

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により、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す。

今年度は、昨年度に引き続き、まず全体を通して関連する技術開発の動向を把握して基礎資料とすることを目的とし、建築環境衛生に関連する既存技術、技術開発動向を継続的に収集し整理した。

空気関連分野については、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。

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 国立保健医療科学院 生活環境研究部
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 クリーンクリエイターズラボ
 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이프クリーニング
 佐藤昭仁 全国管洗浄協会、(株)マルニビルサービス
 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す。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る。

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する。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う。

B. 研究方法

研究期間は3年間である。2年目にあたる令和6年度は、1年目から実施している文献や展示会等を通じたデジタル技術に関する情報収集の継続に加え、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実施し、従来の手法との比較を行うことにより、実用可能性や導入の課題等の検証を行う。研究は、分野ごとに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実施する（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

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。そのうえで、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

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。

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

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。また、令和 5 年度からの継続で特に浮遊微生物に関する自動・簡易測定器について情報収集した。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。

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

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をした。また、日本 PCO 協会会員を対象にアンケート調査の実施、集計分析を行った。

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 (トロフ

ィーカム XLT32MP・ノーグロウ DC 4 K 及び RYODEN Pescle カメラタイプ) に対するねずみの認知・行動に関する検証試験を行うため、試験方法を確定し試験を行った。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 (Tobii Pro3 Glasses 3) 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。

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

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である 123 レポーター (クリーンシステム株式会社) 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、TERAS (テラモト) の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。

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

令和 5 年度は、建築物衛生に限定せずに類似先行事例について情報収集を行い、貯水槽清掃、点検の管理に適用可能なデジタル技術の有無に関する調査を実施した。

令和 6 年度は、現在の適用技術について、建

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。

詳細な研究方法については、各分担研究報告書を参照されたい。

(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、令和 6 年度の研究では、「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)。また、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)。

