

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
建築物環境衛生の実態とデジタル技術に関する調査

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	上席主任研究官
研究分担者	林 基哉	北海道大学	大学院工学研究院	特任教授
研究分担者	尾方 壮行	東京都立大学	都市環境学部	助教
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
研究協力者	森 郁恵	産業技術総合研究所	情報・人間工学領域	主任研究員

研究要旨

デジタル技術を活用し建築物環境衛生管理の効率化を行うための建築物環境衛生管理基準のあり方を検討するために、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、建築物環境衛生管理の課題を整理した上で、効率向上に資する要素を明確にすることを念頭に、建築物環境衛生に関連する既存技術、技術開発動向を収集整理した。

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、企業及び大学などの研究機関から収集した。

環境衛生管理へのデジタル技術の利用レベルをモデル化し、目視や検査によって行われる環境衛生管理項目項目がセンシングで対応できれば、環境衛生管理の信頼性が向上する可能性があることを示した。センシングは制御ばかりではなく自治体の立入検査等の行政による監視指導にも対応できると考えられるが、センシング内容が環境衛生の状況を適切に示すことが必要である。

研究開発段階の技術には、エアロゾル感染症対策に関するデジタル技術の導入に関する情報を収集し、感染性が未知の新興再興感染症の対策における、デジタル技術の可能性をまとめた。また、ドレンパンの点検をモデルケースとし、人件費・工数等による試算における課題を整理し、点検の実態や効果について、現場の実務者等から情報を得る必要があることを示した。

以上のように、環境衛生管理におけるデジタル技術の現状について、既存技術の技術開発動向を収集し、建築物環境衛生管理基準の項目を踏まえて整理した。

A. 研究目的

デジタル技術を活用し建築物環境衛生の維持向上を効率的に行うために、技術開発の動向を把握して建築物環境衛生管理基準のあり方を検討するための基礎資料とすることを目的とする。建築物環境衛生における課題を整理し、その維持向上に資する要素を明確するとともに、建築物環境衛生に関連する既存技術、技術開発動向を収集整理する。

B. 研究方法

建築物衛生法の環境衛生管理項目を中心に、今後の環境衛生管理に資するデジタル技術の導入例について、関連する企業等からデジタル技術に関する情報を入手する。また、企業及び大学などの研究機関から研究開発段階のデジタル技術に関する情報を入手し整理する。

C. 研究結果

C1. 環境衛生管理のためのデジタル技術の適応

C1.1 デジタル技術の適応について

建築物の環境衛生管理のために、各種のセンサーによる表示、室内環境やエネルギー消費の制御など、様々な形でデジタル技術が使用されている。環境衛生管理においては、センシング技術と制御技術を効果的に利用することで、安定した環境衛生を持続することが出来ると考え、これらの技術の普及が期待されている。

デジタル技術の利用のレベルをモデル化すると、以下のように考えられる。環境衛生管理の基本は、環境衛生状況（基準への適合状況）を認知・認識し、必要な対応を速やかに実施することである。環境衛生項目は、目視・測定、センシングなど複数の手段が用いられている。例えば、ドレンパンの汚れの目視、水質の検査、温湿度のセンシングなど、項目によって環境衛生状況の認知・認識の方法が異なっている。空調換気設備では、センシングと制御によって室内空気環境を維持する自動制御が一般化している。現在、目視や検査によって行われる項目がセンシングで対応できれば、環境衛生管理の信頼性が向上する可能性があると考えられる。

センシングは、制御ばかりではなく自治体の立入検査等の行政による監視指導にも適応できると考えられる。ただし、センシングの内容が環境衛生の状況を適切に示すことが確認される必要がある。

C1.2. エアロゾル感染対策のためのデジタル技術の利用

2019年11月の中国武漢市で原因不明の肺炎が発生した後、新型コロナウイルス感染症 COVID-19 のパンデミックによって多くの人命が失われた。COVID-19 の対策は現在でも引き続き重要であるが、さらに新たな変異株、高病原性インフルエンザ等による次のパンデミックへの対策が求め

