

令和 5 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)  
総括研究報告書

中規模建築物所有者等による自主的な維持管理手法の検証のための研究

研究代表者 本間義規 国立保健医療科学院 統括研究官

研究要旨

本研究では、中規模建築物所有者等が自ら管理可能かつ IoT とも親和性の高い簡易評価システムを開発すること、及び建築物衛生法第 4 条第 3 項に資する、自ら測定評価・維持改善対策が可能なガイドラインを作成することを目的としている。

室内熱環境・空気質・光環境・音環境に関する夏期詳細測定と主観評価について、全国 6 件(特定建築物 3 件:A、B、C、中小規模建築物 3 件:D、E、F、なお特定建築物 3 件の内、2 件が中央管理方式の空調)の建築物の実測の結果、温湿度ともに建築物衛生法の範囲内に制御されている物件が大半を占める一方、執務時間にドア開放をしている E 等、相対湿度 70%を超えるものもあった。浮遊微粒子個数濃度は、特定建築物である A・B・C ビルの I/O 比は中央管理によるフィルタ効果により、中小規模建築物と比較して低い結果であった。なお、夏季のオフィスワーカーの着衣量は、ISO 9920 に示される clo 値を参考に各執務者の基礎着衣熱抵抗値を加算し算出したところ、男性で 0.58clo、女性で 0.64clo であった。給水環境については、一部の建築物から採取した試料の遊離残留塩素は 0.1mg/L を満たしておらず、また従属栄養細菌数は、一部の特定建築物及び中規模建築物で  $1.0 \times 10^2$ CFU/mL 以上で存在した。さらに、長期測定に基づく温湿度環境形成要因の分析と空気管理基準不適率割合は、建物性能による差が明確であり、夜間・休日等の設備停止時の影響が執務時間にも影響することを示した。室内環境・知的生産性の評価システムとして、欧州連合(EU)ALDREN・TAIL スキームを用いて評価試行を行ったところ、前提とする建物性能が異なるため厳しい結果となることが明らかになった。また 6 件の実測建物の主観評価とは別途、オフィス労働者に対するアンケート調査を実施した。6 件の建築物における長期測定結果及び夏期詳細測定により、中小規模建築物の環境衛生上の特徴・差異が明確になった。主観評価に関しては湿度に関して回答評価にばらつきがあることに加え、音環境にも着目すべき点が見出された。

研究分担者

東 賢一・関西福祉科学大学 教授  
小林健一・国立保健医療科学院 上席主任研究官  
島崎 大・国立保健医療科学院 上席主任研究官  
阪東美智子・国立保健医療科学院 上席主任研究官  
下ノ蘭 慧・国立保健医療科学院 研究員  
西原直枝・日本女子大学 准教授

研究協力者

鎌倉良太・公財日本建築衛生管理教育センター  
杉山順一・公財日本建築衛生管理教育センター  
谷川力・日本ペストコントロール協会  
黒田洋平・ダイキン工業株式会社  
笹井雄太・ダイキン工業株式会社

## A. 研究目的

建築物衛生法に基づく特定建築物の衛生環境確保の範囲は、事務所を対象とする場合、用途全体の約11%にすぎず、店舗、ホテル・旅館、文共等施設全体を合わせてもやはり約12%にしかならない（法人土地・建物基本調査に基づく推計）。すなわち、既存建築物の約88%を占める中小建築物規模は義務を負わない。建築物衛生法第4条第3項により、建築物環境衛生管理規準に従って当該建築物の維持管理に関する努力義務を有するものの、良好な状態を維持できている保証はない。

利用者の快適性や健康性、知的生産性向上など、いわゆるウェルネスの向上が世界的にも注目されており、省エネ・環境配慮の視点を含めた不動産としての取り組み（UNEP-FI、GRESBなど）も積極的に進められている。また、感染症に対する建築的配慮や災害時対応・BCPの視点においても、建築物の環境衛生管理の重要性は益々高まっている状況にある。

国立保健医療科学院では、これまで特定建築物・非特定建築物の環境衛生管理基準の検証や空気調和設備等の適切な運用管理手法の研究を進めてきた。その結果を受けて本研究がスタートしている。令和4年度は全国7件のオフィスの物理環境測定及び主観者評価を実施・分析し、B-HERS（Building Hygiene Environment Rating System）のコア部分である物理環境の執務者主観評価による補完可能性を探るとともに、物理要素の閾値設定のためのレーティング手法構築に向けた国内外の評価システム調査を行った。さらに中規模建築物所有者等が自主的な衛生管理行動に移すための心理・評価モデルの構築に向けた行動変容に関する予備調査を実施した。

少し長くなるが、以下、項目ごとに検討結果と課題について要約する。

### 1) 既存建築物の衛生環境詳細調査及び主観評価手法の検討結果より

#### 1.1) 温熱・湿度環境

特に冬期温湿度環境に関して、建築物の性能、規模・構造が与える要因について一定程度把握

した。また、冬期における執務者の主観評価により、温度の管理には「足元の温度環境の寒冷側申告率」、相対湿度の管理には「空間の湿り程度」が有効である可能性が示された。一方、相対湿度は、実際よりも高湿側に申告する執務者が多いことを把握した。

#### 1.2) 光環境

照度自体は、一定水準以上のレベルに容易に到達できることを確認できた。一方で、昼光利用などの建築的対応はほとんど考慮されていなかった。

#### 1.3) 音環境

音環境については、令和5年3月の測定結果より、7つのオフィスの等価騒音レベルは平均値で55dB(A)を下回ることがわかった。主観者評価では、オフィス毎に他人の会話・電話・オンライン会議や交通騒音を気にする回答者が確認された。

#### 1.4) 空気環境

中小規模建築物は、空気汚染の可能性があることが令和4年度の実測からも改めて確認できた。特定建築物とは異なる設備を利用していることもあり、中小規模建築ならではの維持管理上の注意点になり得ると考えられる。主観者評価では、空気汚れが換気量や空気質と関連があることが推測されている。

#### 1.5) 水質環境

給水環境並びに給水水質に関しては、遊離塩素濃度が基準値を満たさない物件や従属栄養細菌数が比較的高い物件があったことから、今後も注視することが明らかとなった。

### 2) 国内外の室内環境性能レーティングシステム及び知的生産性の評価手法の調査結果より

室内環境質（IEQ）を評価するモデルのうち、EU ALDRENプロジェクトのTAILスキームについて詳細調査を実施した。IPMおよび水質に関しては、LEED O+Mやfitwel等で考慮されているが、建築物衛生法で定める残臭消毒剤は含まれていないことがわかった。諸外国の対応で十分なのか否かは実測調査および主観調査の検討を踏まえて判断していくことを確認している。

### 3) 健康と室内環境にまつわる行動変容に関する検討結果より

ナッジ理論を含めた行動変容研究に関する文献レビューを実施し、参考とすべき室内環境の維持管理を対象とした既往研究は少なく、健康や生産性の向上の観点からの動機付けや便益費用を考慮した評価構造モデルあるいは心理プロセスのモデル化を本研究独自に構築する必要性を確認した。

特定建築物以外にも室内衛生環境のモニター体制を拡大し、広く建築物全体の衛生環境を向上させるためには、中規模建築物の特質を踏まえた維持管理手法の確立が不可欠であると同時に、所有者等の行動変容を促すような実効性・汎用性の高い自主的な維持管理手法の構築が求められる。

令和5年度は、特に夏期における既存建築物の衛生環境と主観評価の調査の実施、長期測定データの分析、TAILスキームを用いた実測データの解釈及び既往の厚労科研データの再分析等を実施した。