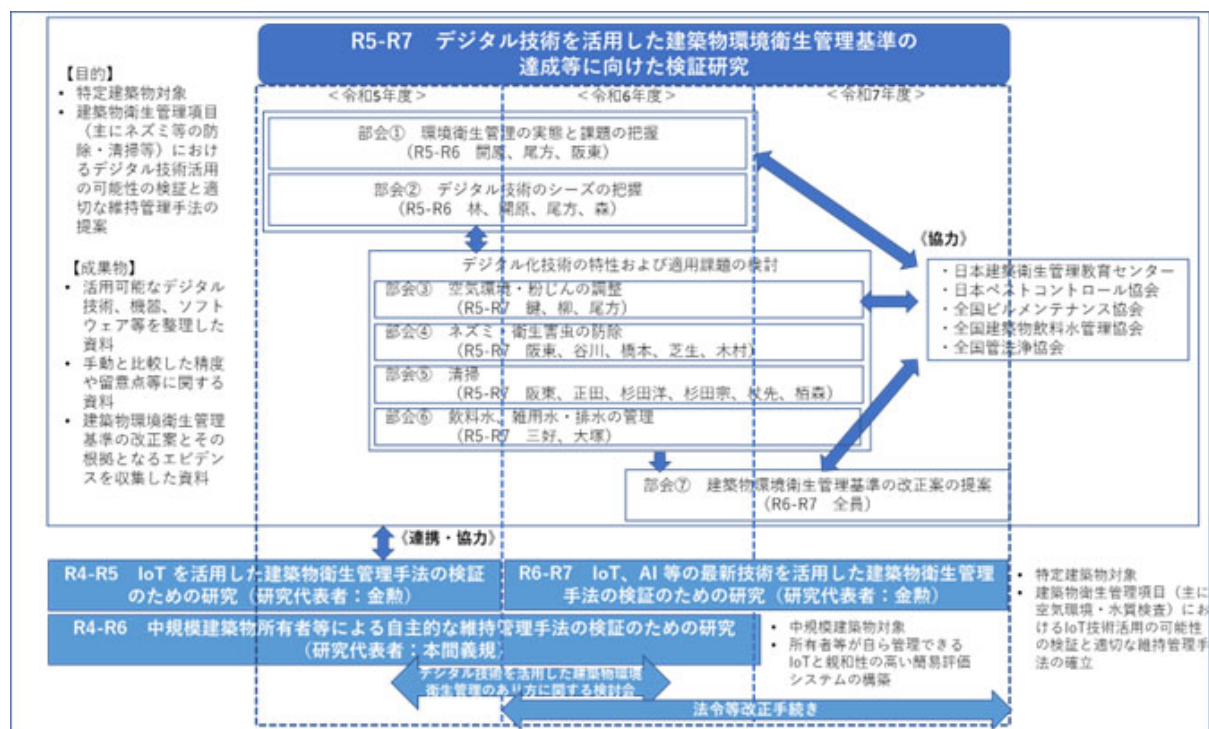


図 1 研究の流れ図

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

ウイルス濃度の検知技術は開発段階にあり、今後の実用化が期待されていた。環境中トレーサー（室内空気質）、空調換気設備、在室者行動などの間接的な情報については、複数の要素を検知し感染リスクを推定するための技術が検討され、実用化されている事例があった。

デジタル技術を活用する際の課題についてはスマートビルのガイドラインから抽出し整理した。現状では、設備機器のデータに「どのような機器か」「どの場所に設置されているか」といったメタデータが十分に表現されていないため、データの横断的な利活用が難しいといった「データの意味／情報の不足」の課題があった。また、空間情報の表現の必要性や、データ標準化ができていないことにより専門知識がないとデータを正しく判断し現象を理解することが難しいこと、ユースケースの多様化への対応、システムの大規模化／複雑化によるセキュリティ対策や運用の課題があること等を整理した。次に、デジタル技術を活用する際のセキュリティ対策の強化が必要となることから、その内容を整理した。更に、デジタル技術を活用するために、センシング機器の信頼度の確保が重要であるため、講ずる対策を整理した。

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

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。室内環境の測定については、複数の PM_{2.5} 濃度計を用いた結果、濃度の絶対値は異なるものの、経時変化は同様の傾向になった。

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。本調査から、CO₂センサーの信頼性には設置環境と運用方法が大きく影響することが明らかとなった。

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った。実測結果からは、FAP、細菌、在室者数の間に有意な相関関係は認められなかった。

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

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。Pest World では IT 関連の報告・展示は 2 割程度あったが、工程管理系のものが多く調査・点検等で使用できるものは少数であった。ねずみを対象とするものが多く、日本とは異なり振動センサーを使用した商品が多かった。

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。具体的には、試験室において、ねずみ用センサーの設置前後の餌の喫食量の推移や天井カメラの動画分析によるねずみの行動観察を行った。センサー設置後は明らかに餌の喫食量が減少しており、またセンサーを迂回・忌避するなどの行動が見られた。

さらに、ウェアラブルアイトラッカーを使用し、目視による点検・検査の内容・方法を可視化することを試みた。具体的には、実際の厨房において、熟練作業員と未経験者による点検ルートや点検箇所の相違、トラップの設置提案場所の相違、あらかじめ隠しておいたゴキブリおもちゃの発見時間の相違、について検証を行った。調査結果から、点検ルートや各所の点検時間（注視時間）、点検の姿勢、設備・什器の知識等に違いが見られた。

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

まず、清掃に関する1950年から2025年までの346編の調査・研究論文を整理した。汚れ関係に関する論文が約4割を占めており、汚れに関する実態調査、汚れの原因や汚れの種類の究明・評価などが多かった。