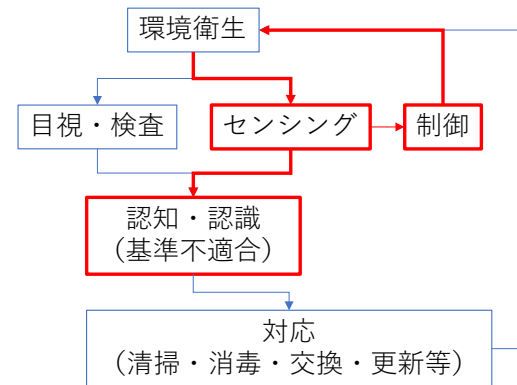


図 C1.1 環境衛生管理におけるデジタル技術

られている。COVID-19 では、ウイルスの変異によって感染力が高まり、エアロゾル感染のリスクが上昇したと考えられている。次のパンデミックをもたらすウイルスの性質は未知であるため、COVID-19 を超える感染力を想定したエアロゾル感染対策が求められる。

(1) エアロゾル感染に対する効果的換気対策

従来、感染経路には接触感染、飛沫感染、空気感染の3つがあるとされてきた。COVID-19 の集団感染の調査などによって、感染者の咳や発声等に伴う飛沫を近距離で吸引することによる感染ばかりではなく、室内空气中に浮遊したエアロゾル中のウイルスを吸引することによる感染の可能性が指摘された。

図 C1.1 に示すように、感染者から放出されたウイルスを含む飛沫は、大きいものは重力落下するが、ほとんどの飛沫は空气中に浮遊して移動する。放出後に飛沫中の水分が蒸発して縮小し、より浮遊しやすくなる。ウイルスの直径は約 $0.1 \mu\text{m}$ であるためそれ以下の飛沫にはウイルスは含まれないと考えられるが、 $0.1 \mu\text{m}$ を超える飛沫中のウイルスは空气中に長時間浮遊する。エアロゾル感染の一つは、空調や気流によって比較的大きな粒径が到達することによる感染（風下感染）である。もう一つは、空間中に拡散して充満した比較的小さい粒径の飛沫による感染（空間拡散感染）である。エアロゾル感染リスクの定量化は現在に

においても非常に難しいが、浮遊飛沫（エアロゾル）の挙動を踏まえ、風下感染と空間拡散感染の双方に配慮することが必要である。

風下感染の対策は、人と人との距離を確保することと感染者からの一定気流を避けることである。エアロゾル発生量が多くなると考えられる、人が多く活動量が多い場所を風下にするなど、空間の使い方や空気の流れを工夫することが望まれる。空間拡散感染対策としては、一人当たりの換気量を十分確保し、滞在時間を短くして、ウイルス吸引量を抑えることが望まれる。

しかし、一般の建築物では感染者の有無及び位置が不明な場合が多い。また、換気量は換気設備の設計、維持管理、運転状況に大きく左右される。感染リスク管理のために、換気や空気中ウイルスの状況をモニターする技術の確立が重要である。

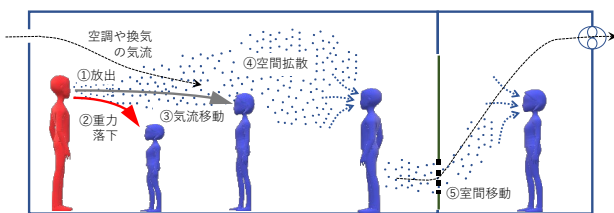


図 C.1.2 浮遊飛沫(エアロゾル)の挙動

(2) 二酸化炭素濃度を用いたエアロゾル感染対策

二酸化炭素濃度は、室内空気質の指標として従来から用いられ、建築物衛生法の基準は1000ppmである。人体からの二酸化炭素発生量は代謝量に左右されるため、1000ppm以下にするための一人当たりの必要換気量は行為によって異なる。代謝量が多い行為が行われる空間では呼吸量が多いため、感染者からのウイルス発生量が多い上に被感染者のウイルス吸引量が多くなる。

エアロゾル感染のリスクは、感染者の有無はもとより、感染者数に大きく左右される。二酸化炭素は在室者全員が放出するのに対しウイルスは感染者のみが放出するため、二酸化炭素濃度がエア

ロゾル感染リスクを直接示すわけではない。しかし、二酸化炭素濃度が高い部屋に感染者がいるとウイルス吸引量が多くなりエアロゾル感染リスクが高くなる。従って、二酸化炭素濃度はエアロゾル感染リスクを計る有益な指標であると考えられる。