## B. 研究方法

### B1.室内熱環境・空気質・光環境・音環境に関する夏期詳細測定と主観評価調査

夏期の室内温熱環境、空気環境、光環境及び音環境の実態とそこで業務を行う執務者の主観評価について検討した。全国6か所の測定建物（特定建築物：3件、中小規模建築物3件、なお特定建築物3件の内、2件が中央管理方式の空調）に対し、2023年8～9月の代表日1日を選定して10～16時の執務時間を対象に詳細調査を実施している。室内熱環境・空気質・光環境・音環境の測定について、2023年8～9月に室内熱環境・空気質・音環境の測定を実施した。CO<sub>2</sub>濃度・温度・相対湿度の多点測定結果より、オフィスレイアウト平面における各要素の水平分布・むらを確認するとともに、CO<sub>2</sub>濃度の結果からザイデルの式により空調稼働時の平均換気量を推定した。また、室内熱環境を上下温度分布・平均放射温度・PMV・SET\*を

用いて評価した。

### B2.夏季のオフィスワーカーの着衣量と主観評価

夏季オフィスにおいて、センシングが難しい着衣量に関するデータを収集し検討した。6件の建物（うち3件は3,000㎡未満の中小規模建築物）において、令和5年8～9月の物理詳細調査日と同一の日程に、Web回答システムにより夏季オフィスにおける着衣量調査を実施した。着衣量調査を簡素化するため、上衣や下衣の布地の厚さは「薄い、厚い」の2種類、上衣では袖丈を「長袖、半袖、袖なし」の3種類、下衣ではズボン・パンツおよびスカートの丈を「膝上、膝丈、膝下」の3種類に大別した。また、小物類やマスクの着用などについても設問を作成し、ISO 9920に示される着衣単品のclo値に基づき算出した。

### B3.給水環境の実態並びに利用者の主観評価

建築物の執務者の主観評価による室内環境のレーティングシステム構築に際して、給水環境ならびに給水水質に着目し、適切に室内環境を評価可能な項目を検討した。全国の6事業所を対象に、令和5年8～9月に水質測定ならびに水質に関する主観評価調査を実施した。

各対象建築物の飲用等に供する給水栓、並びに、給湯栓または男子トイレ内手洗い水から冷水および温水を採取し、以下の水質項目を測定した。遊離残留塩素および全残留塩素はDPD比色法を、従属栄養細菌数は寒天培地法（R2A寒天培地）、全菌数は蛍光顕微鏡計数法を、濁度は積分球式光電光度法を用いた。執務者に対する主観評価調査は、飲用水の種類、水道水の味、臭い、浄水器の設置、飲用水量等を調査した。

### B4.長期測定に基づく温湿度環境形成要因の分析と空気管理基準不適率割合

個別分散空調が主となる中小規模建築物は、暖冷房・加湿ユニット及び換気装置が独立している場合が多く、運転制御の方法含めその特徴は中央式空調と大きく異なる。この点に関し、6件の事務所ビル（特定建築物3件、非特定建築物3件）における温湿度及びCO<sub>2</sub>濃度の連

続測定結果から、執務室内の温湿度環境形成にどのように影響を及ぼすのかを考察した。

## B5.室内環境・知的生産性の評価システムの検討

B-HERS の検討を行うにあたり、欧州連合 (EU) ALDREN プロジェクトが提案している TAIL スキームを用いて本研究班の測定結果を適用、評価試行を行った。また室内環境の簡易評価システムにおける評価項目として、温熱環境、音環境、空気質、光環境の4項目があげられるが、それぞれの評価項目に関する日本の実態を把握するために、日本のオフィス労働者に対してアンケート調査を行った。

## B6.建築物利用者の建築環境・健康評価に関するアンケート調査結果の再分析

中規模建築物と特定建築物の衛生管理の実態について、建築物利用者の主観評価からその違いや特徴を把握するため、既往研究(厚労科研究: H29-健危-一般-007: 中規模建築物における衛生管理の実態と特定建築物の適用に関する研究)で得られているアンケート調査データの再分析を行った。なお、元データは既に廃棄処分しているため、集計データのみを再分析している。