次に、清掃点検報告システムである123レポーターを用いた実証実験を行い、従来の方法との差異を調べた。13施設において2名の作業員により清掃点検（インスペクション）を実施し、従来の方法による書類の作成時間と「123レポート」を用いた書類の作成時間を比較した。2名の作業員間で使用感に大きな違いはなかった。清掃点検時間は1施設（1棟）あたり1.5時間を基本とするが、従来の方法では150分から1260分かかるところ、システムを用いた方法では150分から1130分の時間がかかっていた。従来の方法よりもシステムを用いた方法の方が短縮した施設は13施設中10施設、短縮時間は10分から130分で、全体で平均すると約6%の時間短縮につながっていた。

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、TERASのセンサー（トイレ利用者数カウンター、トイレ個室利用者数カウンター、トイレトペーパー在庫減アラートセンサー、水石鹼在庫減アラートセンサー、ゴミ量アラートセンサー）を用いた実証実験を実施した。データから、1日のトイレ利用者数、1か所あたりのトイレ個室利用者数、個室平均滞在時間、トイレ個室利用ピーク時間や水石鹼の補充のタイミング（本調査では5～7日間隔で対応が可能と判明）が明らかになった。

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

ヒアリング調査等では、点検、清掃現場での作業に関しては、目視、あるいは手動による作業が中心となることから、現段階において、デジタル技術の活用は限定されていることが明らかとなっ

た。一方で、点検、清掃作業の結果の集約や、それらに基づく報告書作成業務などに関しては、デジタル技術を活用した業務支援ツールの開発が広く行われていることも明らかとなった。現場作業においては、熟練した作業者の確保が困難となっていることから、AIによる画像診断や流量計等の連続測定計器の設置、排水管内のガス組成の検知等を通じて、点検、清掃業務を最適化することができる業務支援ツールの開発への期待も確認することができた。

D. 考察

2024年6月に国の検討会（「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」）による中間とりまとめが発表されている。中間とりまとめでは、以下の点が継続検討事項として挙げられている。

- ・ 空気環境測定における小型連続測定機器の適切な較正方法
- ・ 空気調和設備のグループ管理を行う場合の代表設備の選定や代表設備以外の設備の確認のタイミング
- ・ 監視に遠隔カメラを用いる場合の遠隔カメラ等の設置場所等の決め方
- ・ 画像とAI技術による監視を行う場合の撮影環境の検知精度への影響
- ・ 加湿装置やその他（散水装置、充てん材、エリミネータ等の汚れ、損傷などの定期点検）についての検討
- ・ 飲料水等に関する設備の維持管理におけるマンホールへの密閉状態、汚水等の逆流の有無、防錆剤注入装置の稼働などの定期点検
- ・ 排水に関する設備の維持管理における管の内部の腐食や詰まりなど外観で判別がつかないものなどへの対応
- ・ 清掃における清掃ロボットの活用と建築物衛生法令への組み込み
- ・ 廃棄物処理の適正な処理能力の定期点検など

におけるデジタル技術の有無・活用方法

- ・ ねずみ等の防除におけるデジタル技術活用の課題（種ごとの調査・対策や現場状況により完全な自動化には至らない点への対応）

本研究では、これらの検討課題を踏まえつつ、今年度は、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実施することにより実用可能性や導入の課題等の検証を行った。また、空気環境については、「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等に重点を置いて検討し、さらに先行研究がカバーしていないねずみ・衛生害虫防除分野と清掃分野におけるデジタル技術の活用の検討に注力した。

空気環境測定については、ローコストセンサーに関する文献レビューから、PM_{2.5}を中心とした近年の技術革新により様々なセンサーが出ているが、その精度には課題となることが多く、課題解決及び複数の環境要素の計測により、発生源、制御に活かす取り組みがなされる傾向が見られる。実建築物におけるPM_{2.5}の測定では、光散乱方式の測定器を用いたが、光散乱方式はレーザーの波長により散乱強度を得られる粒径が限られており、0.1 μm から 0.3 μm 以上の粒子のみを検出するのが一般的であり、それ以下の粒子は検出できず、機器によっては校正係数値を設定することで、これらの要因を補正することを行うものもある。粒径別質量濃度分布のピークから算出したPM_{2.5}質量濃度とPM_{2.5}濃度計の結果は異なる傾向となったことから、PM_{2.5}濃度計の原理的には各種センサーが微小粒子を全て検出しているわけではないので、超微粒子濃度が高い空間において正確には計測できないことも考えられる。よって、近年の建築物における室内粒子の現状を把握することも重要となり、さらにはセンサーの校正係数、校正方法を規定することも必要となると考えられる。