図 C.1.3 に示すように、二酸化炭素濃度とウイルス吸引量には関係性がある。代謝量の多い行動が行われるとウイルス吸引量がより多くなるため、合唱やスポーツなど代謝量が多い行為が行われる場合には、二酸化炭素濃度をより低くすることが望まれる。

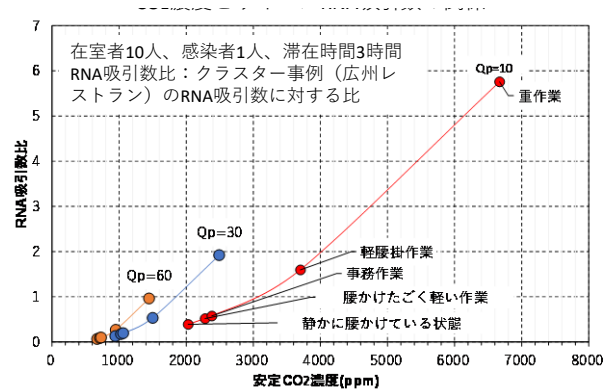


図 C.1.3 二酸化炭素濃度とウイルス吸引量
(Q_p : 一人当たりの換気量 m^3/h 人)

(3) バイオセンサーを用いたエアロゾル感染対策

ウイルスを検知する方法には、検査ポリメラーゼ連鎖反応 (PCR : Polymerase Chain Reaction) や各種のバイオセンサーによる方法がある。PCR法は、下水やエアコンのドレイン水のウイルスRNAを検出する方法として利用されている。バイオセンサー法では、アプタマー (特定物質と特異的に結合する核酸分子) を用いた方法が注目されている。北海道大学工学研究院では、日本電気株式会社と連携し、空間センシング技術の構築を目指して、空間の環境状態を様々な手段 (CO_2 計測センサー、ウイルス検出器、カメラ等) や通信ネ

ネットワークによりデータを計測・収集・分析・可視化し、その結果を利用者へ提供するための研究を行っている。空気中のウイルスを捕集してバイオセンサーで検知することで、ウイルスの有無や濃度をモニターする方法によって、対象空間、対象施設における感染者の有無や感染リスクを把握することが出来ると考えている。より早い段階での感染リスクを把握することが可能になると、感染対策レベルの引上げ、空調換気設備の調整、施設の利用制限、避難などの対象空間及び施設における対応ばかりではなく、地域や国の感染症対策をより早期に実施できる可能性が生まれる。また、感染対策のための換気量の増加は、エネルギー消費や温暖化ガス排出量の増加につながる。感染症リスクを早い段階で把握することが可能になると、リスクに応じた空調換気の制御が可能になる。

図 C1.4 に示す捕集装置では、空気中のエアロゾルを冷却面に接触させることで、効率的にウイルスを捕集して結露水と共に滴下させている。捕集部の風量、冷却温度、補助加湿を調整することで、センサーに適した濃度にして液中のウイルスを検知する。一般の空調システムにこの機能を組み込むことで、空間中のウイルスの存在や濃度をモニターすることを目的として、捕集装置の性能検証を行っている。

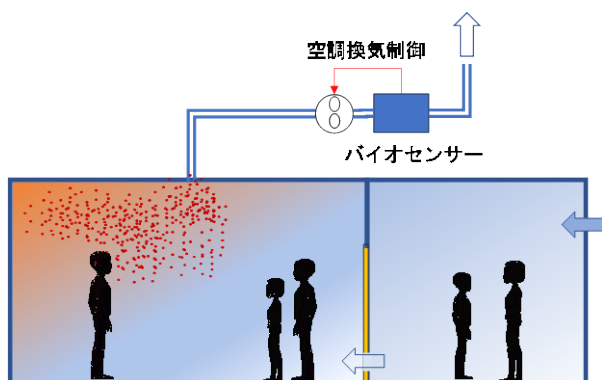


図 C1.4 バイオセンサーによる空調換気制御

今後、ウイルスの捕集技術、センサー技術、検知データからリスクを想定する技術、リスクに応じた対応技術の向上によって、より効率的な感染対策が実現することを期待している。

C1.3. 空調機ドレンパンの汚れ検知

空調機のドレンパン等の結露の発生及び排出経路では、液中及び高湿環境におけるレジオネラ属菌、真菌などにおける汚染への対応が必要であり、定期的な点検と清掃等が求められている。

