

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
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

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
研究協力者	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
研究協力者	芝生 圭吾	鵬図商事株式会社
研究協力者	木村 悟朗	イカリ消毒株式会社
研究協力者	茂手木 眞司	日本ペストコントロール協会
研究協力者	橋本 知幸	日本環境衛生センター

研究要旨

本研究は、建築物衛生管理におけるねずみ・衛生害虫防除分野を対象として、デジタル技術活用の可能性を検証することを目的とした。

まず、ねずみ・衛生害虫の防除に関する現在の調査方法と報告書の例を収集し、課題を整理した。デジタル技術を活用した調査方法の事例を収集し、一覧表に整理して、デジタル技術の適用の可能性を検討した。さらに、日本 PCO 協会会員を対象にアンケート調査を実施し、デジタル機器の普及状況を把握した。ごく一部の商品が半数程度の事業所で使用されていたほかは、ほとんど普及しておらず、その要因として通信費を含む導入コストや費用対効果の評価の難しさがあることが示唆された。

国際展示会や国内外の学会等に参加し、デジタル技術の活用・普及状況やニーズを調べた結果、IT 関連の報告・展示は数題から数割程度で、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。AI による害虫同定やオンライン監視などの技術は一部実用化されているものの、普及は限定的であり、コストや精度への懸念が課題として挙げられた。一方、現場からは報告書作成の効率化や臭気センサー、AI 相談アプリ等への期待が示された。

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と、自動計数機能付き捕虫器を用いた検証試験を実施した。前者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うもので、実験結果からねずみはセンサーを新奇物として認識し警戒しており、センサー設置直後の行動が変化する可能性が高いと推察された。後者はイエバエおよびクサビノミバエを対象に、部屋の広さや照明条件が捕獲効率に大きく影響しないことを確認した。カウント精度は概ね 80% 以上であり、昆虫類の生息状況把握への有効性が示された。

さらに、アイトラッキングシステムを用い、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を調べた。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・什器の知識等に見られた。熟練作業員の視線移動や点検技術を可視化でき、什器の隙間や熱源周辺など重点点検箇所が明らかとなった。これらの成果を基に、熟練作業員の点検技術を学習できる教材動画を作成した。

以上より、本分野におけるデジタル技術は限定的ながらも、効率化や人材育成への活用可能性を有することが示唆された。

A. 研究目的

建築物衛生管理のうち、ねずみ衛生害虫防除分野におけるデジタル技術の活用の可能性を検証することを目的とした。建築物衛生法が求める各種項目において、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、従来の手法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した。

B. 研究方法

B1. ねずみ・衛生害虫の防除に関する調査内容の整理とデジタル技術導入の可能性の検討

ねずみ・衛生害虫の防除に関する報告書例を収集し現在の調査方法や点検結果の報告内容について整理を行った。また、市販されているデジタル機器を中心に、ねずみ・衛生害虫の防除に活用可能な機器を収集して一覧表を作成した。これらの資料から、ネズミ・衛生害虫防除におけるデジタル技術の適用可能性を検討した。

B2. デジタル技術の活用状況に関する調査

(公社)日本ペストコントロール協会の協力の下、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を実施した。アンケートの対象は特定建築物件数や地域性を考慮し、2022年度の特定建築物の物件数が概ね2000件以上ある北海道・東京都・神奈川県・愛知県・大阪府・福岡県の6地区のペストコントロール協会所属会員企業とし、ウェブによるアンケート調査を行った。調査期間は令和6年2-3月。

B3. ねずみ・衛生害虫の防除分野におけるデジタル技術に関する情報収集

2つの国際展示会(FAOPMA Pest SummitとPest World)及び国際学会(第11回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参加者から意見を募った。

B4. 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

ねずみ用センサーのうち、比較的に普及度の高い2つのセンサー(トロフィーカムXLT32MP・ノーグロウDC4K及びRYODEN Pescleカメラタイプ)を用い、センサーに対するねずみの認知や回避行動の有無を明らかにするため、センサーを用いた検証試験を行いねずみの行動をカメラで記録した。

B5. 自動計数機能付き捕虫器に関する検証

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。

B6. 目視による点検作業の視線分析

ねずみ・衛生害虫の防除に関し、現在の目視による点検作業の詳細を確認するため、アイトラッキングシステムを使用し「見える化」を行った。施行試験として、イカリ技術研究所の実験室(工場等の再現室)において、熟練作業者と未経験者のそれぞれに点検作業を行い、有用性や分析方法を確認した。その後、特定建築物の実際の厨房において、5名の熟練作業員(東京都ペストコントロール協会の技術委員等)と3名の未経験者にそれぞれ点検作業を行ってもらい、ウェアラブルアイトラッカー(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の程度、あらかじめ隠しておいたゴキブリおもちゃの発見数や発見までの時間、トラップの設置提案箇所などの指標を用い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。

また、ウェアラブルアイトラッカー（Tobii Pro3 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。

（倫理面への配慮）

ねずみ用センサーの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分析については、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）。

