

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

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  
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

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	正田 浩三	東京美装興業株式会社
研究協力者	杖先 寿里	一般財団法人 建築物管理訓練センター
研究協力者	下平 智子	全国ビルメンテナンス協会
研究協力者	栢森 聡	クリーンクリエイターズラボ
研究協力者	杉田 洋	広島工業大学
研究協力者	杉田 宗	広島工業大学

#### 研究要旨

既往研究を整理し論文・資料のデータベースを作成した。

また、清掃分野におけるデジタル機器について収集した情報から、最も導入が容易と思われる清掃点検報告システムを取り上げ、その有用性を検証するために、現在使用している清掃点検報告書を参考に点検報告書のデジタル様式の記入用紙案を作成した。さらに、トイレの清掃維持管理状況を把握するために、マグネットセンサーや人感カウントセンサー、ゴミ箱容量の検知センサー等、各種センサーを用いた実証実験の方法について検討した。

アイトラッキングシステムを使った目視点検のデータ分析からは、どの場所をどのように確認しているのかを「見える化」することで、カメラ等による点検と人による目視との点検内容の違いを具体的に検証できる可能性が示唆された。

#### A. 研究目的

建築物衛生管理のうち、清掃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する。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する。

#### B. 研究方法

##### B1. 清掃分野に関する既往研究の整理

清掃関連に関する技術の現状と課題を整理するために、清掃に関する学会論文及び関係機関の成果物を収集しリストを作成する。

また、全国ビルメンテナンス協会の清掃点検資格者制度による事務所建築物の点検報告書について詳細分析を行い、事務所建築物の清掃レベルの傾向を把握する。

##### B2. 清掃分野におけるデジタル技術の収集整理

検索エンジンを用いて、清掃分野におけるデジタル技術に関する情報を収集する。

また、全国ビルメンテナンス協会主催の2023年度ビルメンヒューマンフェアに参加し、展示品

より資料集・面談を行う。併せて、デジタル化技術の実施例を収集する。

### B3. デジタル技術を活用した調査方法の精度の検証方法の検討

B2 で収集した情報から、導入が容易で普及性が高いと見込まれるデジタル技術を選定し、導入の課題と有用性について検証を行う。

### B4. 熟練作業者の目視による点検作業の分析

清掃に関し、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」を行う。建築物管理訓練センター・全国ビルメンテナン協会が入居する事務所ビル（全国ビルメンテナン協会が主催する建築物清掃管理評価資格者講習会の会場で、点検作業の実習の場所としても使われている）において、建築物清掃管理評価資格者（インスペクター）に点検作業を行ってもらい、アイトラッキングシステムでデータを収集する。収集したデータを用いて注視した順番を表現した Scan Path と注視した時間の程度を表現した Heat Map を作成し、作業内容を比較する。また、点検作業中の発語を録音し、視線データと照合することにより、作業内容の補足を行う。

## C. 研究結果

### C1. 清掃分野に関する既往研究の整理

図表 1 に、作成した論文データベースの一部を示す。

日本建築学会のアーカイブ検索により、清掃に関する論文 131 本を収集した。内容により、「美観評価」2 本、「清掃評価」28 本、「快適性・評価法」2 本、「汚れ」99 本の 4 つに分類できた。それぞれの論文について、さらにキーワードや参考文献を整理し、データベース化した。

次に、参考文献 1 から、全国ビルメンテナン協会の清掃点検資格者による事務所建築物約 750 件の点検報告書について特徴を調べた。建物の延床面積は 10,000 m<sup>2</sup>未満が 65%であり、うち清掃作業面積は 6,000 m<sup>2</sup>以下が大部分であった。大規

模ビルは 1 社単独で清掃作業を受託することは少なく、複数のビル管理会社で分担して作業を実施することが影響している可能性がある。点検評価シートに記載された得点について、全国ビルメンテナン協会のインスペクター制度の評価を参照すると、標準以上のビルが 16%、標準が 68%、標準未満が 16%であった。総合点に影響を及ぼす場所ごとの得点は、トイレ、事務室、湯沸室、階段の順に相関が高い。

### C2. 清掃分野におけるデジタル技術の収集整理

J-STGE、J-dreamIII、メディカルオンラインや、ネット記事から、「デジタル・AI・ロボット・オート・自動・IoT・センサー」と「清掃」をキーワードとして検索した結果、計 184 本の記事を収集した。主要な記事の内容は、清掃ロボットに関するものが多かった。

また、全国ビルメンテナン協会が実施した 2023 年度建築物清掃管理評価資格者講習の受講者アンケート結果（回答者数 450 人）から、インスペクションに使用している機器について調べた。自由記述による回答であるが、「光度計」35（24.3%）、「ブラックライト」25（17.4%）、「ATP 測定器・ルミテスター」24（16.7%）が上位を占めた。「作業管理アプリ・自社開発アプリ」を使用しているとの回答が 5 件（3.5%）あった。

次に、2023 年度ビルメンヒューマンフェアにおいて収集したデジタル機器・ツールを図表 2 に示す。大きくは、作業管理ツールと清掃状況管理報告者作成ツール、報告書作成ツールの 3 種に分類できた。

### C3. デジタル技術を活用した調査方法の精度の検証方法の検討

建築物環境衛生管理基準の定期測定である、①清掃管理状況の点検（3 月以内に一回）、②清掃用具・保管庫等の点検（6 月以内に一度）を取り上げ、使用機械の点検表、倉庫の点検表、用具の点検表等を収集して、課題を検討した。

上記の検討結果を踏まえて、清掃分野におけるデジタル機器について収集した情報から、最も導入が容易と思われる清掃点検報告システム「123レポート」(図表 2 中の No.25) を取り上げ、その有用性を検証するために、現在使用している清掃点検報告書を参考に点検報告書のデジタル様式の記入用紙案を作成した。作成したシステムの概要は以下のとおりである。

- ・ インспекションにあたり、当該ビルの場所ごとに「123Reporter」で写真ファイルを作成。写真撮影の際、点検項目と指摘事項を入力する。
- ・ インспекションが終了したら場所ごとのデータをメール送信し、事務所の PC に送る。
- ・ インспекターは帰社後、メールのデータを指定フォルダに入れることにより、現場で撮影した指摘箇所のデータが項目ごとに整理される。次に、インспекターは報告書に採用するデータをチェックするとともに、評価点を報告書に入力。
- ・ 指摘事項の文字を調整すると報告書が完成する。

さらに、トイレの清掃維持管理状況を把握するために、マグネットセンサーや人感カウントセンサー、ゴミ箱容量の検知センサー等(図表 2 の No.3、6、7、8) を用いた実証実験の方法について検討した。

#### C4. 熟練作業者の目視による点検作業の分析

図表 3 に、熟練作業者の点検作業の時間、場所、確認箇所の一覧を示す。また、図表 4 に作成した Scan Path と Heat Map の例を示す。Scan Path は注視した順番を、Heat Map は注視した時間の程度を表している。

点検は、全国ビルメンテナンス協会が実施している建築物清掃管理評価資格者講習で使用される「作業品質シート」(作業場所、評価項目(個所・部位)、評価のポイントが一覧で示されてお

り、点検ポイントごとの評価と点検項目ごとの評価及びコメントが記載できるようになっている)の内容に準じて行われていた。各場所においてポイントとなる箇所を重点的にくまなく点検していた。

例えばトイレの点検では、以下のような行動と発話が確認された。

とりあえずは奥から行く。(個室トイレに入る。ミラーを出して便器の奥、裏側を点検。便座を上げて中もミラーで確認。便座をタオルで拭き確認。トイレットペーパーホルダーもミラーで確認。スイッチ部分をタオルで拭き確認。壁、ドアの上をタオルで拭き確認。隅を確認。)綺麗にしているからね。汚していないね。(小便器の水を出し、タオルで拭く。水が流れる排水の中、センサーの反応、水の勢いを確認。小便器の裏をミラーで確認。)センサー反応が良すぎる。壁面を見る(壁、床をタオルで拭き確認)。ここのトイレは幅木だけ。でもだいぶ改善されている。変えたばかりだから。これ、ノーワックスの床材だそう。どこかで密着不良起きている。ここはないのだが、他のフロアで。ゴミ箱(ゴミ箱の中を見る。ずらす)。あと洗面台のちょうど立つところ。床も(床をタオルで拭き確認)。ワックスが効いている。(洗面台の蛇口の裏をミラーで確認。淵をタオルで拭く。)天板とシンクの間の波返しの所がけっこう汚れていることがあるが、綺麗だよ。鏡。悔しいね。(ハンドソープの下をタオルで拭き確認。)沓摺。トイレ消耗品を見てくる。(トイレットペーパーホルダーの上をタオルで拭く。)ここは前から折っている。折る必要はないのだが。(小便器マットを取り出し確認。)一応、小便器の使用頻度が高い所はここここだと思う(小便器3つの左端と右端を指差す)。臭気もないので、大丈夫そう。換気扇。素晴らしい。

#### D. 考察

建築物衛生法施行規則の第 4 条の 5 第 1 項では、「掃除は、日常行うもののほか、大掃除を、六

月以内ごとに一回、定期的に、統一的に行うものとする。」と規定されている。また、空気調和設備等の維持管理及び清掃等に係る技術上の基準の第5の1第3項には「日常的に清掃を行わない箇所の清掃について、六月以内ごとに一回、定期的に汚れの状況を点検し、必要に応じ、除じん、洗浄等を行うこと。」、第5の2第1項には「真空掃除機、床みがき機その他の清掃用機械及びほうき、モップその他の清掃用器具並びにこれら機械器具の保管庫について、定期的に点検し、必要に応じ、整備、取替え等を行うこと。」、第2項には「廃棄物の収集・運搬設備、貯留設備その他の処理設備について、定期的に点検し、必要に応じ、補修、消毒等を行うこと。」と規定されている。さらに、清掃作業及び清掃用機械器具の維持管理の方法等に係る基準第1の8では、「作業計画及び作業手順書の内容並びにこれらに基づく清掃作業の実施状況について、三月以内ごとに一回、定期的に点検し、必要に応じ、適切な措置を講ずること。」と定められているほか、建築物環境衛生維持管理要領にも清掃における定期点検等について細かな規定がされている。

点検作業の具体的な方法や工程については上記の規則・通知等には示されていないが、全国ビルメンテナンス協会が実施している建築物清掃管理評価資格者講習において、点検作業の一連の手順・工程や評価のポイントが示されている。建築物清掃管理評価資格者は、2001年に全国ビルメンテナンス協会が制度化した認定資格で、現在約5,600人が有資格者となっている。ただし、現場での全国ビルメンテナンス協会のインスペクションシート（「作業品質シート」）の利用は25%にとどまり、55%は自社のシート、15%が顧客指定のシートを用いているとの報告があり<sup>1)</sup>、点検作業の内容が全国的に標準化されているかどうかは疑問がある。また、有資格者の評価についても、「現行のシステムでは、ビル管理会社が管理している建物を、その会社の社員であるインスペクターが目視により評価する方式であり、評価の客観性に欠ける懸念があった」<sup>1)</sup>。

このことから、まずは点検作業・内容の標準化を図ることが課題であると考えられる。本研究では、アイトラッキングシステムを用いることにより、点検による作業の工程・内容を「見える化」することを試行することで、点検作業・内容の詳細の具体的な検証が可能であることを示した。次年度以降にさらに詳細な分析を行う予定である。

デジタル機器に関する情報収集からは、清掃ロボットの活用が期待されていることが明らかになったが、清掃の実施状況の確認や点検作業に関するデジタル機器については情報が限られており、普及も進んでいない状況が見られる。

その中で、本研究では、比較的導入が容易である報告書作成の支援ツールについて、実証実験を行うこととし、準備を始めた。この技術が普及・進展すれば、インスペクションデータの蓄積が可能となり、ビッグデータとしての活用やインスペクションシステムの標準化にもつながることが期待できる。

## E. 結論

清掃に関する既往研究やデジタル機器に関する情報を収集し、最も導入が容易と思われる清掃点検報告システムを取り上げ、その有用性を検証するために、現在使用している清掃点検報告書を参考に点検報告書のデジタル様式の記入用紙案を作成した。さらに、トイレの清掃維持管理状況を把握する各種センサーの効果や課題を調べるための実証実験の方法について検討した。

アイトラッキングシステムを使った目視点検のデータ分析からは、どの場所をどのように確認しているのかを「見える化」することで、カメラ等による点検と人による目視との点検内容の違いを具体的に検証できる可能性が示唆された。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

なし

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

<参考文献>

- 1) 杖先壽里, 正田浩三, 垣鏝直. インспекションシステムを利用した清掃管理評価に関する研究. 日本建築学会技術報告集. 2020.10 ; 26 (64) : 1043-1048.



図表 2 情報収集したデジタル機器の一覧

システム概要	商品名	会社名	機能・特徴
<b>作業管理ツール</b>			
1 ボイスシステム	BOISシステム	(株)ボイス	清掃作業全体のPDCA確認
2 CAMPシステム	CAMP System Carpet cleaning	(株)ホスト	カーペット清掃方法の効率化
3 ダストボックス可視化システム	TERAS BOX -テラスボックス-	(株)テラモト	使用状況把握とデータ収集
4 大便器トイレの使用状況	コンドル スマートトイレ管理システム	山崎産業(株)	使用状況把握とデータ収集
5 スマートトイレ管理システム	コンドル スマートトイレ管理システム	山崎産業(株)	使用状況把握とデータ収集
6 大便器トイレの使用状況	TERAS PLACE-テラスプレイス-	(株)テラモト	使用状況把握とデータ収集
7 消耗品可視化システム	TERASTOCK -テラストック-	(株)テラモト	トイレットペーパーの使用状況
8 手洗い用洗剤の使用状況	TERASTOCK -テラストック-	(株)テラモト	使用状況把握とデータ収集
<b>清掃状況管理報告者作成ツール</b>			
9 作業を可視化、作業を効率化する屋内GPS	DX メンテナンス	(株)テラモト	清掃作業全体のPDCA確認、使用状況把握とデータ収集
10 点検・清掃業務の勤怠管理・作業報告作成システム	営業活動管理アプリ「cyzen (サイゼン)」	レッドフォックス(株)	スマートフォンで簡単に使える
11 点検・清掃業務の勤怠管理・作業報告作成システム	建物管理・スケジュール管理ソフト「Planner EX」	石田データサービス(株)	スケジュール管理
12 点検・清掃業務の勤怠管理・作業報告作成システム	Smart Attack®オンプレミス	(株)G-SMART	
13 点検・清掃業務の勤怠管理・作業報告作成システム	Smart Attack®クラウド		建物管理クラウドサービス
14 クラウド型オフィスロボット清掃サービス	ロボ★メン	テルウェル西日本(株)	ロボット清掃の自動化
15 ビル保守点検のDX・働き方改革 (WOSS)	WOSS	(株)Y=ZEN	
16 点検・清掃業務の勤怠管理・作業報告作成システム	クリーンマネージャー	アイデン(株)	
17 客室清掃効率化アプリ	DAYナビ	(株)コンフォール	客室表示管理
18 設備管理業務向け保守管理システム	E-Works	(株)東計電算	請求書管理
19 設備点検・報告書作成システム	KARUTE WEB	(株)東計電算	
20 スケジュール管理クラウド	おたスケ	PaIntnote(株)	スケジュール管理
21 現場作業管理サービス	社会・公共ソリューション「CYDEEN」	(株)日立システムズ	作業内容の標準化
22 ビル管理業務支援アプリ	DK-CONNECT BM	ダイキン工業(株)	
23 ビルの物件・スケジュール管理システム	Webアプリ『スマリブ』	(株)カンキョウ	スケジュール管理
24 着信履歴で出勤管理	ワンコール勤怠	(株)アットデル	スケジュール管理
<b>報告書作成ツール</b>			
25 スマホ報告書	123Reporter	クリーンシステム科学研究所	
<b>その他</b>			
26 確認証入室管理 (セキュリティシステム)	AI顔認証ソリューション『AiFa』(アイファ)	(株)東計電算	検温、マスク認証

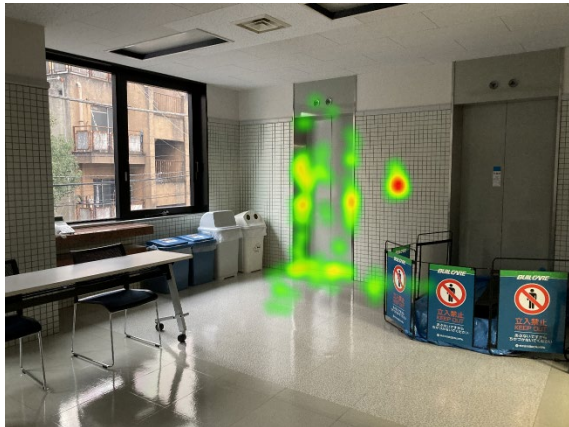
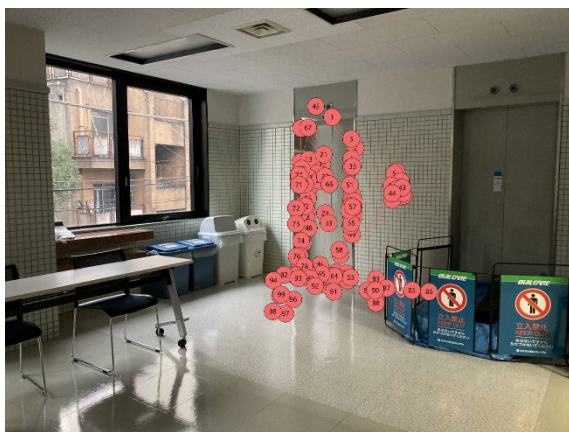
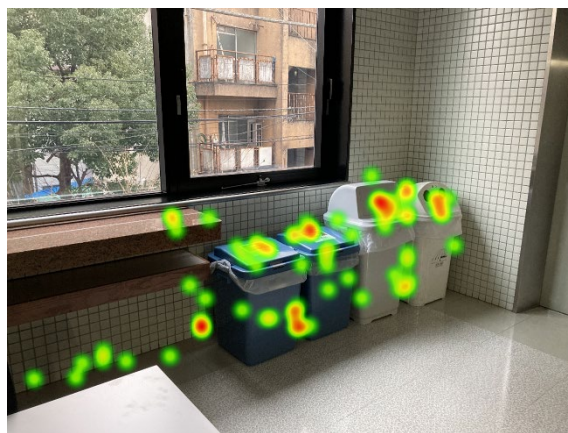
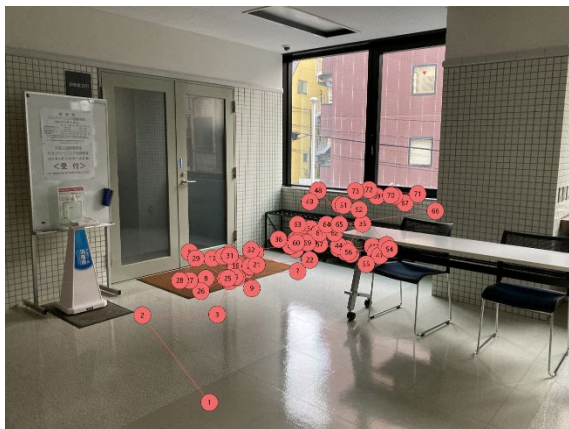
図表 3 点検作業時間と確認場所

所用時間	場所	確認箇所
00:45.1	1 階玄関ホール	床
03:00.2	1 階玄関ホール	自動ドア・マット
00:36.8	1 階玄関ホール	壁面
00:23.8	1 階玄関ホール	案内標示板・看板類
00:46.5	(1 階～2 階) 階段	踏面・け込み板・ノンスリップ
00:24.3	(1 階～2 階) 階段	手すり・手すり下部部分
00:10.6	(1 階～2 階) 階段	踏面・け込み板・ノンスリップ
00:07.8	(1 階～2 階) 階段	踊り場
00:21.7	(1 階～2 階) 階段	踏面・け込み板・ノンスリップ
00:11.8	(1 階～2 階) 階段	手すり・手すり下部部分
00:22.7	(1 階～2 階) 階段	踏面・け込み板・ノンスリップ
00:18.7	(1 階～2 階) 階段	踊り場
00:20.8	(1 階～2 階) 階段	壁面
01:07.0	2 階エレベータホール・廊下	床
00:44.3	2 階エレベータホール・廊下	屑入れ
01:15.3	2 階エレベータホール・廊下	エレベータ関連 (表扉・三方枠・スイッチ板)
00:16.7	2 階エレベータホール・廊下	扉
00:17.6	2 階エレベータホール・廊下	壁面
02:35.1	トイレ	大便器
00:22.7	トイレ	壁面
01:37.4	トイレ	小便器
00:15.5	トイレ	壁面
00:24.0	トイレ	床
00:05.5	トイレ	屑入れ
00:10.7	トイレ	床
00:13.7	トイレ	屑入れ
00:25.7	トイレ	床
00:43.0	トイレ	洗面器・洗面台
00:18.5	トイレ	鏡
00:11.3	トイレ	消耗品
00:37.2	トイレ	壁面
00:13.0	トイレ	入口付近の床
00:12.9	トイレ	消耗品
00:34.7	トイレ	小便器周辺の床
00:05.7	トイレ	換気扇
00:22.4	エレベータ	内側扉インジケータ
00:39.6	エレベータ	壁面
00:02.3	エレベータ	扉溝
00:05.9	エレベータ	床 (マット)



図表 4 点検作業内容の例

①2階エレベーターホール・廊下(左上2枚:床、右上2枚:屑入れ、左下2枚:EV関連、右下2枚:扉)



②トイレ (左上 2 枚:大便器、右上 2 枚:小便器、左下 2 枚:壁面・屑入れ・床、右下 2 枚:洗面器・洗面台)