空調機に組み込まれたドレンパン（排水受け）に、バイオフィーム（スライム）が発生した場合、それを検知するための技術が検討されており、開発メーカーから情報提供を受けた。以下にその概要を記す。

【方法：技術の内容】

ドレンパンに向けて超音波を発信し、反射してきた超音波を検出し、その応答を解析することで、バイオフィームを検出する。厚さ 0.1 mm 程度のバイオフィームも検出できるため、レジオネラ属菌を含む可能性のあるバイオフィームを検知可能とのこと。また水面との判別も可能。

以下に特許公報（特許 6188994 号）に示された図を示す。なお同社は関連する特許を他に 3 件持つ。

図 C1.5 にて 16、17 が超音波受発信部である。バイオフィーム 14 に向けて超音波を発信し、反射してきた超音波を解析する。バイオフィーム表面での超音波の散乱により、図 C1.6 のような反射波の差が生じる。

【開発の経緯】

健衛発 0331 第 9 号「特定建築物に係る個別管理方式の空気調和設備の加湿装置及び排水受けの点検」に記載の“センサー”を実現すべく開発、ドレンパン上に実際に生じたバイオフィームを試料としてデータの蓄積をおこなった。またバイオフィームの菌叢を解析し、どのような微生物で構成されているかの知見もあるとのこと。

現在製品化に向け、開発を進めているが、上記健衛発にある“センサー”として訴求してよいのか判断するため情報を収集中。

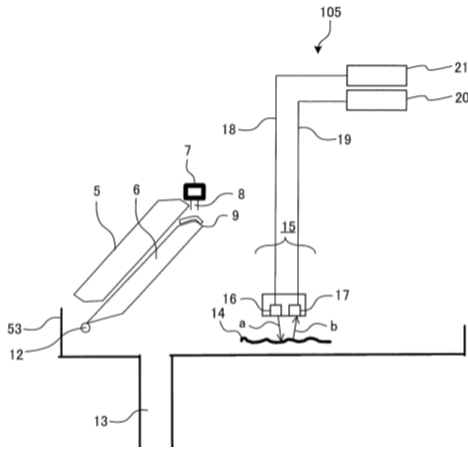


図 C1.5 検知システムの構成

【点検コスト】

ドレンパンの目視点検に要する時間は、5-20分である。ドレンパンの設置場所（アクセスの容易さ）やドレンパンの構造（目視のしやすさ）、点検時の周囲の保護（汚れ防止、脚立の安全設置、作業後清掃など）で必要な時間が変わる。

点検に必要な時間に作業レート（1時間当たりの作業賃）をかけると、1台当たりの点検料金が概算できる。

【目視点検のセンサー代替：点検コスト以外の価値】

天井裏に設置されたドレンパン点検は、脚立を使つての点検（高所作業）になるため。転落。滑り落ちのリスクがある。高い天井の場合は足場を組むことは困難な場合が多く、高い脚立を使うことも多い。点検する業者は社内の労働安全教育として転落事故防止の努力をしているとはいえ、このような作業を続ける以上、転落のリスクをなくすることはできない。高所に人が上らずに済む、センサーによる点検は労働災害をなくす観点から、進めるべきものとする。このような価値はコストとしてあらかじめ見積もることは難しいが、万が

一の障害が発生すれば、取り返しのつかない結果となる。

脚立を立てる場所は机、棚等の什器がある場合

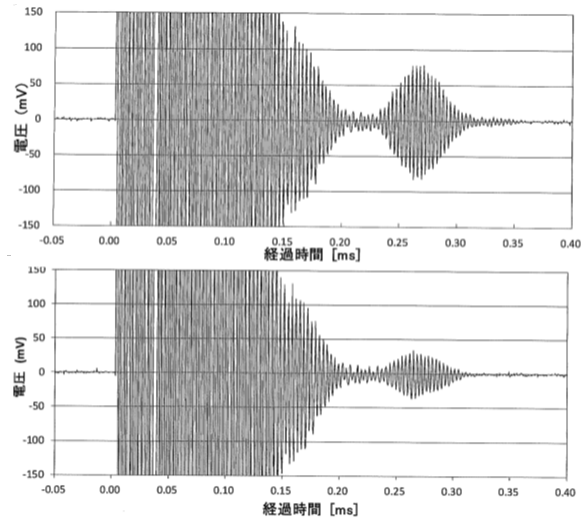


図 C1.6 反射波の例

が多く、テナント側による事前のかわし作業が求められる、現場養生のため実質のコスト増の要因となる。あるいは適切な作業空間配置ができず、点検作業場の安全性低下の懸念もある。