C. 研究結果

C1. ねずみ・衛生害虫の防除に関する調査内容の整理とデジタル技術導入の可能性の検討

ねずみ・衛生害虫の防除に関する報告書例や特定建築物における対象害虫の被害発生度合い等の統計資料を整理し、対象とする衛生害虫の種類や、施工の流れ及び作業内容を確認した。特定建築物で発生頻度が高いのは、主にねずみとゴキブリであった。施工の標準的な流れは、調査→計画→対策→効果判定であった。調査の具体的方法は、目視調査、トラップ調査、聞き取り調査があった。対策については、物理的防除（捕獲、侵入防止）、環境的防除（清掃、整理整頓）、化学的防除（殺虫剤・殺鼠剤）に整理できた。

現在市場に出回っている製品を中心に、ねずみ・衛生害虫の防除に関して活用可能な商品について、ジャンル、対象害虫、どのような調査に活用できるか、商品の概要、費用、主な使用場所、使用頻度、将来的な発展性を整理した。情報収集した 18 品目は、赤外線センサー式暗視カメラや熱感知式カメラ、振動センサー、捕虫器、殺虫器などで、うち 7 品目が特定 PCO 専用商品（特定 PCO が自社の顧客だけに施工もしくは販売している商品）であった。対象害虫は、ねずみが 10、ゴキブリが 4、ハエが 7、蚊が 1 であった。生息調査に使用可能なものが多く、現場から離れた場所でも監視できるものもあった。報告書作成や物理的または化学的防除等に使用

できるものもあった。対象害虫別のデジタル化の現状を示す。対象害虫では、主にねずみ、ゴキブリ、ハエが中心であり、作業内容としては、調査と報告書作成、防除対策の一部に利用できる可能性があった。一方、ねずみ、ゴキブリ、ハエ以外の衛生害虫を対象とした商品や、聞き取り調査や計画立案、防除方法組み合わせ、環境的防除などの作業に利用できる商品はほとんどなかった。

C2. デジタル技術の活用状況に関する調査

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は、対象会員（事業所単位）410 社のうち 112 件（企業単位の回答を含む）の回答を得た。デジタル機器 18 品目について使用の有無を尋ねたところ、「トロフィーカム／赤外線センサー式暗視カメラ」（60 件、54%）は半数程度の事業所で使用されていたが、特定建築物での使用は 15 件（13%）であった。他のデジタル機器はほとんど使われておらず、いずれの機器も使用していないのは 41 件（37%）であった。

ねずみ・衛生害虫防除におけるデジタル機器について問題点を感じているという回答は 17 件（15%）あり、通信に係る契約や費用などの導入コストや、費用対効果の評価の難しさなどが挙げられた。ねずみ・衛生害虫防除におけるデジタル技術について求めるものがあるという回答は 13 件（12%）であり、報告書の作成をサポートする技術などが挙げられた。「デジタル技術導入のためにはまずは業界における規格の統一化が必要」との意見もあった。

C3. ねずみ・衛生害虫の防除分野におけるデジタル技術に関する情報収集

「FAOPMA Pest Summit」（2024 年 8 月 7 日～10 日、インド・ムンバイ）には、約 30 カ国 700 人以上が集まり、日本からは約 30 名が参加した。害虫の生態・防除方法からチームマネジメント方法など多岐にわたるジャンルで 20 題の講演があり、最も多い対象害虫は蚊とシロアリであった。「Pest World」（2024 年 10 月 22 日～

25 日、アメリカ・デンバー）には、世界各国から 4000 名以上の登録があった。64 題の講演と 242 社が出展していた。出展企業の商品をジャンル別に分類したところ、IT 関連が 51 社（21.1%）と最も多く、次いで資材 43 社（17.8%）、薬剤 37 社（15.3%）、機材 37 社（15.3%）と続いた。ねずみを対象とするものが多く振動センサーを使用した商品が多かった。また、センサー感知式暗視カメラや超音波タイプの駆除器などが見られた。デジタル技術を用いた商品については、業務効率化や集客を目的とした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ほとんどなかった。「ICUP（第 11 回 International Conference on Urban Pests）」（2025 年 6 月 29 日～7 月 2 日、スウェーデン）では、28 か国約 230 名が参加し、52 題の口頭発表および 28 題のポスター発表が行われた。うち、デジタル技術に関する報告は 3 題（ネズミ 2、飛翔性昆虫 1）であった。海外も目下開発中であることがわかると同時に、真新しい技術発表はなかった。

次に、日本ペストロジー学会若手談話会において、ワークショップ形式で参加者（22 名）の意見を募った。報告書作成の効率化や臭気センサー、AI 相談アプリ等への期待が示された。

C4. 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

試験に利用するデジタル機器として、「Pescle（カメラタイプ）／赤外線センサー式暗視カメラ」と「トロフィーカム／赤外線センサー式暗視カメラ」を選定した。実験の結果、全ての供試動物で試験品設置日の消灯後に初めて試験品を認識した際に、いったん動きが止まる、後ずさりをする等の試験品を警戒している様子が認められた。また、エサの喫食量について、試験品設置側が前日比で 30%以上減少した。