## C. 研究結果

### C1. 室内熱環境・空気質・光環境・音環境に関する夏期詳細測定と主観評価調査結果

#### C1.1. 温湿度環境・温熱感

上下温度分布については、ペリメータ部で最大 0.9K、インテリアゾーンで最大 0.4K であり、6 件のオフィスとも不快に感じるとされる上下温度差は生じていなかった ( $\Delta t=1.0K$  で  $PD=0.8\%$ )。しかし C・D・E ビルでは、平均放射温度・PMV・SET\*のやや暖かいと評価されるゾーンが存在することも確認された。温度は、外気温度が高いとき(32°Cを超える日等)に、建築物衛生法で定める上限 28°Cに近くなる時間帯が存在した。相対湿度は、建築物衛生法の上限 70%RH を下回る建物が多い中、F ビルに関しては 70%RH を超えていた。外部ドアの開放(通風)と低めの温度制御が大きく影響し

ていると考えられる。

#### C1.2. 室内空気質

室内空気質は浮遊微粒子個数濃度の I/O 比を用いて評価した。特定建築物である A・B・C ビルの I/O 比は中小規模建築物と比較して低い結果であった。推定換気量は A:65.7CMH/人 (1.9 CMH/m<sup>2</sup>) (以下単位省略)、B: 23.1 (1.5)、C:63.9 (3.9)、D:62.2 (3.8)、E: 103.6 (4.0)、F: 108.0 (7.4) となり、B の換気量がやや低いものの、外気は AHU 或いは OHU にてフィルタを経由するため、浮遊微粒子個数濃度は低く、一方、フィルタがなく開口部開放を併用している D、E、F の浮遊微粒子濃度は高い結果となっている。

#### C1.3. 執務空間の音環境

室内音環境に関して、いずれの執務室においても 10~15 時の中央値は 50dB[A]であり、かつ冬期測定結果と比較しても大きな差は確認できなかった。しかし、特に開口部開放を行うことの多い中小規模建築物では、その等価騒音レベルの最大値(ピーク値)は同一建築物の冬期結果に比べて高いことを確認した。

#### C1.4. 執務空間の光環境

光環境は、夏期詳細測定として照度、相関色温度、色度偏差、演色性評価数を評価した。また長期測定についても触れている。詳細測定の結果、クルイトフ曲線では快適の範囲に入っているものの、執務室のボリュームの小さな空間ほど内装反射や開口部の影響を受けていることがわかった。平均演色評価数(CRI)は照明光だけではなく、空間内装等の反射光の性質も含むこと、CRI が低いほど光環境の満足度が低下しやすいこと等が推測できる結果となった。

また長期測定結果より、特定建築物 A、C 及び中小規模建築物 F は照度のばらつきが少ない傾向がみられた。A、C は室面積の大きさ(開口部面積と室面積のアスペクト比すなわち形態係数)に、F は日射遮蔽装置の使用状態に影響を受けたことによる。

### C2. 着衣量及び着衣量と温冷感に関する主観評価との関係

ISO 9920 に示される着衣単品の clo 値に基

づいて各執務者の基礎着衣熱抵抗値を加算し算出したところ、男性で 0.58clo、女性で 0.64clo となった。着用者率の分布をみると、男性の 73.5%が 0.5clo 以上 0.6clo 未満の着衣量であった。女性は 0.5clo 以上 0.6clo 未満のカテゴリーで 36.8%であり、男性よりも比較的広範囲に分布していた。女性は「3: やや涼しい」が 40%、「4: 暑くも寒くもない」が 44%であり、その着衣量は、前者で 0.43-0.88clo、後方で 0.51-0.75clo の範囲に分布した。男性は、「4: 暑くも寒くもない」が 57%であり、その着衣量は 0.49-0.83clo に分布した。

### C3. 給水環境の実態並びに利用者の主観評価

一部の建築物から採取した試料の遊離残留塩素は、水道法の下限值 0.1mg/L を下回っていた。濁度はいずれもゼロに近く、目視でも色や濁りは確認されなかった。従属栄養細菌数は、一部の特定建築物とすべての中規模建築物について  $1.0 \times 10^2$ CFU/mL 以上で存在し、微生物学的な衛生状況が芳しくないことが示唆された。

