個別技術は進展している一方で、「診断→清掃→完了」までの一連の工程をデジタル化し、データを統合的に管理する実用システムは未だ実現されていないことが明らかとなった。

そこで本研究では、レーダー式レベルセンサーを活用した排水管閉塞自動検知・洗浄システムを提案した。このシステムは、排水ます内の水位上昇を検知すると高圧洗浄装置へ信号を送り、自動的に洗浄を行うものである。実験では、全長約 17m の排水横管に擬似閉塞物を設置し、レーダー式レベルセンサーによる水位変動の測定を行った。その結果、閉塞の進行に伴って各排水ますで継続的な水位上昇が確認され、管内が満水状態となった後に閉塞物を除去すると水位が低下した。これらの結果から、レーダー式レベルセンサ

ーにより排水管内閉塞に伴う水位上昇を検知できる可能性が示され、自動検知・自動洗浄システム実現に向けた基礎的知見が得られた。

D. 考察

建築物衛生管理にデジタル技術を活用するためには、個別のデジタル技術の有効性だけでなく、建築環境衛生管理のデジタル化をどのように実装し、制度や専門技術と統合するかが重要となる。本研究全体を通して、以下のように論点を整理した。

(1) デジタル技術の有効性と限界

本研究では、CO₂センサー、PM_{2.5}センサー、害虫自動計数装置、排水管レベルセンサーなど、多くの技術が建築物衛生管理における「見えない状態」を可視化する手段として有効であることが示された。

一方で、CO₂センサーの自動校正誤差や低コストセンサーの測定精度、ATP測定値の機器差など、デジタル機器の測定結果自体に不確実性が存在することも明らかとなった。

したがって、デジタル化は「人の判断を不要にする技術」ではなく、「衛生リスクを早期に把握する支援技術」として位置づける必要がある。

(2) 測定精度・標準化の必要性

各分野に共通して、測定値の信頼性が大きな課題として抽出された。具体的には、IoT計測データと法定測定値の差異、CO₂センサーの校正方法による誤差、PM_{2.5}センサーの粒径特性による過小評価、ATP測定器間の数値差などである。このことは、デジタル技術の普及には機器性能だけでなく、校正方法の標準化やデータ補正アルゴリズム、評価基準値の整備など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と、「何をどの程度の精度で測ればよいか」という制度的基準の整備が今後の重要課題と

なる。

(3) 人手不足への対応としてのデジタル化

監視指導、清掃、害虫防除の各分野では共通して人手不足が指摘された。環境衛生監視員の不足、清掃従事者の不足、害虫防除技術者の高齢化といった課題に対し、IoTによる常時監視、自動計数システム、清掃ロボット、デジタル報告書システムが業務効率化や省力化に寄与する可能性が示された。特に清掃報告書システムでは約20%の時間削減効果が確認されており、デジタル化の効果は点検・検査等の現場作業そのものよりも、記録・報告・管理業務で大きい可能性がある。

(4) 専門技能の継承とデジタル化

害虫防除分野の視線分析では、熟練者が先読みしながら効率的に点検していることが可視化された。これは、建築物衛生管理の質が単なるマニュアル作業ではなく、経験知や状況判断能力によって支えられていることを示している。

今後は、アイトラッカーやAI画像認識、点検支援システムなどを活用して熟練技能を形式知化し、教育や技能継承に活用することが重要な課題となる。

(5) リアルタイム管理から予防保全への転換

従来の建築物衛生管理は、「異常発見 → 対応」という事後対応型が中心であった。しかし本研究では、CO₂濃度の連続監視、FAPによる微生物汚染把握、トイレ利用状況モニタリング、排水管閉塞検知システムなどにより、「異常予兆の把握 → 予防的対応」が可能になることが示された。これは建築物衛生管理を、定期点検中心からデータを駆使することによる予防保全へ転換する可能性を示している。

(6) 個別技術から統合的衛生管理システムへの発展

本研究では各分野で有望なデジタル技術が確認されたが、多くは個別工程や単独機能に留まっていた。特に排水設備分野では、「診断→清掃→完了確認」を一体的に管理するシステムが存在しないことが指摘された。同様の課題は、空気環境管理、清掃管理、ねずみ・害虫防除にも共通している。

今後は、センサーや AI 解析、点検記録、維持管理履歴を統合したデジタルプラットフォームの構築が求められる。

(7) 建築物衛生法との整合性と制度設計

本研究で得られた知見は、現行の建築物衛生法が前提とする「定期測定・定期点検型管理」と、デジタル技術による「連続監視型管理」との間にギャップが存在することを示している。IoT データや AI 判定結果を、法定測定の補完として位置づけるのか、それとも将来的に代替可能とするのかについては制度的検討が必要である。また、デジタル技術の進展に合わせて、建築物衛生管理の評価方法や監視指導のあり方そのものを見直す必要性が示唆される。

E. 結論

本研究から、建築環境衛生分野におけるデジタル技術は、衛生リスクの可視化、業務効率化、予防保全、技能継承に大きな可能性を有することが明らかとなった。一方で、測定精度や標準化、制度との整合性、専門家の判断との役割分担といった課題も共通して認められた。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。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 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.
- 2) 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、金 勲、下ノ蘭慧、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.
- 2) 土屋将大、柳 宇、金 勲、下ノ蘭慧、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.
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 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
- 6) Goro Kimura, Behavioral Response of Musca Domestica to Visual Targets,

Proceedings of the Eleventh International Conference on Urban Pests 2025, 219-224.

- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) 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—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.

- 10) 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