また、CO₂センサーについては、その信頼性には設置環境と運用方法が大きく影響することから、とくに以下の3点が重要であると考ええる。①センサー異常の検出可能性：高表示やセンサー故障は比較的発見しやすいが、過補正による低表示は発見が困難であり、換気制御が不十分なまま運用されるリスクがある。②設置環境の把握：排ガス、結露、粉塵、空気汚染などの要因はNDIRセンサーの性能に影響を与えやすいため、適切な保護措置および設置位置の選定が重要である。③自動校正機能のリスク：自動校正機能は便利である一方、濃度変化が少ない環境では誤補正が生じやすく、制御精度を損なう可能性がある。特に人が常時在室している空間や換気停止状態では注意が必要である。このことから、CO₂センサーを換気制御に用いる際には、定期校正の実施（ゼロガス、スパンガス校正）、センサー表示値と独立した実測値との定期的な比較、異常な表示値が生じうる環境の把握と対策、経年による性能劣化を踏まえた定期的な機器更新の実施といった対策が必要である。

バイオエアロゾル粒子のリアルタイム測定については、既往研究ではFAPが生物由来の粒子（バイオエアロゾル粒子）の指標として使用されることがあり、過去の調査でもFAPと細菌、FAPと在室者数、細菌と在室者数の間に有意な相関関係が認められたのだが、本研究ではFAP、細菌、在室者数のいずれの間にも有意な相関関係が認められなかった。この結果から、実オフィス環境におけるFAPと細菌の関係を定量的に解明するには限界があることが示唆される。

ねずみ・衛生害虫防除については、国内だけでなく国外でも活用できるデジタル技術はほとんど見られず、むしろ昆虫等のAIによる同定など日本の方が技術が進んでいる状況が見られる。逆に言えば、同定までの技術は海外では求められていないのかもしれない。

ねずみ用センサーに対するねずみの認知・行動

に関する検証試験からは、センサーに対するねずみの強い忌避がありそれによって行動に変化が生じている可能性があることがわかった。また、オスとメスではメスの方が警戒心が強く、行動変化しやすい可能性が示唆された。なお、センサーがねずみを感知して起動音や赤外線が出ていない状態であったにも関わらず、ネズミは忌避反応を示した。このことから、ねずみは試験品を新奇物として認識し警戒することで、設置直後の行動が変化する可能性は高いと考えられる。センサーによるねずみの把握は限定的であり、センサーの設置によってねずみがセンサーの設置場所以外で行動することで、かえって潜伏してしまう懸念もあることから、センサーを導入する際には、このようなねずみの行動を踏まえた設置場所の選定や設置の方法等を考慮する必要がある。

ウェアラブルアイトラッカーを使用した厨房における目視点検作業の調査からは、点検ルートや点検箇所及びその注視時間、点検時の姿勢などをデータを用いて可視化することにより、熟練作業員の目視点検の技術やその背景にある経験・知識等の一部を明らかにすることができた。熟練作業員は、什器や設備等に関する知識に加えて、対象とする衛生害虫の生態・習性等にも詳しく、時間帯により点検箇所を変えるなどして、点検すべき箇所を定め無駄のない動きで点検を行っている。この目視点検作業をデジタル技術に直接置き換えることは難しいが、目視点検のための作業シートの開発や、熟練作業員の目視点検技術を経験の浅い作業員が学習するための教材として、アイトラッカーで収集したデータや撮影した画像等を活用することは可能であると思われる。