執務者に対する主観評価調査では、昨年度と同じく、水道水の飲用状況は事業所によって大きな差がみられた。水質に関しては、「塩素臭・カルキ臭」による異臭味が指摘されており、塩素消毒による臭味と考えられた。一方、「金気臭」の指摘は給水装置等の腐食に由来する可能性が考えられた。主観評価においては異臭味、濁り、色が重要であるものの、塩素消毒由来の異臭味は給水・給湯系統の衛生状態と相反することに留意する必要がある。濁りや色は、給水装置や給水用具の腐食や劣化、細菌の再増殖等に由来する可能性があることから、主観評価において重要な項目と考えられる。

### C4. 長期測定に基づく温湿度環境形成要因の分析と空気管理基準不適率割合

#### C4.1. 濃度減衰に基づく空調停止時の換気量推定結果

CO<sub>2</sub>濃度減衰データを用いて、空調停止時における換気回数を推定した。A~Fの冬期換気回数平均値は各々0.37、0.11、0.28、0.45、0.48、0.55、夏期換気回数平均値は各々0.25、0.12、

0.17、0.4、0.45、0.53 となった。特定建築物は空調停止イコール換気停止を意味しているが、中小規模建築物は 24 時間換気を前提としており、翌日の空調開始時にも影響を及ぼす結果が示されている。

#### C4.2. 温度の不適割合の状況

中央管理式空調で運転されている A 及び C は温度不適率が低い。この 2 つの建物は規模が大きく、空気を含めた室内の熱湿気容量が大きいこと、また空調停止時の漏気量が少ないために温度低下しにくいことが理由である。一方、D~F は、24 時間換気により夜間・休日の温度低下が大きく、このことが立ち上がり時の暖房負荷増大の原因となっている。

#### C4.3. 相対湿度の不適割合の状況と絶対湿度判断

冬期は全ての建築物で相対湿度不適状態(相対湿度 40%を達成できていない状態)となっているが、加湿装置のない非特定建築物 D、E、F が特に顕著である。夏期は冷房に伴う除湿が可能のため不適になりにくい、パッケージエアコンに伴う除湿はやや除湿性能が低下すること、窓開けを併用すると不適状態が発生することが明らかとなった。また、評価指標としての相対湿度は室温の影響とともに外気水分量(外気絶対湿度)をベースとするため、全国一律の基準とならない。従って、相対湿度での不適判断より絶対湿度を用いた判断が妥当であることを示した。

#### C4.4. CO<sub>2</sub>濃度の不適割合状況

COVID-19 対策として換気が励行されていたことから、CO<sub>2</sub>濃度 1000ppm 以下で制御されている建築物が多い。しかし、VAV 制御が行われると、CO<sub>2</sub>濃度 1000ppm になるまでに無換気状態となる時間帯が生じるため(気積が大きいほどその時間は長くなる)、感染症対策の観点では問題がある。

### C5. 室内環境・知的生産性の評価システムの検討

TAIL スキームは建物の室内環境を評価するうえで、温度(T: 温熱)、相対湿度(I: 室内空気質)、音圧レベル(A: 音環境)、二酸化炭

素濃度 (I: 室内空気質) の各項目の評価結果及び総合評価結果が一目瞭然であり、とてもわかりやすい評価スキームであることが明らかとなった。ただ、日本の建築物衛生法の温度の環境衛生管理基準と比べ、TAIL スキームの評価基準が厳しく、音圧レベル (等価騒音レベル) でも TAIL スキームの評価基準が厳しいことから、冬期 (暖房期)、夏期 (冷房期) とともに、評価を行った 6 件の建物すべてにおいて総合評価でグリーン (緑) となった建物はなかった。

また、インターネット調査会社を通じた 621 名の執務者によるアンケート調査の結果、温熱や湿度に関する不満の割合が高く、次いで音環境に対する不満の割合が高いことがわかった。延べ床面積による建物の規模との関係性を評価した結果、音環境の満足度では、建物の規模が小さくなるほど満足度が有意に低下した。特に建物外の騒音において気になる度合いが有意に増加した。但し、その他の項目では建物の規模との有意な関係は確認できなかった。