C5. 自動計数機能付き捕虫器に関する検証

部屋サイズおよび明暗条件ではイエバエおよびクサビノミバエの捕獲数に影響しなかった。カウ

ント精度についてみると、本試験条件ではイエバエはクサビノミバエよりもカウント精度が高かった。捕獲時間については、明暗条件は捕獲時間に影響した。しかし、部屋の大きさについては、イエバエとクサビノミバエのいずれも、狭い部屋のほうが広い部屋よりも捕獲時間が必ず短くなることはなかった。

C6. 目視による点検作業の視線分析

熟練作業員と未経験者の点検内容を比較すると、点検ルート、点検時の姿勢、什器や設備等に関する知識において相違が見られた。

点検ルートは、熟練作業員は動きに無駄がなく、同じところを行ったり来たりしなかった。作業をしながらも視線は次の点検箇所に移動していた。点検時の姿勢は、熟練作業員は、什器と什器の間や、什器の上、什器と床の間などをとくに細かく点検していた。低い箇所を調査するには膝をたてて姿勢を極力低くし、什器等の下まで覗き込み隅々までライトで照らして点検していた。また、熟練作業員は、什器・設備等の構造や形態に詳しく、開閉できる場所はすべて開閉して点検していた。グリース・トラップ、コールドテーブルカバーや電気系統のカバーは外して中まで点検し、メタルラックや落ちているゴミ袋、調理器具類などの動かせるものは極力動かして調査していた。

さらにインタビュー調査により、熟練作業員には、什器の隙間や熱源周辺など共通の重点点検箇所があること等が明らかになった。

D. 考察

建築物衛生法に基づくねずみ・衛生害虫等の調査業務において、デジタル技術は生息状況の把握やモニタリングの効率化には有効であるものの、調査から防除、効果判定までの一連の業務を代替する段階には至っておらず、特に熟練作業員の知識・経験に依存する目視点検や防除計画の立案は依然として人の判断が不可欠であることが明らかとなった。

調査技術については、赤外線カメラや各種センサー、AI 画像解析などにより遠隔監視や自動計数・同定が可能となりつつあり、昆虫類においても生息状況把握への有効性が確認された。しかし、対象種ごとに適用できる機器が限定されることや、ねずみがセンサーを忌避する可能性が示されたことから、機器の性能だけでなく対象生物の生態や行動特性を踏まえた運用が重要である。また、国内外ともに防除工程のデジタル化は限定的であり、徘徊性昆虫への対応技術も十分に普及していない。

さらに、企業調査、若手技術者への聞き取り、国際学会の動向からは、導入コストや費用対効果への懸念が共通して指摘されており、高度な技術が開発されても必ずしも普及につながらない実態が確認された。そのため、今後は単なる技術開発ではなく、現場ニーズに即して「何をデジタル化すべきか」を選択し、業務改善効果を明確に示すことが求められる。

一方で、ウェアラブルアイトラッカーによる分析では、熟練作業員の視線、点検ルート、判断根拠などの暗黙知を可視化できることが示された。目視点検そのものを完全にデジタル化することは困難であるが、デジタル技術を活用して熟練技能を記録・継承し、人材育成や作業標準化に活用することは十分可能である。したがって、今後の建築環境衛生分野におけるデジタル化は、人を置き換える自動化を目指すだけでなく、人の判断や技能を支援・継承する「人間中心型のデジタル化」として進めることが重要である。

E. 結論

ねずみ・衛生害虫防除分野におけるデジタル技術の導入は国内外ともに限定的であり、導入コストや費用対効果の不明確さ、さらには現行技術では業務全体を代替できないことが普及の大きな障壁となっていることが明らかとなった。一方で、現場ではデジタル技術の活用に対する期待やニーズも存在しており、特にモニタリングや生息状況把握の効率化において有効性が確

認された。例えば、ねずみ用センサーや自動計数機能付き捕虫器によって対象生物の行動や生息状況を把握できることが示されたが、ねずみがセンサーを新奇物として警戒するなど、生物の生態・行動特性が調査結果に影響を及ぼす可能性も明らかとなり、技術導入時には慎重な運用が求められることが分かった。

また、ウェアラブルアイトラッカーを用いた調査では、熟練作業員の点検ルート、注視箇所、点検姿勢、設備や害虫生態に関する知識など、従来は暗黙知とされてきた目視点検技術の可視化が可能であることが確認された。その成果は教育ツールや教材動画の作成に活用することが可能である。デジタル技術は単に人の作業を代替するだけでなく、熟練技能の継承や人材育成を支援する手段として大きな可能性を有していることが示された。

本分野におけるデジタル化は、完全な自動化を目指すのではなく、人の判断や技能を補完・支援する形で発展していくことが現実的かつ有効な方向性であると考えられる。

F. 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) 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.
- 2) 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.

- 3) 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.
- 4) Goro Kimura, Behavioral Response of Musca Domestica to Visual Targets, Proceedings of the Eleventh International Conference on Urban Pests 2025, 219-224.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 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, 下ノ蘭慧, 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.

- 8) 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.

G. 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