またドレンパン点検時には、そのオフィススペース、店舗販売スペースが使えなくなり、その建物利用者のビジネス上の損失をもたらしかねない。オフィスでの点検は出勤者の少ない土日に指定されることになり、点検業者の作業配置計画、繁閑の偏りやその労力確保等の課題がある。

【センサー実用化に関する課題】

- ・ 検出すべき汚れ、バイオフィルムの物性が定義されておらず、検出の基準を設定できていない
- ・ レジオネラ属菌を含むかどうかは、迅速に判定することは極めて困難である。レジオネラ属菌等を含むスライム（バイオフィルム）と判断する論理が明示されていないので、開発目標を設定できない。
- ・ ドレンパンに在るレジオネラ属菌を吸入したことで発生したレジオネラ症事例が見当たらず、ドレンパン上の「レジオネラ属菌等を含

むスライム」がどの程度のレジオネラ症発症
いたらしめるリスクがあるのか不明と考える。

また「レジオネラ属菌等を含むスライム」が、ド
レンパンから居室側に飛散するのか、検証・公開
されたデータが見当たらず、スライムがはたして
飛散し、ヒトに吸入され発症にいたるリスクの程
度が不明と考える。

C2. 環境衛生管理におけるデジタル技術の現状

C2.1. デジタル技術の現状

本節では、実装の技術を紹介する。

表 C2.1 に、環境衛生管理に資する項目ごとにその
技術概要を示す。なお、項目については、建築物環
境衛生管理基準の項目（空気環境の調整、給水及
び排水の管理、清掃及びねずみ等の防除）を踏ま
えて、空気環境の調整に資するものを“空気”、給
排水及び排水の管理に資するものを“水”、清掃及
びねずみ等の防除に資するものをそれぞれ“清
掃”・“ねずみ”、様々な技術を統合して管理するも
のを“総合”、それ以外を“その他”として分類し
ている。建築物に実装される場合、単一の項目の
それぞれを管理している場合もあるが、複数の項
目を一元化して管理している場合もある。近年、
市場規模が大きくなっているものに、スマートビ
ルディング（スマートビルともいう）がある。スマ
ートビルの定義は見当たらないが、一“スマート
ビルは、一般的にはクラウド、IoT（Internet of
Things）・AI（Artificial Intelligent）などの技術
を用いて、既存の設備制御システムでは実現が難
しかった高度な省エネ（脱炭素、気候変動対応）や
快適性・利便性の向上等を実現するビルという理
解がされている⁵⁾とも紹介されている。スマ
ートビルは、省エネや利用者の利便性を向上する等
を目指すものであるが、特に「BEMS（Building
Energy Management System）」は、空調等をセン
シング・分析するシステムであり、環境衛生管理

の空気環境の調整への使用可能性が期待されてい
る。

C2.2. デジタル技術の可能性

[負担軽減・効率化]

IoT の活用により、効率的にサービスを提供で
きるようになってきている。例えば、ダストボッ
クスの回収や、トイレの清掃・消耗品交換・物品の
補充等は、利用者数や使用回数或いは残量等の情
報により、効率的に維持管理が行えるようになって
いる。また、利用者の人数把握や CO₂ 濃度のセン
シングによる感染症対策や、トイレ個室の長時
間利用を警報することによる事故防止に繋がる取
り組みが可能となっている。現場環境の変化を可
視化することにより、管理スタッフが気づきやす
く、即時対応に繋がるというメリットがある。一
方で、システムやセンサーのメンテナンスは必要
不可欠であることに留意するとともに、システム
等の不具合や停止等によるリスク管理に留意する
ことや、セキュリティ対策の強化等、導入による
新たな課題もあることがデメリットといわれている。

[導入の選択]

ビルメンテナンス協会によるビルメンテナンス
情報年鑑 2020 の実態調査報告書⁶⁾の一部に、利
益を確保するために行っている取組みを調査した
内容がある。ここでは、その内容を紹介する。（調
査の説明をする）取組みは上位から、発注者への
受託料引上げ要求、作業シフトの見直し、人材育
成・スキルアップ、適材適所の人材配置、現場のコ
ミュニケーション改善、作業手順の標準化、新規
顧客の開拓の順であった。一方、下位項目に、既存
の業務を効率化する（ICT 化）や、情報技術（AI、
IoT 等）の活用がある。それぞれ（本社、n=936）
において、21.4%、5.8%の割合であった。最新の
状況はわからないものの、デジタル技術の活用に
ついて、まだ需要拡大の可能性があると見える。