#### C6. 建築物利用者の建築環境と健康評価の再分析

従業員からの環境に対する苦情を見ると、全体では「温度」「湿度」「水漏れ、結露、雨漏り」について、15-25%の物件で苦情が見られた。一方、「騒音」「衛生害虫など」「清掃」「廃棄物処理」は、非特定建築物でのみ少数ではあるが苦情が見られた。「湿度」に対する苦情は特定建築物で有意に高く、「衛生害虫など」に対する苦情は非特定建築物で有意に高い。また、従業員が自覚している職場環境については、「乾きすぎる」「寒すぎる」「空気の流れが不足、空気がよどむ」「室温の変化」など湿度や温度、換気に関する項目が上位を占め、とくに「乾きすぎる」「空気の流れが不足、空気がよどむ」は、従業員の 13-18%が常態的な問題として自覚している状況が見られた。これらの結果から、非特定建築物では特定建築物のような衛生管理を実施しなくとも大きな問題は見受けられないが、特定建築物ではほとんど見られない問題 (「衛生害虫など」) が見られる場合があることがわかった。

#### D. 考察

##### D1. 室内熱環境・空気質・光環境・音環境に関する夏期詳細測定と主観評価調査について

上下温度分布については、不快に感じる温度差は生じていなかったものの、PMV・SET\*による評価では、やや暖かいゾーンも C・D・E ビルにおいて確認された。これらは各々東京、札幌、熊本に位置しているが、全国的に猛暑であったことから地域気候による差でなく、開口部位置と空調吹出 (パッケージエアコン) の位置等の影響と考えられる。また、中小規模建築物である D・E ビルでは平均空気温度が 26.5°C を超過する測定点もあり、特定建築物と比較して空気温度が高くなる傾向にある。相対湿度の維持管理には「湿潤側申告率」の指標が利用できる可能性が示されたものの、空気温度については温度に対する不満側の申告は暑熱側・寒冷側の 2 つの要因があることに加えて申告に個人属性が影響している。

室内空気質は浮遊微粒子個数濃度の I/O 比を用いて評価し、特定建築物である A・B・C ビルの I/O 比は中小規模建築物と比較して低い結果であった。既に指摘しているとおり AHU 或いは OHU による外気処理 (粗塵フィルター+中性能フィルター) による空気清浄の効果であり、そうした空気清浄装置を持たない D、E、F は外気導入量に応じて外気に近い或いは外気同等となる。一方、浮遊微粒子個数濃度が外気濃度を超えるケースはほぼないことから (D は 10 $\mu$ m 以上の粒径で外気を超える時間帯がある)、室内における粒径の小さな微粒子発生はないといえる。音環境については、冬期と同等であるものの、窓或いはドア開放をしている物件 (特に F) では、瞬間等価騒音レベルが高くなる傾向を確認することができた。コロナ対策を含めて窓開けを推奨しているが、暗騒音レベルへの配慮も今後検討すべきであろう。

光環境に関しては、執務面積や照明器具、開口部位置、内装材反射のむらが生じやすい空間ほど評価がばらつく傾向にあることがわかった。このことは空間ボリューム・形態に応じて

質問の仕方を工夫することが必要であることを示している。連続測定結果をせずとも光環境評価は可能であるが、空調制御やブラインド制御などを確認する手段として照度測定結果は利用することができるだろう。太陽光入射により CRI は改善するため、CRI も常時モニタリングできることが望ましい。

## D2. 着衣量及び着衣量と温冷感に関する主観評価との関係

自己申告による着衣量調査は、個人では判断が難しい点が多く無回答となる或いは回答ミスが多くなりやすいことから、なかなか十分なデータが集まらない点が課題である。

シドニー大学の研究グループへのヒアリングによると、オーストラリアの認証システム NABERS (National Australian Built Environment Rating System) で推奨されている主観申告システム BOSSA や、物理計測システム SAMBA を用いた評価を行う際、着衣量に関しては、典型的なオフィスでの着衣量や、屋外温度の関数を用いた推定データを用いるなど、大胆な仮定に基づくとのことであった。今回の結果では、男性では 0.5clo 以上 0.6clo 未満の基礎着衣熱抵抗値のカテゴリーに回答者の 73.5% が属しており、平均値である 0.58clo を代表値としてとらえることもある程度は可能ではないかと考えられる。一方、女性については、男性よりも比較的広範囲に着衣量が分布していた。また、特に寒がりの女性は着衣量が多いなどの特徴も認められた。温冷感について「暑くも寒くもない」と申告した回答者の着衣量にも個人差が大きい。簡単かつ適切に基礎着衣熱抵抗値を把握する手法についてさらに検討を進める必要がある。

## D3. 給水環境に係る水質調査

昨年度の冬季に実施した調査と比較して、多くの事業所において給水末端の遊離残留塩素ならびに結合残留塩素は低下しており、給水温度の上昇が影響していると考えられる。また、同一の混合水栓から冷水・温水を採取した物件では、温水の遊離および全残留塩素濃度はすべて冷水よりも低い。シンク下の電熱式ヒーター

による加温・貯湯状態であるが、使用水量の少なさが影響していると考えられる。従属栄養細菌数についても高い物件が確認できた。ビル給水は飲用水としての利用は少なくなる状況にあり、当初設計時よりも給水量が減少している可能性が高い。すなわち、残留塩素濃度も低くなる可能性が高くなるということである。飲用水が減少する一方、洗面所における歯磨きを行う執務者も存在することから、何某かの対策が求められる。

## D4. 長期測定に基づく温湿度環境形成要因の分析と空気管理基準不適率割合

建築物衛生法は執務時間における空気環境要素のみを評価している。しかし執務時間の環境形成は、空調停止時の影響(温度・相対湿度の履歴)を大きく受けていることから、様々な現象理解には、連続測定が有用であることが確認できた。建物の熱的性能や加湿装置の有無によって室内温熱環境は大きく影響をうけることから、予め建築性能・設備データ及び運転スケジュール等を得ておき、シミュレーションを併用することで、執務時間の衛生環境状態を把握できると思われる。衛生管理上問題となるのは、夏期空調停止(夜間或いは休日)の空調機内或いはエアコン内部の温湿度性状が、執務空間の微生物汚染・匂いに対して影響を与える可能性が高いという点である(これは一般家庭のエアコンも同様である)。現状、これら環境要素の維持管理方法は、空気管理基準には明記されておらず、判断指標として確立していない。水系感染症が増加傾向にあるなか、冷却塔の管理と同程度のチェック体制が求められる。

## D5. 室内環境・知的生産性の評価システムについて

EU ALDREN プロジェクトの TAIL スキームで日本の測定結果を評価した結果、建物の室内環境を評価するうえで、温度(T:温熱)、相対湿度(I:室内空気質)、音圧レベル(A:音環境)、二酸化炭素濃度(I:室内空気質)の表示方法は直感的に理解しやすいことを確認した。室内環境の簡易評価システムを構築するうえで有効なスキームであると考えられる。但し、

これら測定値（瞬時値、平均値、最低値等）は運転方法と建物性能に依存するため、このまま本研究で検討している評価手法に置き換えることは困難であることも確認した。

#### D6. オフィス環境のアンケート調査結果

オフィスの室内環境に関するアンケート調査の結果、温熱環境及び湿度に関する不満割合が高く、次いで音環境に対する不満の割合が高かった。延べ床面積による建物の規模との関係性を評価した結果、音環境の満足度では、建物の規模が小さくなるほど満足度が有意に低下、特に建物外の騒音において気になる度合いが有意に増加した。過去のアンケート結果からは特定建築物同等の衛生管理を実施しなくても問題がないという予測が示されているが、アンケート調査のデザインによるものと考えている。一方、衛生害虫等の目視確認は中小規模で目立つという結果であり、これは詳細実測時のアンケートと同様であった。