清掃分野については、既往研究の整理からはデジタル技術に関連するものはほとんど見つからなかった。しいて言えば、汚れの評価に ATP 値が導入されているものが見られた。本研究では、次年度に、清掃作業前後の清掃箇所の点検、及び清掃

用具の点検に ATP 測定を応用して、新たな監視項目を導入することを検討することを予定している。

清掃点検報告書の作成におけるデジタル技術の活用については、システムの活用による報告書作成時間の短縮は平均して 6%程度であり、大幅な効率化は見られなかったが、システムの活用により、写真の貼り付け、コメントの音声入力、写真撮影という一連の作業を携帯端末から同時に行うことができるという点で、業務効率化、ミスの減少につなげることが可能である。使いやすくなった分、同じ時間でも情報量を増やすこともできる。しかし、多数の建築物をまとめて点検する場合や、大規模建築物等にて使用の場合は、複数個所の点検や複数の報告書を作成することが求められ、作業が多忙となる。そのため、報告作成システムのカスタマイズ等が必要と考える。また、点検作成様式は、全国ビルメンテナンス協会の点検資格者・清掃会社・顧客の指定等の点検用紙を使用することになり、柔軟な対応ができるシステムが必要である。顧客の指定では、数百棟の建築物への対応や不動産投資建築物等に対する管理システムの開発も重要となる。

デジタル技術を活用したトイレ清掃の効率化については、センサーを用いることで利用時間のピークやよく利用されている個室の特定などを確認することができた。ピーク時間は男女とも通勤時と昼食時でほぼ一致しており、女性については、オフィスワーカーの帰宅前とコンサートホール鑑賞者の入場前が原因と推測された。これらの利用ピークは、従来から清掃作業員が感覚的に捉えていたものと同じであるが、今回の検証で数値化することでより明確になった。人数や滞在時間を数値化することにより、今後の対応に活かせる情報が得られた。

水分野については、本年度の検討では、排水管汚染にかかるデジタル技術の活用の現状調査の結果、関連する多くの作業が目視、あるいは手動に

よる作業となっており、点検、清掃といった作業の効率化に向けたデジタル技術の適用は、現段階においては限定的である。一方で、作業結果の集約や書類作成を支援するためにデジタル技術を活用した支援ツールを活用する試みは広がっている。また、超音波流量計をはじめとする排水管内の汚染状況の監視を通じて、円滑な排水管洗浄作業を促進するための技術として有望視されている技術に関しても情報収集を行うことができた。これらの技術の実用化に向けては、データ収集、エビデンス収集といった実証試験的な検討に加え、これらの手法を活用した検査を可能とするための制度設計が今後必要である。

E. 結論

今年度は、昨年度に引き続き、建築環境衛生に関連する既存技術、技術開発動向を継続的に収集し整理した。そのうえで、各分野において実測調査や実証実験を行い、デジタル技術導入について現状までの特性の把握と今後の課題を示した。

具体的には、空気関連分野については、PM_{2.5}測定器を用いた実測調査、CO₂センサーの制度管理のための校正方法に関する調査、浮遊微生物測定について迅速測定装置を用いた実測調査等を行った。

ねずみ・衛生害虫防除分野については、センサーに対するネズミの認知・行動に関する検証試験、アイトラッカーを用いた目視による厨房の点検内容の検証を行った。

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、センサーを用いた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、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調査を実施した。

いずれの分野においても、デジタル技術の活用においては課題が多く残されていることから、次年度も引き続き検討を行う。

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. 学会発表

- 1) 柳宇，福岡信彦，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，金勲，下ノ菫慧，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，240-242，2025.
- 3) 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，2025. (印刷中)
- 4) 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.
- 5) 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—．日本ペストロジー学会大会；2024.12.3-4；群馬. 同抄録集(40). p.33.
- 6) 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. 日本ペストロジー学会大会；2024.12.3-4；群馬. 同抄録集(40). p.34.

7) 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.	なし
	2. 実用新案登録
	なし
H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）	3. その他
1. 特許取得	なし