

令和4年度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)
分担研究報告書

8. IoT 技術を活用した建築物衛生管理技術の調査

研究代表者 金 勲 国立保健医療科学院 上席主任研究官
分担研究者 下ノ菌 慧 国立保健医療科学院 研究員

研究要旨

建築物衛生法では、延床面積が 3000m² 以上の特定建築物において、空気環境の調整、給水の管理、排水の管理、清掃等、ねずみ等の防除の方法が定められている。これらの項目に対して現行の手法は測定技術者等が現地で調査・測定を実施しているが、IoT (Internet of Things) 技術の発展に伴い、自動調査・自動測定による建築物衛生管理への適用も期待されている。本章では、自動調査・自動測定の建築物衛生管理への適用も見据えて、現時点で開発されている自動調査・自動測定の技術に関して調査を行うことを目的とし、関連企業に対するヒアリングを実施した。

ヒアリングした企業は 3 社であり、空気環境の調整に関する IoT 技術が 2 件 (IoT カメラによる日常点検、画像データの 3 次元 CAD モデリング化と室内環境の数値シミュレーション技術)、ねずみ等の防除に関する IoT 技術が 1 件である。

IoT カメラによる日常点検の事例では、温湿度計・圧力計等の計器類の付近にカメラを設置し、定期的な撮影・画像の保存による日常点検が可能であった。3 次元 CAD モデリング化とシミュレーション技術では、複雑で設計データがない建物や図面がない室内などで 3 次元 CAD データが必要な場合に有用で、温熱・気流・汚染物質濃度・換気など室内環境の数値流体解析、建物や設備管理や改修計画、などに活用できる。ねずみ等の防除に関する事例では、赤外線暗視カメラ・粘着紙・振動板センサーによるねずみ等の生息調査が可能であった。飛翔昆虫の AI 自動同定・報告書作成システムは、25 種類の昆虫の自動同定+個体数判断が AI 技術により可能で、捕虫紙で捕獲した昆虫の写真を転送のみで、同定・検数・報告書の自動作成も可能である。

人員削減・コスト削減の観点から自動調査・自動測定の技術の建築物衛生管理への適用が期待できる。

研究協力者

日本ペストコントロール協会 谷川 力
鵬図商事株式会社 芝生 圭吾

本章では自動調査・自動測定の建築物衛生管理への適用も見据えて、現時点で開発されている自動調査・自動測定の技術に関して調査を行うことを目的とする、

A. 研究目的

建築物衛生法では、延床面積が 3000m² 以上の特定建築物において、空気環境の調整、給水の管理、排水の管理、清掃等、ねずみ等の防除の方法が定められている。これらの項目に対して現行の手法は測定技術者等が現地で調査・測定を実施しているが、IoT (Internet of Things) 技術の発展に伴い、自動調査・自動測定による建築物衛生管理への適用も期待されている。

B. 研究方法

調査は関連企業に対するヒアリングにより実施した。ヒアリングした企業は 3 社であり、空気環境の調整に関する IoT 技術が 2 件、ねずみ等の防除に関する IoT 技術が 1 件である。

C. 研究結果

C.1. IoT カメラによる日常点検の事例

IoT カメラによる日常点検のフロー図を図8-1に示す。本図はヒアリング対象企業(以降、A社)のホームページから引用したものである¹⁾。当事例は温湿度計・圧力計等の計器類の付近にカメラを設置し、定期的な撮影・画像の保存による日常点検を目的としている。当事例のフローは下記のとおりである。

Step 1：専用IoTカメラの設置

撮影対象となる計器付近にカメラを設置する。A社が提供する専用IoTカメラの主な仕様を表8-1に示す。通信方式はBluetoothであり、A社が提供するルーターを用いることで同時に8台のカメラと接続することが可能である。カメラとクラウドを接続することにより画像データのアップロードのほか、遠隔撮影シャッターとして利用することも可能である。また、連続

作動時間は1日3回の撮影で3年程度である。なお、専用IoTカメラ以外のカメラでもクラウドと連携することにより、同システムを利用することは可能である。

Step 2：初期設定

専用アプリ(iOSのみ)により、撮影解像度・撮影スケジュール・計器種類等を設定する。計器種類は円型(時計回り/反時計回り)・矩形状(時計回り/反時計回り)・ナナセグ型・カウンタ型・レベル型・フロート型・ランプ型に対応している。これらの計器の種類によらず、計器の値をデジタル値として読み取ることが可能であり、クラウド上に保存される。