#### E. 結論

令和5年度は、特に夏期における既存建築物の衛生環境と主観評価に関する調査を行い、詳細にデータを分析した。また、令和4年度から順次計測器を設置し測定を行っている長期測定データ（温度、相対湿度、CO<sub>2</sub>濃度、照度のほか、浮遊微粒子濃度、気流速等）の分析を実施した。さらに、EU ALDRENプロジェクトで実施しているTAILスキームを用いた6件の調査建築物の実測データの解釈、既往の厚労科研データの再分析等を実施した。

夏期詳細実測及び長期実測結果より、特定建築物と中小規模建築物の差異が明確となった。特に建物の断熱性能、気密性能、湿度管理特に加湿ユニットの有無、空気清浄装置の有無、開口部・ブラインド等の開閉、夜間・休日の運転方法、衛生害虫の発見頻度等で大きな差異が存在することが明らかとなった。これらの観点にフォーカスした明確な維持管理ガイドラインを最終年度には作成する必要がある。

また、衛生環境（空気管理規準）の項目・評価方法についても課題の一つとして浮上した。

これまでの建築物環境衛生基準による室内環境・衛生状態の判断は、評価項目（浮遊粉じん、CO濃度、CO<sub>2</sub>濃度、温度、相対湿度、気流速）の数値範囲内に入っているかどうかを定期的な測定により評価するスキームとなっている。この方法を踏襲する限り、不適状態が明らかとなったとしても、建築物環境衛生管理技術者や環境衛生監視員が状態改善に導くための判断材料・情報が不足している。従って、維持管理権原者（中小規模建築物の場合、ビルオーナー等）に対してのみならず、ビルメンテナンス技術者等が衛生状態を改善するための的確な指導を行えるかどうかは不明である。一方、建築物特にオフィス建築物を取り巻く現状は、センサーの小型化とIoT化の進展、国内外の建築物の環境影響評価システムの整備、不動産価値としての環境評価とCSR投資などの仕組みの整備、エコチューニングなど、オフィス空間をとり舞う状況は劇的な変化にさらされている。

最終年度はこうした状況を反映したガイドライン或いはマニュアルの整備とともに、IoT活用のプロトタイプ作成を目標として研究を進める予定である。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

- 1) 本間義規、下ノ菌慧、島崎大、阪東美智子、東賢一、小林健一．中規模建築物の衛生環境と執務者の主観評価 その1 オフィスの光環境と明るさ感．第82回日本公衆衛生学会総会；2023.10.31-11.2；つくば．同講演集．P-2001-1.
- 2) 下ノ菌慧、本間義規、島崎大、阪東美智子、東賢一、小林健一．中規模建築物の衛生環境と執務者の主観評価 その2 等価騒音レベルを用いた室内環境評価．第82回日本公衆衛生学会総会；2023.10.31-11.2；つくば．同講演集．P-

2001-2.

- 3) 島崎大、下ノ菌慧、小林健一、阪東美智子、東賢一、本間義規. 中規模建築物の衛生環境と執務者の主観評価 その3 給水に係る衛生状況と水道水質. 第82回日本公衆衛生学会総会 ; 2023.10.31-11.2 ; つくば. 同講演集. P-2001-3.
- 4) 東賢一. 室内環境における健康影響問題の経緯と近年の動向. 大気環境総合センター令和5年度特別セミナー. 東京, 2023年11月17日.
- 5) 東賢一. 空気成分の指針動向. 2023年室内環境学会学術大会車室内環境分科会セミナー. 沖縄, 2023年11月30日.

### 3. 書籍・その他

- 1) 本間義規. 主観評価を加味した建築物環境衛生評価手法の構築に向けて、第56回ペストコントロールフォーラム要旨集、75-78、令和6年2月8、9日
- 2) 東賢一、他. 室内環境の事典. 朝倉書店, 東京, 2023.
- 3) 東賢一、他. テキスト健康科学改訂第3版: 第6章住宅と健康. 南江堂, 東京, 2024 (印刷中) .

## H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