表 C2.1 環境衛生管理におけるデジタル技術の事例

項目						内容（技術等） ^{注)}
空 気	水	清 掃	ね ず み	総 合	そ の 他	
○					○	<p>ドレンパンの遠隔監視技術：</p> <p>カメラとIoT技術を使った無人でのドレンパン点検。</p> <p>【自動撮影】週に一度、指定のタイミングで機器内部のドレンパンを自動撮影</p> <p>【クラウド管理】撮影した画像をクラウドで管理しいつでも閲覧可能</p> <p>【点検報告書作成】撮影画像をもとにいつでもレポートを作成</p> <p>【汚れ度解析】汚れ度合いの表示、画像解析や変化推移グラフにより直観的に汚れ変化の確認が可能</p>
		○				<p>AIによる清掃最適化：</p> <p>清掃の「品質」と「効率」を最適にコントロール可能、綺麗なトイレを効率的に実現</p> <p>トイレの利用回数や移動距離に基づいた適切な清掃指示</p> <p>トイレの満空状況も表示、清掃員のムダ待ち、ムダ足を回避</p> <p>【異常検知】便器の詰まりを検知したら自動で給水を停止後、アプリに通知</p> <p>【アプリ一括設定】温水温度・便座温度などの機器設定をアプリで一括管理</p> <p>【水石けん補充通知】水石けんの残量が少なくなるとアプリに通知</p> <p>【利用状況の取得】大便器・小便器・洗面のデータ取得</p>
○		○		○	○	<p>統合管理システム：データを集める・データをつなげる・データを使う</p> <p>【統合管理でビル管理業務を効率化】</p> <p>さまざまなシステムの情報（設備監視、映像監視、人流など）を統合監視し、ビル管理業務を効率化</p> <p>【人流に応じた空調制御】</p> <p>人流情報をもとに省エネかつ快適な空間の提供を実現</p> <p>【ビル毎の運営のバラつきを把握】</p> <p>情報の分析・活用により、無駄の見える化、ビルごとの運営のバラつきを把握</p> <p>PDCA化し、運営の効率化に貢献</p>
					○	<p>エレベーターサイネージ（電子看板）：</p> <p>利用者は生活に役立つ様々な情報の提供を受ける。</p> <p>東芝グループおよび大日本印刷並びに広告代理店に、設置場所と紐づけた属性情報が提供され、統計的分析等が行われる。</p>

(次のページに続く)

項目						内容（技術等） ^注
空 気	水	清 掃	ね ず み	総 合	そ の 他	
○						第1種換気： 無線連動、ダクトレス熱交換型第1種換気 熱交換率 92%、CO ₂ 濃度自動検知
					○	感染症対策（非接触技術）： 空中映像デバイス、非接触タッチセンサー搭載 ・エレベーター操作盤や入館システム等の感染対策 ・拭き取り不要のため、人手不足改善
		○				清掃ロボット： 産業用乾式清掃ロボット。 高度なアルゴリズムとAIにより、非常に大きなエリアも清掃可能 集塵・洗浄・集塵+洗浄の3つのモード搭載 モップ清掃に比べて節水
		○				床洗浄ロボット： 掃除機掛け、洗浄、スクイーピングが可能
		○				清掃ロボット： 24時間年中無休で清掃する最新世代の産業用床洗浄ロボット 高度な清掃手順により効率的に 1500 m ³ /h で清掃 国際安全規格 ISO 3691-4 (JIS D 6802 : 2022) 仕様に準拠
					○	多目的自動搬送ロボット： 病院の食事やリネン搬送、ヘルスケアにおけるサンプル、試験管、薬物、材料の輸送等
○		○		○	○	ビルマネジメントシステム： 維持管理・運用 BIM の可視化でオフィスの快適性と省エネルギーを両立 【複数の建物を群として管理】 BIM モデルのない既存の建物を含めた一元管理 【環境マネジメント機能】 建物内に設置したIoT環境センサーによる温度・湿度や照度、CO ₂ などの情報を、BIMモデル上に可視化 【修繕情報の統合・判断ツール】 【建物運用における情報の可視化・運用改善】

(次のページに続く)

項目						内容（技術等） ^{注）}
空 気	水	清 掃	ね ず み	総 合	そ の 他	
○		○		○	○	脱炭素化・運用管理： IoT センサー・IoT 機器によるセンサーネットワーク、可視化を含めた制御技術等、脱炭素化・運用管理に関わるソリューション技術 【空調吹出口・自然換気口の自動開閉制御】 視環境・温冷感に配慮した照明・空調制御が可能 【設備管理・警備・清掃】 AI・IoT・ロボットを活用
○		○		○	○	統合ネットワーク、ビルアプリケーション、ESG ビル経営： データ連携された複数のアプリケーションを同一のユーザーインターフェイス上で稼働 ビル管理者と利用者はデータ連携された多様なサービス（アプリケーション）を利用可能 【ネットワークサービス】 セキュリティ対策や IoT 機器との連携、通信機器稼働状況の遠隔モニタリングなどを実現 【ビルアプリケーション】 施設予約や入退館のシステム、室内環境モニタリング、空調／照明の制御などの提供と、アプリケーションの連携 【ESG ビル経営】 ビル設備と IoT 機器、アプリケーションの連携で最適な運用や改修計画に必要なエネルギー使用量や CO ₂ 排出量のデータを可視化し、レポート作成する
注) 技術等の内容について、引用文献を基に編集した。 引用文献： 1) https://www.daikincc.com/fcs/service/kirei_watch/ 2) https://toilet-cloud.lixil.co.jp/ 3) https://www.hitachi.co.jp/products/buildingsystems/products-solutions/building-common/builmirai/index.html 4) https://www.toshiba-elevator.co.jp/elv/maintenance/d_signage/ 5) https://kmac-aire24h.com/ondaless 6) https://www.toppan.com/ja/electronics/ortustech/technology/La-touch/ 7) https://www.plibot.co.jp/ 8) https://www.autodesk.com/jp/design-make/articles/bim-maintenance-jp 9) https://www.takenaka.co.jp/news/2022/10/01/ 10) https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20221003_1.html						

【課題の整理】

C1.3.節において、エアコンのドレンパンの点検の事例を用いて、“点検コスト”を試算した。この事例でも示した通り、現場の状況により、目視点検に要する時間は変わる。

建築物衛生管理におけるデジタル技術導入による効率化の試算方法について検討するためには、より細かな状況・条件について、現場の実務者等から情報を得る必要がある。そのことも踏まえて、試算する項目の人件費・工数等の情報が必要となる。現場の経験等も踏まえて試算方法に関する情報を収集することが必要である。

D. 結論

デジタル技術を活用し建築環境衛生の維持向上を効率的に行うために、技術開発の動向を把握して建築環境衛生管理基準のあり方を検討するための基礎資料とすることを目的として、建築環境衛生における課題を整理し、その維持向上に資する要素を明確するとともに、建築環境衛生に関連する既存技術、技術開発動向を収集整理した。

環境衛生管理へのデジタル技術の利用レベルをモデル化し、目視や検査によって行われる環境衛生管理項目項目がセンシングで対応できれば、環境衛生管理の信頼性が向上する可能性があることを示した。センシングは制御ばかりではなく自治体の立入検査等の行政による監視指導にも適応できると考えられるが、センシング内容が環境衛生の状況を適切に示すことが必要である。

研究開発段階の技術には、エアロゾル感染症対策に関するデジタル技術の導入に関する情報を収集し、感染性が未知の新興再興感染症の対策における、デジタル技術の可能性をまとめた。また、ドレンパンの点検をモデルケースとし、人件費・工数等による試算における課題を整理し、点検の実態や効果について、現場の実務者等から情報を得る必要があることを示した。

以上のように、環境衛生管理におけるデジタル技術の現状について、既存技術の技術開発動向を収集し、建築物環境衛生管理基準の項目を踏まえて整理した。

<参考文献>

- 1) 国立感染症研究所:新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)の感染経路について, 2022. 3. 28, <https://www.niid.go.jp/niid/ja/2019-ncov/2484-idsc/11053-covid19-78.html>
- 2) Motoya Hayashi, U Yanagi, Yoshinori Honma, Yoshihide Yamamoto, Masayuki Ogata, Koki Kikuta, Naoki Kagi, Shin-ichi Tanabe, Ventilation Methods against Indoor Aerosol Infection of COVID-19 in Japan, *Atmosphere* 14(1) 150-164, 2023. 1. 10
- 3) 北海道大学 空間センシングによる安全・安心な社会, https://jpn.nec.com/press/202205/20220526_02.html
- 4) Kosuke Minakuchi, Koki Kikuta, Hisashi Hagiwara, Kenji Miyazaki and Motoya Hayashi, Effective Method to Collect Indoor Floating Aerosols Using Cooling Equipment, *Atmosphere* 2023, 14, 1648. <https://doi.org/10.3390/atmos14111648>
- 5) 情報処理推進機構:スマートビルガイドライン, スマートビル総合ガイドライン, <https://www.ipa.go.jp/digital/architecture/guidelines/smartbuilding-guideline.html>
- 6) ビルメンテナンス情報年鑑 2020, 第 50 回実態調査報告書. 全国ビルメンテナンス協会

E. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Kosuke Minakuchi, Koki Kikuta, Hisashi Hagiwara, Kenji Miyazaki, and Motoya Hayashi, Effective Method to Collect Indoor Floating Aerosols Using Cooling Equipment, Atmosphere, 14(11),p.1648, 2023.11.
- 2) 山田裕巳,本間義規,阪東美智子,林基哉; 宿泊施設の衛生的環境に関する実態調査 住宅宿泊事業法施行期の長崎・京都・大阪における室内環境調査; 日本建築学会環境系論文集 813,p.857-868,2023.11.
- 3) 浅岡凌,海塩渉,鍵直樹,林基哉,澤地孝男,上野貴広; 新型コロナウイルス感染症蔓延時のオフィスにおける室内環境質の実態(その1): 室内環境の2時点比較および感染症対策との関連; 日本建築学会環境系論文集 808,p.547-555,2023.06.
- 4) 金勲,阪東美智子,小林健一,下ノ菌慧,鍵直樹,柳宇,菊田弘輝,林基哉, 接待を伴う飲食店における室内環境と感染症対策(その1): 建築設備の概要及びコロナ禍における換気運用と感染状況,日本建築学会環境系論文集 Vol.806 p.300-306,2023.04.
- 5) Motoya Hayashi, U Yanagi, Yoshinori Honma, Yoshihide Yamamoto, Masayuki Ogata, Koki Kikuta, Naoki Kagi, Shin-ichi Tanabe ; Ventilation Methods against Indoor Aerosol Infection of COVID-19 in Japan; Atmosphere 14(1),p.150, 2023.01.
- 6) 赤松大成,森太郎,林基哉,羽山広文, 新型コロナウイルス感染症流行下の寒冷地の学校教室における室内環境と換気代替手法の評価, 日本建築学会環境系論文集 Vol.803 p.43-49,2023.01.
- 7) 林基哉, 特集 COVID-19 を振り返る 日本政府による新型コロナウイルス感染症のエアロゾル感染対策,空気清浄 60 巻 5 号, P.4-9, 2023

2. 学会発表

- 1) 浅井 敦人, 柳 宇, 開原 典子, 本間 義規, 島崎 大, 戸次 加奈江, 伊庭 千恵美, 林基哉, 映画館における室内空気質実態に関する調査研究 第1報 4D と 2D 映画館における生菌と浮遊微粒子の測定結果, 日本建築学会学術講演梗概集,p1393-1394,2023-07
- 2) 柳 宇, 開原 典子, 本間 義規, 島崎 大, 戸次 加奈江, 伊庭 千恵美, 浅井 敦人, 林基哉, 映画館における室内空気質実態に関する調査研究 第2報 4D と 2D 映画館付着細菌叢の解析結果, 日本建築学会学術講演梗概集,p1395-1396, 2023-07
- 3) 開原 典子, 柳 宇, 本間 義規, 島崎 大, 伊庭 千恵美, 戸次 加奈江, 林 基哉, 映画館における室内空気質実態に関する調査研究 第3報 観覧場内の温湿度及び二酸化炭素濃度の測定, 日本建築学会学術講演梗概集,p1397-1398,2023-07
- 4) 松永 崇孝, 菊田 弘輝, 林 基哉, 換気と空気清浄によるエアロゾル除去性能の評価, 日本建築学会学術講演梗概集,p1561-1562,2023-07

F. 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