Step 3：リモート点検

クラウド上に保存された画像を基にリモート点検が実施可能である。なお、計器の読み取



図8-1 IoTカメラによる日常点検のフロー¹⁾

表8-1 専用IoTカメラの主な仕様¹⁾

通信方式	Bluetooth 5.0/LTE Cat. 1	
外形寸法	125.5 x 139.9 x 24.5mm	
質量	約 360g	
解像度	3段階 (2592x1936/1296x960/640x480)	
内部電源	リチウムイオン電池	
外部電源	マグネット充電方式	
連続作動時間	1日3回撮影で3年程度持続 (解像度による)	
初期設定	iOS アプリ	

り値に誤りがある場合には手動による調整が可能であり、機械学習により読み取り値の精度向上に寄与する。

当事例は計器の数値をデジタル化し、日常点検を目的としている。建築物衛生管理への適用に向けては建築物環境衛生管理基準で定められる項目を測定可能な計器の付近にIoTカメラを設置し管理基準値の逸脱有無を点検するなどが考えられる。

C.2. 画像データの3次元CADモデリング化と室内環境の数値シミュレーション技術

画像を点群化して3次元のCADモデリングを作成した後、CFD（Computational Fluid Dynamics、数値流体解析）などシミュレーション計算をして提供する²⁾。

建物や室内、物体などにレーザーを当て、その反射で情報を読み取って形を点群化する。精度は少し劣るがiPadに取り付けた機器でも可能である。

温熱や気流のシミュレーションが強みであり、気流のシミュレーションができるので、浮遊粉じん、PM_{2.5}など粒子状物質、換気にも活用できる。最適な換気方策をシミュレーションするというので、昨今のコロナ対策にも資することができる。

建築物衛生法における空気関連の環境衛生管理6項目のなかで、温度、湿度、気流、CO濃度、CO₂濃度、浮遊粉じんの挙動把握のためのシミュレーションに対応できる。建物や設備の結露把握にも活用できるが、温度・湿度だけに比べると計算難易度は高くなる。

すでに存在する建築物の運用管理に加え、建

飛翔昆虫のAI自動同定・報告書作成(日本)



AI(人口知能)が虫の特徴を学習し、種の同定と計数をやってくれる。チョウバエ、ノミバエ、チャタテムシなど25種を判別し、精度は80~95%

●同定できる対象種(25種) 分類できない虫はその他で表示される。
ゴキブリ類、クモ類、トビムシ類、チョウバエ類、ノミバエ類、ショウジョウバエ類、ハネカクシ類、チャタテムシ(無翅)、チャタテムシ(有翅)、ヒメマキムシ類、シバンムシ類、甲虫類、ガ類、ダンゴムシ・ワラジムシ、ゲジ・ムカデ、ハサミムシ類、オサムシ類、アリ(無翅)、アリ(有翅)、ユスリカ類、大型ハエ類、その他ハエ目、カメムシ目。

図8-2 飛翔昆虫のAI自動同定・報告書作成システム

築物を設計する段階、つまり空調機を何台取り付けたら空気の挙動がどうなるのか、それは適正な換気となるのかなどの予測にも活用できると考えられる。設計段階ならBIM(Building Information Modeling)やBEMS(Building and Energy Management System)と組み合わせの相性が良さそうである。

複雑で設計データがない都市環境や室内構成物などの3次元モデリングに強みがある。図面がないなどでCADデータ化するのが難しい場合にモデリングしてデータ提供してもらえると、建物や設備管理や改修設計、CFD解析などに活用できる。

このような技術の普及にはシミュレーションをした上で対策を取るなどより精緻な取り組みをしている建物は、測定回数を緩和するなどの優遇策が必要と考えられる。

C.3. ねずみ等の防除に関する事例

飛翔昆虫のAI自動同定・報告書作成システムの事例を図8-2に示す。当事例はAIを活用して25種類の昆虫の自動同定+個体数判断が可能であり、捕虫紙で捕獲した昆虫の写真を転送のみで、種の同定・検数・報告書の自動作成が可能である。

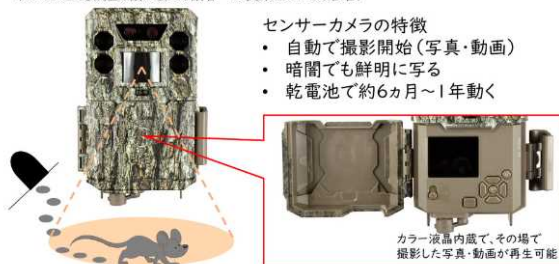
ねずみ遠隔監視システムの事例を図8-3に示す。当事例は米国の事例である。振動板センサーを設置し、ねずみ等が振動板上を通過することで生息調査するシステムである。24時間365日生息調査し、生息確認時はメールで通知が送付される。

ネズミ遠隔監視システム(米国)



図8-3 ねずみ遠隔監視システム

動物がカメラの前を通ると自動で写真・動画を撮影するカメラです。
 ネズミの生息調査、鼠穴探し、顧客への提案などに大活躍!



商品仕様	
商品名/商品CD	トロフィーカムXLT30MPノグロウ / 0000762
画素数 / 撮影範囲角度	3,000万画素 / 約38度
センサー反応速度/感知距離	0.2秒 / 24m
寸法/重量	148mm×103mm×75mm / 440g
電源 / 記録媒体	単3電池×6本 / SDカード(別売り)
その他	カメラ用三脚取付穴有り、テスト撮影機能有り

QRコードを読み取るとトロフィーカムで撮影した動画のビデオを見る事が出来ます。

QRコードとは・・・バーコードに変わる新しい二次元コードの規格です。スマートフォン向けにQR読み取りアプリが無料配布されています。

Youtubeで動画公開しています! Youtubeで「**隣国商事**」と検索して下さい



壁内など狭所の生息調査に!
 手軽に静止画・動画撮影が出来る!

製品仕様		
ケーブル長	3,500mm	ケーブル径 先端8mm
光源	LED 8灯	LED光量切替 無段階調節
防水防塵規格	IP68	記録メディア スマホの画像フォルダに保存
画質(Pixel)	1,600×1,200, 1,280×720, 640×480	バッテリー リチウムイオンバッテリー 連続稼働90分
焦点範囲	約70mm	画角 70度

充電はパソコンのUSB接続もしくはスマホ充電器をご利用下さい。
 ※当商品に充電器は同梱しておりません。

■対応スマートフォンは、以下のOS搭載機種となります。



図 8-4 センサー感知式暗視カメラ³⁾

センサー感知式暗視カメラの事例を図 8-4 に示す。当事例は動物・ねずみ監視のための感知機能があり、感知されると自動的に撮影される仕様となっている。赤外線センサーの感知距離は 20m、角度は 50～60° 程度であり、乾電池で半年程度作動する。当カメラの設置により、ねずみの生息調査や粘着板の回避行動経路等の調査が可能となる。

これらの事例は建築物内のねずみ等の防除の調査の際に利用できる可能性がある。特に、飛翔昆虫の AI 自動同定・報告書作成システムは報告書の自動作成まで実施できるシステムが国内で開発されていることから有用性は高いと考えられる。しかし、現時点で当事例は食品工場における採用事例が多いことからオフィスにおける捕虫紙の設置位置等に関するガイドライン等が示されれば建築物衛生管理への適用可能性も高いと考えられる。

D. まとめ

本章では、自動調査・自動測定 of 建築物衛生

管理への適用も見据えて、現時点で開発されている自動調査・自動測定 of 技術に関して調査を行うことを目的とし、関連企業に対するヒアリングを実施した。

IoT カメラによる日常点検の事例では、温湿度計・圧力計等の計器類の付近にカメラを設置し、定期的な撮影・画像の保存による日常点検が可能であった。当事例の建築物衛生管理への適用に向けては建築物環境衛生管理基準で定められる項目を測定可能な計器の付近に IoT カメラを設置し管理基準値の逸脱有無を点検するなどが考えられる。

画像の 3 次元モデリング化と数値シミュレーション技術の事例では、画像を点群化して 3 次元の CAD モデリングをした後、CFD (Computational Fluid Dynamics、数値流体解析) などシミュレーション計算をして依頼者に提供する。特に、熱や気流のシミュレーションが強みであり、気流解析ができるため、建築物衛生法における温度、湿度、気流、CO 濃度、CO₂ 濃度、浮遊粉じんの挙動把握のためのシミュレーションに対応できる。複雑で設計デー

タがない都市環境などのモデリングや図面がない建物などをCADデータ化する場合に有用で、建物や設備管理や改修設計、CFD解析などに活用できる。

ねずみ等の防除に関する事例では、赤外線暗視カメラ・捕虫紙・振動板センサーによるねずみ等の生息調査が可能であった。報告書の自動作成が可能なシステムも国内で開発されており、センサーや捕虫紙の設置位置等に関するガイドライン等が示されれば建築物衛生管理への適用可能性も高いと考えられる。

人員削減・コスト削減の観点から自動調査・自動測定 of 技術の建築物衛生管理への適用は大きく期待されている。自動調査・自動測定に関する技術は国内外問わず開発されていることから今後も引続き自動調査・自動測定に関する技術を調査し、建築物衛生管理に適用可能な条件等を明らかにする予定である。

E. 参考文献

- 1) <https://lilz.jp/lilzgaugue>
- 2) <https://www.datalabs.jp>
- 3) <https://premium.ipros.jp/hohto/catalog/detail/557410/?hub=164+2783651>

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし
3. 著書
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし