

令和 6 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

建築物衛生法に基づく特定建築物の衛生環境確保は、建築物全体の約 11%にしか及んでいない。残り約 89%を占める中小規模建築物等の衛生環境は、建築物衛生法第 4 条第 3 項の努力義務が課せられてはいるものの、あくまで自主的な管理となっている。本研究の目的は、オフィスビルを対象に、面積規模や高さ等によってどのような建築的或いは建築設備的な特徴と差異を有しているのか、またそうした差異によって建築物衛生管理にどのような問題が生じるのかを明確にすることである。

令和 6 年度は、全国 6 件のオフィスビルの特に温熱環境の評価について ISO9920 に基づく衣服熱抵抗値算出と放射環境を考慮した分析を行った。加えて、海外のガイドラインの一つである TAIL システム(EU)の検討経緯を詳細に調査するとともにそのエビデンスについて確認した。また、室内環境を総合的に評価する際、各環境要素相互のバイアスや個人特性が加わることから、この影響について検討した。本研究の最終的なアウトプットは、中小規模建築物向けのガイドライン・マニュアルの策定であり、その内容として以下の要素を抽出した。すなわち中小規模建築物には、①個別分散型空調設備(マルチパッケージ型空調機と換気システムの組み合わせ)が多いこと。②建築基準法準拠(0.5ACH 連続換気)が多いこと。③窓開け対応が多いこと。④加湿設備が設置されないケースが多いこと。⑤給水設備は直結直圧方式が多いこと。⑥S 造、木造で建築しやすく、木造であれば住宅用サッシが使われることもあること。従って隙間性状や気密性能が大規模建築物と異なること。⑦断熱性能が大規模建築物と異なること。⑧基準モジュールはスプリンクラーヘッド 1 か所のカバーエリアに対応していること。⑨空調系統・換気系統が規模によって個別分散或いは中央管理式(各階方式)であること。⑩建築基準法に準じ 24 時間連続換気(0.5ACH)制御が多いこと、などである。こうした中小規模建築物の特徴を勘案しつつ、かつ建築物を取り巻く法規制(建築物省エネ法、環境配慮契約法、不動産資料と ESG 投資等)を踏まえ、ガイドライン・マニュアル案を検討した。

研究分担者

東 賢一・近畿大学 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・公社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
森 太郎・北海道大学大学院工学研究院教授
尾崎貴之、下平智子、関内健治
・公社全国ビルメンテナンス協会

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は、建築物全体の約11%にしか及んでいない。残り約89%を占める中小建築物等の衛生環境は、建築物衛生法第4条第3項の努力義務が課せられてはいるものの、あくまで自主的な管理となっている。なお、同法第3条により、保健所は多数の者が使用、または利用する建築物の維持管理に対し、正しい知識の普及を図り、また、求めに応じた相談対応、環境衛生上必要な指導を行うことができる。本研究は、特定建築物用途のうち約半数を占めるオフィスビルを対象に、面積規模や高さの面でどのような建築的或いは建築設備的な特徴と差異を生じさせているのか、またそうした差異によって建築物衛生管理にどのような問題が生じるのかを明確にすることが目的である。さらに海外の室内環境評価規格を参考とした検討を行っている。建築物衛生法が制定されてから55年が経過し、空調設備の多様化をベースとした大きな技術的変革が生じるとともに、情報通信環境の変化に伴う環境測定方法の見直しが現在進行中である。こうした変化は海外も同様であるが、海外の環境評価基準はこれらにキャッチアップしていることが特徴である。その内容は、室内環境衛生というよりも快適性や知的生産性へシフトしており、そうした現状を踏まえた新たな方向性を示すことも本研究の目的である。

令和6年度は、全国6件のオフィスビル（これまで継続的に測定している建築物）の特に温熱環境の評価について、ISO9920に基づく衣服熱抵抗値算出と放射環境を考慮した分析を行った。海外のガイドラインの一つであるTAILシステム（EU）の検討経緯を詳細に調査するとともにそのエビデンスについて確認した。また、7段階尺度で回答される主観評価は、各環境要素相互バイアスや、個人の特性（年齢、性別、体格、健康状態、ワークエンゲージメント等）を含むものであり、温度、相対湿度などの独立する物理要素を総合的に捉える際にどのような影響を及ぼし得るのかについて検討した。また最終年度でガイドライン・マニュアルを策定す

るにあたり、国内の類似するガイドライン・マニュアルにどのようなものがあるのか等の調査も実施した。以下に各々の項目について概要を示す。

A.1. 室内環境・知的生産性の評価システムの検討

中規模建築物所有者等による自主的な維持管理に係るガイドライン・マニュアルの検討にあたっては、技術的に正しい維持管理が行えるようにすることに加えて、非専門家にとっても活用しやすく、維持管理状況の評価が容易に行えるような内容を目指した検討が重要である。このような特性を有する簡易評価システムを構築するにあたり、EU ALDREN プロジェクトの TAIL スキームの各基準の根拠と適用状況について把握することを目的とした検討を行った。また、日本の建築物衛生法との違いについても比較検討を行った。

A.2. 居住者の主観評価による空気温湿度の維持管理手法の検討

建築物内の室内環境評価手法として POE（Post-Occupant Evaluation）が建築研究所をはじめ研究されていたことがある。これまで実施されている国外の POE では、室内熱環境測定と満足度・温熱感調査の組み合わせが多く実施され、その有効性が示されてきた。建築物衛生法では放射環境の評価と上下温度分布の規定は設定されていないが、POE では PMV 評価の観点で比較的实施されている項目である。今年度は、中小規模建築物の衛生管理手法の検討にあたって利用者の主観評価に着目し、放射環境、上下温度差、湿度の観点から検討を行った。

A.3. オフィスワーカーの着衣量と主観評価に関する調査

6 件の建物（うち 3 件は特定建築物、3 件は中小規模建築物）を対象とし Web 回答システムを用いて着衣量調査を実施した。夏季データ（2023 年 8 月から 9 月）の再分析と冬季（2025 年 1 月から 2 月）の実測及び分析を行った。

A.4. 階層分析法を用いた個人・集団の主観評価バイアスに関する検討

個人の室内環境評価は、個人の個別要素（年齢、性別、体格、健康状態、活動量、ワークエンゲージメント等）に影響される。温熱感評価要素の項目である空気温度や相対湿度は空調設備によってコントロールされるが、建物性能や空調吹出位置等の影響を受けるため、基本的に暴露環境も同一ではない。さらに着座位置によって放射温度の影響（開口部性能に基づく窓面表面温度、外壁表面温度等の周囲放射温度）も大きく異なる。こうした個人要素・物理環境の違いの他にも、健康状態、地域気候や通勤時の影響など、多くのファクターの寄与が考えられる。このような多くのバイアスが影響する主観評価の活用可能性を確認することが目的とした検討を行った。

A.5 衛生管理に関するガイドライン・マニュアルに関するレビュー

建築物衛生法第4条第3項に規定される努力義務の履行に資する衛生管理に関するガイドライン又はマニュアルを検討するにあたり、建築基準法第12条（定期報告制度）に基づくマニュアル等の資料収集・整理を行った。

B. 研究方法

B1. 室内環境・知的生産性の評価システムの検討

中規模建築物所有者等が自ら管理可能かつIoTとも親和性の高い室内環境の簡易評価システムの検討を行うにあたり、EU ALDRENプロジェクトTAILスキームを対象として、本研究で測定した6件の建築物の測定データ（温度、相対湿度、照度、等価騒音レベル等）を用いて評価結果を比較するという数値実験を行った。TAILスキームの評価項目である温熱感（Thermal Comfort）、音環境（Acoustics）、室内空気質（Indoor Air Quality）、光環境（Lighting）にはレーティング基準（評価閾値）が定められているが、その根拠となるWHO Indoor air quality guideline（空気質ガイドライン）、欧州規格EN-16798-1（温熱環境、相対湿度、二酸化炭素濃度、換気量、音環境の評価基準）に遡って検証を行う。

B2. 利用者の主観評価を加えた空気温湿度の維持管理手法の検討

日本各地の6件の建築物を対象として室内環境測定と主観評価調査を2025年1～2月の代表1日を選定して実施した。室内環境測定は空気温湿度、CO₂濃度、黒球温度、気流速度、上下温度分布（床面から0.1m、0.6m、1.1m、1.7m）を測定するとともに、主観評価調査を実施した（計91名）。これら温度環境と湿度環境に関する主観評価、個人特性のデータを取得し、室内環境測定結果と合わせて分析を行う。

B3. オフィスワーカーの着衣量と主観評価に関する調査

今回は日本の実情に合わせてISO9920の衣服表現を適切な日本語に翻訳した質問紙を用いてWebアンケートを実施するとともに、アンケート時に研究者自らが目視をすることでその状況を確認した。

B4. 階層分析法を用いた個人・集団の主観評価バイアスに関する検討

6件のオフィスの執務者に対し、温熱感、湿度感、空気質に関する主観評価調査を行うとともに、これらの項目の重要度を一対比較法で評価してもらう。また調査実施時の温度、相対湿度、CO₂濃度を把握し、回答している時間帯のデータを用いた。

また、温熱感・湿度感・空気質の物理的関連性を明確にするため、単室換気モデル（熱収支について、躯体伝熱・蓄熱、日射等を無視するモデルであり、空気移動分の負荷のみカウントする）による数値実験を行った。

階層分析法（AHP, Analytic Hierarchy Process）はThomas. L. Saatyによって考案された意思決定問題にかかる複数の評価基準の重要度（重み）を決定する方法である。この方法を用いて個人の温熱感、湿度感、空気質に関する重要度（重み係数）を推定するとともに、7段階尺度の検出力を統計分析により検証する。

B5. 衛生管理に関するガイドライン・マニュアルに関するレビュー

建築物衛生管理に関するガイドライン・マニ

ュアルや参考資料をインターネット検索によって収集し、その記載内容や記載方法を整理する方式によった。

C. 研究結果

C1. 室内環境・知的生産性の評価システムの検討

数値根拠に関して、EN-16798-1 では、温熱については『不快感』、騒音については『不快感』や『パフォーマンス』、光（視覚環境）については『幸福度』と『認知能力』等に基づくとの記載はあるものの、その根拠となる実験結果の詳細を把握するに至らなかった。二酸化炭素については、居住者の空気質に対する不満足度の調査結果に基づいて各カテゴリーが設定されていることを確認した。TAIL スキームの適用事例では、2 件のパイロット研究の結果が研究論文として報告されており、改善すべき項目や改善効果が明確に指摘されていた。欧州連合 (EU) では、建物エネルギー性能指令 (EPBD) が 2024 年 5 月に改正され、室内環境質 (IEQ) の評価と改善を評価スキームに導入している。TAIL スキームは改正 EPBD の一環として開発されたものである。今後、EU 各国の国内法にどのように反映されるか注視する必要がある。

C2. 室内環境・知的生産性の評価システムの検討

空気温湿度の測定結果は、いずれの建築物においても 23~28°C の範囲に制御されており、建築物環境衛生管理基準値内であった。相対湿度はいずれの建築物でも 40%RH を下回っていた。また、PMV と SET* の評価では、特定建築物では B ビルの IZ を除いて暖かい空間となっており、中小規模建築物では快適域に入る建物もあった。一方、F.L.+1100mm と F.L.+100mm の位置の空気温度差については中小規模建築物で差が大きいことを確認した。特に F ビルの IZ では 3.3K となっており、温熱環境が悪化している可能性があった。主観評価調査では、相対湿度についての主な不満要素として乾燥している環境が挙げられ、空気温度

については寒冷的な環境の他、暑熱環境も挙げられていた。

C3. オフィスワーカーの着衣量と主観評価に関する調査

ISO 9920 に示される着衣単品の clo 値を基にして、各執務者の基礎着衣熱抵抗値を加算し算出したところ、夏季は男性で 0.58clo、女性で 0.64clo であった。冬季の分析では、男性 1.07clo、女性 1.11clo であった。着用者率の分布をみると、夏季は男性の 73.5% が 0.5clo 以上 0.6clo 未満の着衣量であり、狭い範囲に分布が集中していたが、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。

C4. 階層分析法を用いた個人・集団の主観評価バイアスに関する検討

建築物特性の物理的感度に関する数値実験について、温度、相対湿度及び CO₂ 濃度の変化量の関係を簡単な単室換気モデルで検討した。その結果、1°C の変化幅は相対湿度 1.5~2.0%RH、CO₂ 濃度 150~200ppm、換気回数 0.5ACH 程度の変化幅と同等であると推定でき、特に外気相対湿度の地域性は室内要素のチューニング幅より大きいことが明らかとなった。また、環境暴露する人の温熱感、湿度感、空気汚染度の重要性に関する意識が主観評価に及ぼす影響について、階層分析法（対比較法）により検討を行った。対象建築物は本研究で実測調査を実施している A~F 建物である。重み係数は、平均値で見ると相対湿度の重要性比率が高くなる A、D、E、F、空気質の重要性比率が高くなる C が特徴的である。相対湿度に関しては、全体的に乾燥側の申告が多いが、加湿を十分に行っている A ではやや乾燥しているとする回答者が多く、一方で非特定建築物の D、E、F は「非常に乾燥している」、「乾燥している」、「やや乾燥している」に広く分布し、この状況は相対湿度 40% を超えていても同様であることを確認した。

C5. 衛生管理に関するガイドライン・マニュアルに関するレビュー

収集したガイドライン・マニュアルの特徴は、

業種別に策定されているものがということである。特に、旅館業法に基づく衛生管理手法や食品衛生の観点から HACCP に沿った衛生管理手法を説明するものが多い。次いで、自治体が管理する公共施設の維持管理手法を説明するものが多いという特徴がある。構造や設備の点検等に関する内容が中心であるが、建築物衛生法の内容に触れているものもある。そのほか、空気環境や廃棄物や清掃など衛生管理の一部の手法にだけ特化したマニュアル・ガイドラインも少なくない。新型コロナウイルス感染症の影響により、2020 年以降、特に病院や社会福祉施設等を対象とする衛生管理マニュアルも多くつくられていた。

清掃や消毒等に関するガイドライン・マニュアルや空気環境に関するガイドライン・マニュアルは、自治体以外にもビルメンテナンス業務を行っている各種団体や企業が作成していた。しかし、既存のガイドライン・マニュアルのほとんどは建築物衛生法に基づく特定建築物を対象としたものであり、中規模建築物を対象とする建築物環境衛生管理基準を網羅しているガイドライン・マニュアルは策定されていなかった。

D. 考察

D1. 室内環境・知的生産性の評価システムの検討

TAIL スキームと我が国の建築物衛生法との比較では、TAIL スキームでは健康リスクとともに快不快を指標としているのに対し、建築物衛生法は最低限の健康リスクに主眼をおき、快・不快は考慮しないという特徴がある。従って TAIL スキームでは Level 分けが行われており、環境衛生管理基準よりも基準値の設定範囲が詳細である。また TAIL スキームが適用されるのはオフィスと住宅がメインであり、建築物衛生法の方がより広い用途に適用されていることが明らかとなった。但し、TAIL スキームには建築物衛生法で規定される延べ床面積に関する制限はない。なお、TAIL スキームはエネルギー性能と室内環境の質の両面から大

幅な改修・改善を支援することが大きな目的の一つである一方、建築物衛生法は、環境衛生上良好な状態を維持することのみを目的としている点が大きく異なる。本研究の簡易評価法は、TAIL の評価スキーム等、海外の評価スキームを参照にしながらも、温熱環境、空気環境等の各物理要素の規定については、建築物衛生法の目的や狙いに準じて適宜設定する必要があると考えられる。

D2. 室内環境・知的生産性の評価システムの検討

湿度感覚について、年代、性別など複数のパラメータを加味して分析を行った。年齢層別では、30 代以下の若年層は湿潤側の回答（「非常にジメジメしている」、「ジメジメしている」、「ややジメジメしている」）が有意に多く、40 代～50 代は乾燥側の回答（「やや乾燥している」、「乾燥している」、「非常に乾燥している」）が有意に多い結果となった。温度環境の満足度は窓付近では不満側の回答、室中央では中立の回答が有意に多く、湿度感覚は室中央では中立の回答が有意に多かった。また、平均空気温度と寒冷側申告率、平均相対湿度と乾燥側申告率に負の相関傾向が見られた。空気温湿度の維持管理の評価法を考えると、この相関が利用できる可能性がある。しかし現時点では 6 件の建築物の結果のみに限定されていることから、今後もデータを蓄積することでより精度の高い維持管理手法の提案につなげられると考えられる。

D3. オフィスワーカーの着衣量と主観評価に関する調査

冬季の着衣量に関しては、男女ともに広く分布し、個人差が大きいことが示された。建物規模別の分析では、3000 m²以上の特定建築物では夏季は 0.56clo、中小規模建築物では 0.62clo であり、中小規模建築物において有意に高い着衣量であった。冬季は、特定建築物では 1.02clo、中小規模建築物では 1.11clo であったが、建物規模の違いによる着衣量の平均値に有意な差は認められなかった。着席位置からインテリアゾーン (IZ) とペリメーターゾーン (PZ) との

間の比較をしたところ、夏季は IZ で 0.59clo、PZ で 0.61clo であり、平均着衣量に有意な差は認められなかった。一方、冬季は IZ で 0.95clo、PZ で 1.20clo であり、PZ が IZ より有意に高い傾向が確認された。建築物の規模によらず、開口部含む外皮の断熱性能が弱く、それを緩和するために、着衣量で調整を行っている様子が示された。

D4. 階層分析法を用いた個人・集団の主観評価バイアスに関する検討

物理環境要素（TC、HS、IAQ）に関する建築物特性の感度に関する単室換気モデル数値実験では、温度、相対湿度及び CO₂ 濃度の変化量の関係より、1℃の変化幅は相対湿度 1.5～2.0%RH、CO₂ 濃度 150～200ppm、換気回数 0.5ACH 程度の変化幅と同等であると推定することができた。

階層分析法を用いて算出した TC、HS、IAQ の重み係数は、平均値で見ると HS の重要性比率が高くなる A、D、E、F、IAQ の重要性比率が高くなる C などが抽出された。HS に関しては、今回調査した建築物は全体的に乾燥側の申告が多く、かつ中立的な回答がないという結果になった。こうした乾燥感相対湿度 40%を超えている状況であっても同様であった。湿度に関しては、冬期は乾燥しているという一般常識がバイアスになっている可能性があり、主観評価の限界といえそうである。

D5. 衛生管理に関するガイドライン・マニュアルに関するレビュー

既存の衛生管理に関するガイドライン・マニュアルは大きく分けると以下の 5 種類に分類できる。①業種別に策定されたガイドライン・マニュアル、②食品衛生の観点から食品製造事業者が HACCP に沿った衛生管理を実施するためのガイドライン・マニュアル、③自治体が管理する公共施設の維持管理のためのガイドライン・マニュアル、④空気環境や廃棄物や清掃など衛生管理の中の一部にだけ特化したマニュアル・ガイドライン、⑤感染症予防を目的としたガイドライン・マニュアル、である。

衛生上気になる点をトピック的に網羅して

いるものの、それらが中小規模建築物の特徴、すなわち、空気調和設備、窓開放、加湿設備の有無と維持管理、S 造・木造等の構造別或いは断熱気密性能別の維持管理の特徴、直結直圧型給水設備の衛生管理、換気運転の考え方等を踏まえた必要十分な維持管理の考え方を提供していないことがわかった。

E. 結論

令和6年度は、これまでの研究成果を踏まえてガイドライン・マニュアルを策定することを目標として研究活動を実施した。この過程で特に配慮したのが、策定するマニュアルに記載される内容が中規模建築物所有者等による自主的な維持管理手法として活用されるようになるための工夫である。結果の可視化や他者との比較は、コスト的なメリットがなくても取り組む意欲につながる可能性がある。IoTを活用した温湿度、CO₂濃度などのリアルタイムセンシングや主観評価収集、そしてそれを即座に分析し簡易・容易な評価結果としてダッシュボードに表示する仕組みは有用と考えられる。海外ではオーストラリアが開発し国の基準として運用しているNABERS（レーティングシステム）とデータ収集システム（BOSSA）が参考になる事例である。このような考え方でB-HERS（Building Hygiene and Environment Rating System、建築物環境衛生評価システム）を検討してきた。研究段階では一定程度の枠組みを示すことができたものの、情報セキュリティ、実用レベルのシステムの開発コスト等のいくつかの解決すべき課題が残されている。ただ、このような工夫をしたからといってすぐに活用される保証はどこにもない。一番のネックは、衛生管理のみでは中規模所有者等にとって何らインセンティブがない点にある。何らかのメリットにつながる仕組み構築が必要である。

建築物を取り巻く現状を俯瞰すると、建築物省エネルギー法の基準強化（BEIの引き下げ、床面積制限の撤廃）或いは不動産市場にかかるESG投資とGRESBに基づく格付け、環境配慮契約法やエコチューニングなど、さまざまな社

会背景の変化、法規制の導入、そしてそれを受けた業界団体の取り組みがパラレルに進行している。建築物衛生法はこれらとリンクした取り組みにはなっていないが、何らかのかたちで連動することにより、エネルギー削減、環境配慮、費用対効果を可視化することで、最終的には、維持管理に努力義務を負う中規模建築物所有者等にとってメリットになると考える。

なお、マニュアルという点では平成20年に既に「建築物における維持管理マニュアル」がまとめられ厚生労働省ホームページで公開されている。これらとの整合性と18年を経て陳腐化した点などをリバイスするなども考えていく必要があるだろう。

これらについてまとめた ppt 資料を Appendix として収録する。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) Yoshinori Honma, Kei Shimonosono, Kenichi Azuma, Dai Shimazaki, Kenichi Kobayashi, Michiko Bando and Naoe Nishihara. Temperature, Relative Humidity and Indoor Air Quality in office buildings and their subjective evaluation. 44th AIVC Conference Proceedings, Croke Park, Dublin, Ireland, 2024.10.9-10, 541-55
- 2) 本間義規, 下ノ菌慧, 島崎大, 阪東美智子, 小林健一. 事務所ビルの室内湿度と執務者の湿度感に関する主観評価. 2024年度日本建築学会大会; 2024.8.27-30; 東京. 同学術講演梗概集. 40454. p.967-968
- 3) 本間義規, 下ノ菌慧, 東賢一, 島崎大, 小林健一, 阪東美智子, 西原直枝. 中小規模建築物における衛生的環境の維持管理手法の構築 (第4報) 連続測定に基づく規模・設備別の室内温湿度環境形成要因の考察. 令和6年度空気調和・衛生工学会

大会; 2024.9.11-13; 佐賀. 同学術講演論文集. E-40. p.113-116.

- 4) 本間義規, 下ノ菌慧, 東賢一, 島崎大, 西原直枝, 阪東美智子, 小林健一. 中小規模建築物の衛生的環境の維持管理手法 (第6報) 建物規模・性能と浮遊微生物. 第83回日本公衆衛生学会総会; 2024.10.29-31; 札幌. 同抄録集. P21-10(31AM005). p.606.
- 5) 下ノ菌慧, 本間義規, 東賢一, 島崎大, 小林健一, 阪東美智子, 西原直枝. 中小規模建築物における衛生的環境の維持管理手法の構築 (第3報) 夏期の室内空気温湿度の維持管理手法に関する検討. 令和6年度空気調和・衛生工学会大会; 2024.9.11-13; 佐賀. 同学術講演論文集. E-39. p.109-112.
- 6) 東賢一, 本間義規, 下ノ菌慧, 島崎大, 阪東美智子, 小林健一, 西原直枝. 中小規模建築物の衛生的環境の維持管理手法 (第4報) 室内環境評価システムの検討. 第83回日本公衆衛生学会総会; 2024.10.29-31; 札幌. 同抄録集. P21-8(31AM003). p.605.
- 7) 島崎大, 下ノ菌慧, 本間義規, 東賢一, 西原直枝, 阪東美智子, 小林健一. 中小規模建築物の衛生的環境の維持管理手法 (第5報) 給水に係る衛生状況と水質. 第83回日本公衆衛生学会総会; 2024.10.29-31; 札幌. 同抄録集. P21-9(31AM004). p.606.
- 8) 下ノ菌慧, 本間義規, 東賢一, 島崎大, 西原直枝, 阪東美智子, 小林健一. 中小規模建築物の衛生的環境の維持管理手法 (第7報) 室内空気質の維持管理手法の検討. 第83回日本公衆衛生学会総会; 2024.10.29-31; 札幌. 同抄録集. P21-11(31AM006). p.606.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

到達目標

科学的根拠に基づいた簡易な建築物衛生環境管理・評価システムを構築すること
特定建築物以外にも衛生維持管理の範囲を拡大させ、建築物利用者の健康・安全の確保を図ること

- 本研究で建築物衛生管理・評価システム(B-HERS)を適切に活用することにより、中小規模建築物の環境衛生管理状況の“見える化”を可能とする。
- 建築物環境衛生管理技術者や保健所の環境衛生監視員などの人的負担を増大させることなく、建築物所有者の自主管理が可能となる。
- 温湿度・CO₂などのローコストセンサーを活用しながら、一定水準の建築物衛生環境評価を可能とするシステムを構築する。
- 建物利用者の主観評価を組み入れたレーティングを行うことにより、建築物衛生管理のグレード分けが可能となる。
- マンパワーに依存しない評価システムの構築により、建築物衛生法の適用範囲を中規模建築物(例えば面積要件を2000m²まで下げる)にまで拡大することも可能となる。
- 建築物衛生法第4条第3項に資する衛生管理ガイドライン或いはマニュアルを示すことができる。

中小規模建築物の特徴

- ① 個別分散型空調設備(マルチパッケージ型空調機と換気システムの組み合わせ)が多い。
- ② 建築物衛生法ではなく、建築基準法準拠(0.5ACH連続換気)が多い。
- ③ 窓開け対応が多い(低層建物が多く、窓が開く建物が多い)。
- ④ 加湿設備が基本的に設置されていない。
- ⑤ 給水設備は直結直圧方式が多い。
- ⑥ S造、木造で建築しやすく、木造であればビル用サッシやカーテンウォールではなく住宅用サッシが使われることもある。従って隙間性状や気密性能が異なる。
- ⑦ 断熱性能が異なる(ビル: 1.0W/(m²K)程度, 中小規模: 0.3-0.5W/(m²K)程度)。
- ⑧ 基準モジュール(3.2m×3.2m, 3.6m×2.7m, 3.6m×3.6m)スプリンクラーヘッド1か所のカバーエリアに対応。
- ⑨ 空調系統、換気系統が規模によって個別分散或いは中央管理式(各階方式)
- ⑩ 建築物衛生法が適用にならないが、建築基準法に準じ24時間連続換気(0.5ACH)制御が多い(不在時の熱損失が大きい)。

事務所形態

- ① 自社ビル(単一建築主, 自社使用)
- ② 貸しビル(単一建築主, 複数テナント)
- ③ 準自社ビル(複数建築主, 区分所有を含む)
- ④ 複合ビル(多用途との複合建築物)←特定建築物としての検査の扱いは?

外的制度導入に伴うビルオーナーにとってのメリット

社会的要因

- 法改正？などによる**安全性・健康性・生産性**の向上
- 他ビルとの競争力の維持・向上
- 省エネルギー、省資源、省力化
- 事業活動上のニーズ

エコチューニング

健康経営

建築物省エネルギー法

経済的要因

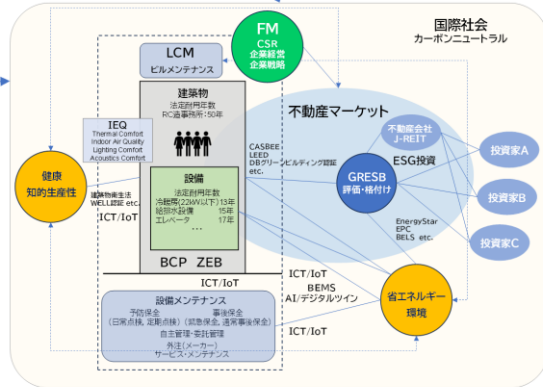
- ビルの収益性の確保
- **利用者又はテナントからの苦情・要望**
- **維持・管理コストの削減**
- 省スペース化

機能的要因

- 建築空間の機能・性能の向上
- 建築イメージの向上
- 空間規模の拡大(吹き抜け、大部屋化)
- 設備容量のアップ
- 設備システムの機能・性能アップ

物理的要因

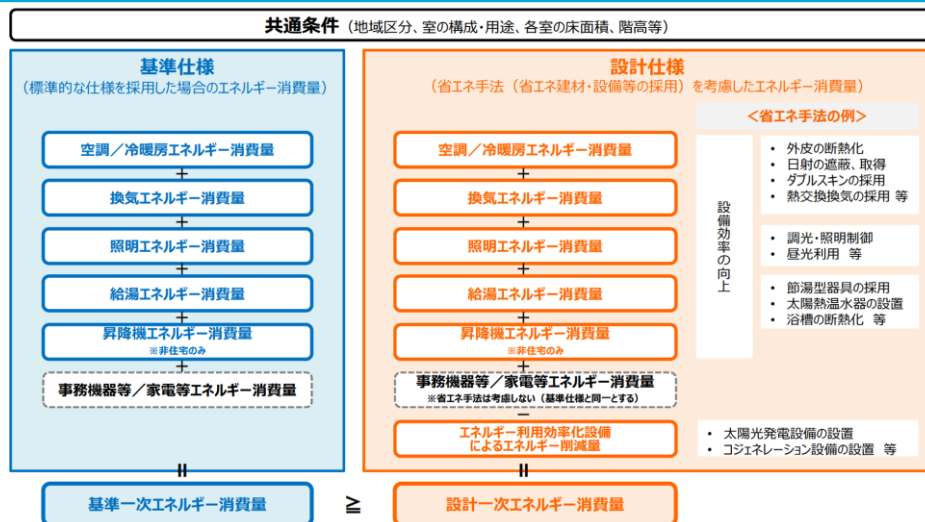
- 構造躯体の劣化に伴う改修
- 主要構造部材の劣化に伴う改修
- 二次的構成部材の劣化に伴う改修
- 設備機器及びシステムの劣化に伴う改修



3

社会的要因 省エネルギー基準の変更・省エネ適合義務化

一次エネルギー消費性能



◎一次エネルギー消費性能：BEI

$$BEI = \frac{\text{設計一次エネルギー消費量}^{\ast}}{\text{基準一次エネルギー消費量}^{\ast}}$$

※事務機器等/家電等エネルギー消費量(通称:「その他一次エネルギー消費量」)は除く

省エネ基準 : $BEI \leq 1.0$

(適合義務、届出義務、説明義務等で適用)

誘導基準 : $BEI \leq 0.8$ (非住宅)、 0.9 (住宅)

(性能向上計画認定で適用)

国交省資料

2

社会的要因 省エネルギー基準の変更・省エネ適合義務化

(参考) 非住宅における外皮性能

- 非住宅の外皮性能は、外皮の断熱性能ではなく、ペリメータゾーンの年間熱負荷係数（PAL*）によって評価を行う。
- PAL*は、非住宅の義務基準の対象外（誘導基準のみ適用）であるが、PAL*を向上させることにより、一次エネルギー消費性能の向上に寄与することが可能。
- PAL*は、標準入力法やモデル建物法の計算支援プログラムにおいて、仕様等の情報を直接入力することにより、BEIと同時に自動で算出することが可能。

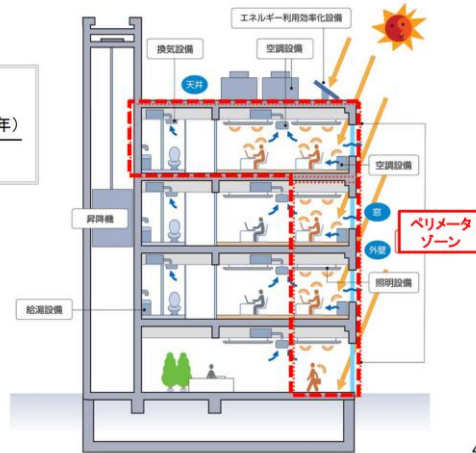
OPAL*（パルスター）

◎ PAL* = ペリメータゾーンの年間熱負荷係数

$$PAL* = \frac{\text{各階のペリメータゾーンの年間熱負荷 (MJ/年)}}{\text{ペリメータゾーンの床面積の合計 (m²)}}$$

◎ ペリメータゾーンの年間熱負荷とは、
1年間における①～④までに掲げる熱による
暖房負荷及び冷房負荷を合計したもの。

- ① 外気とペリメータゾーンの温度差
- ② 外壁・窓等からの日射熱
- ③ ペリメータゾーンで発生する熱
- ④ 換気により生じる熱負荷



$$BPI = (\text{設計PAL*} / \text{基準PAL*})$$

国土省資料

4

5

社会的要因 省エネルギー基準の変更・省エネ適合義務化

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

大規模非住宅建築物に係る省エネ基準の引き上げ

2022.7.11 社会資本整備審議会 建築分科会
建築環境部会 建築物エネルギー消費性能基準等
小委員会(2省合同会議) 会議資料(一)部修正済

国土交通省

- 審議会答申(令和4年2月)において示された、2030年度以降新築される建築物にZEH・ZEB基準の水準の省エネ性能を確保するとの目標を踏まえ、適合義務化が先行している大規模非住宅建築物の省エネ基準について、
2024年度以降、各用途の適合状況を踏まえ、用途に応じてBEI=0.75～0.85に引き上げることとする※1。
- ・「脱炭素社会に向けた住宅・建築物における省エネ対策等のあり方・進め方」(令和3年8月)
- 2024年度 大規模建築物に係る省エネ基準の引き上げ BEI=0.8程度

【現行】

用途・規模	一次エネ (BEI) の水準
省エネ基準	1.0 ※1
誘導基準 ※4	
事務所等、学校等、工場等	0.6 ※3
ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等	0.7 ※3

【改正】:2024年

用途・規模	一次エネ (BEI) の水準
省エネ基準	
大規模 (2,000㎡以上)	
工場等	0.75 ※2
事務所等、学校等、ホテル等、百貨店等	0.8 ※2
病院等、飲食店等、集会所等	0.85 ※2
中・小規模 (2,000㎡未満)	1.0 ※2
誘導基準 ※4	
事務所等、学校等、工場等	0.6 ※3
ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等	0.7 ※3

【(参考)あり方検討会】

用途・規模	一次エネ (BEI) の水準
省エネ基準	
大規模 (2,000㎡以上)	0.8 程度 ※2
中・小規模 (2,000㎡未満)	1.0 ※2
誘導基準 ※4	
事務所等、学校等、工場等	0.6 ※3
ホテル等、病院等、百貨店等、飲食店等、集会所等	0.7 ※3

※1 増改築時の取り扱いは、現行の基準に準ずる。
※2 太陽光発電設備及びコージェネレーション設備の発電量のうち自家消費分を含む。
※3 コージェネレーション設備の発電量のうち自家消費分を含む。
※4 一次エネ(BEI)の水準の他、外皮(BPI・PAL)の達成の水準あり。

1

省エネ適合義務化によって、特に空調設備がどのように変化するかを推定する必要がある

6

空気調和・衛生工学会 竣工設備調査データからみた中規模建築物の設備的特徴

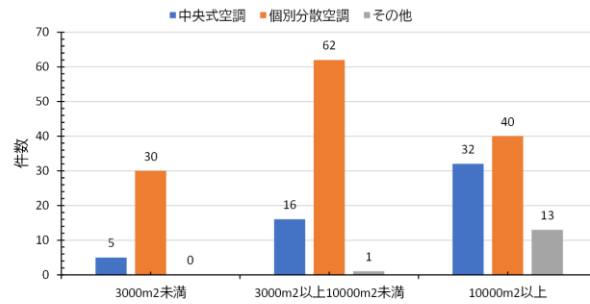


図1 床面積と空調方式

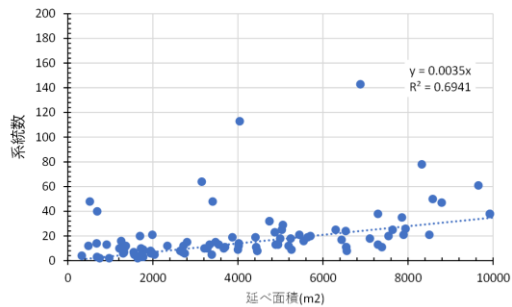


図2 床面積と系統数

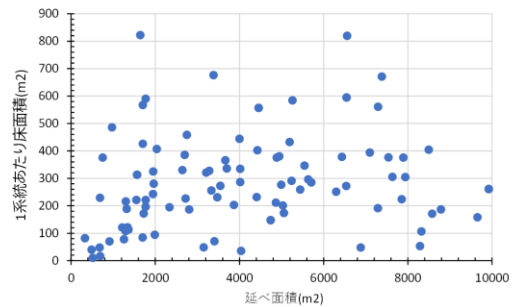


図3 床面積と1系統あたり負担床面積

7

空気調和・衛生工学会 竣工設備調査データからみた中規模建築物の設備的特徴

	BEI_m		
	≤0.8	0.8<1.0	>1.0
<3000	12	11	1
3000<10000	28	15	0
>10000	35	6	0

図1 モデル建物法

	BEI_L		
	≤0.8	0.8<1.0	>1.0
<3000	23	0	0
3000<10000	48	3	1
>10000	50	1	1

図4 照明負荷

	BEI_AC		
	≤0.8	0.8<1.0	>1.0
<3000	7	13	3
3000<10000	18	20	14
>10000	29	17	7

図2 空調設備

	BEI_HW		
	≤0.8	0.8<1.0	>1.0
<3000	1	0	20
3000<10000	2	38	35
>10000	1	1	27

図5 給湯設備

	BEI_V		
	≤0.8	0.8<1.0	>1.0
<3000	10	2	7
3000<10000	25	3	8
>10000	18	9	20

図3 換気設備

	BEI_EV		
	≤0.8	0.8<1.0	>1.0
<3000	1	19	0
3000<10000	7	41	1
>10000	19	30	1

図6 エレベータ設備

8

社会的要因 環境配慮契約法・エコチューニング

建築物に係る契約

建築物の設計に係る契約、建築物の維持管理に係る契約及び建築物の改修に係る契約(以下「建築物に係る契約」という。)に関する基本的事項は以下のとおりとする。

- 建築物の新築に当たっては、原則として、建築物の ZEB 化及び再生可能エネルギーの導入を図るものとする。
- 既存建築物の改修に当たっては、改修による省エネルギー効果等を踏まえ、必要に応じ、ZEB 化を見据えた中長期的な改修計画を検討するものとする。
- 建築物に係る契約に当たっては、建築物の企画・設計段階から維持管理の運用段階、さらには建築物の改修段階に至るまでのライフサイクル全般において、建築物の脱炭素化を図るため、エネルギー消費量等のデータ計測・分析等を踏まえた各段階における対策・取組等の効果的な連携及び評価、要求性能の実現のためのプロセスの設定等について、専門家等の活用を含め、検討するものとする。

表 V-1.2-1 施設の管理レベル設定の目安、エネルギー管理の方法等

		管 理 レ ベ ル			
		レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
設 定 の 目 安	規模	～1,000㎡	1,000～3,000㎡	3,000～10,000㎡	10,000㎡～
	空調設備の形式	個別方式	中央方式	中央方式	中央方式
	中央監視制御装置の形式	警報型(集中管理FED)	簡易型監視制御装置	簡易型監視制御装置又は監視制御装置	監視制御装置
エ ネ ル ギ ー 管 理 の 方 法 等	施設管理体制	職員	職員	職員又は外部委託(非営利、営利)	外部委託(営利)
	エネルギー消費量等の把握・評価	○施設全体のエネルギー使用量の総量を把握 ○目標値や実績との比較・評価を実施	○施設全体のエネルギー使用量の総量を把握 ○主な用途種別ごとの使用量を把握 ○目標値や実績との比較・評価を実施	○施設全体のエネルギー使用量の総量を把握 ○主な用途種別ごとの使用量及びエリア又は系統ごとの使用量を把握 ○目標値や実績との比較・評価を実施 ○主要機器・システム性能の確認、性能評価を実施	○施設全体のエネルギー使用量の総量を把握 ○用途種別ごとの使用量及びエリア又は系統ごとの使用量を把握 ○目標値や実績との比較・評価を実施 ○主要機器・システム性能の確認、性能評価を実施 ○空調二次側システムの性能の確保、評価を実施
	管理指標	○施設全体のエネルギー使用量(電力・ガス等)	○施設全体の1次エネルギー消費量(CO2排出量) ○主な用途種別ごとのエネルギー使用量(電力・ガス等)	○施設全体の1次エネルギー消費量(CO2排出量) ○主な用途種別ごとの使用量及びエリア又は系統ごとのエネルギー使用量(電力・ガス等) ○主要機器・システム性能(機器・システムCOP等)	○施設全体の1次エネルギー消費量(CO2排出量) ○主な用途種別ごとの使用量及びエリア又は系統ごとのエネルギー使用量(電力・ガス等) ○主要機器・システム性能(空調二次側を含む)

ビルメン協会ではエコチューニング技術者の技術者認定制度で、環境配慮経営の一要素としても期待されている。

規模が大きくなると、エネルギーの測定・分析を義務付けるようなことが期待されている。

しかし、IoT計測を導入することは建築物衛生法以外で一定程度進んでいると考えられる。

エネルギーのみで最適化されると、例えば、空気質汚染の解消が難しく(使用頻度の低い室は何年経っても化学物質臭が抜けない)、空調停止時の細菌増殖等を引き起こす可能性がある。

事業者からすると、国の施策に整合性・合理性が求められる。

<https://www.env.go.jp/content/000207047.pdf>

11

建築物環境衛生管理基準との整合性 測定項目とフィードバック

評価項目及び評価基準(全てというわけではなく、これらの中から中小規模建築物で客観評価・主観評価すべき項目を選択, 検査頻度等) 夏, 中間期, 冬, 或いは夏・冬で基準値を分ける

空気環境

1. 空気温度(連続)
2. 作用温度(連続)
3. 相対湿度(連続)
4. 絶対湿度(連続)温度・湿度から計算
5. 炭酸ガス濃度(連続)
6. 換気量(都度)
7. ホルムアルデヒド濃度(都度)
8. ベンゼン濃度(初期)
9. PM2.5濃度(連続)
10. ラドン濃度(都度)
11. 目視できるカビ面積(エアコンルーバー等)
12. 照度(初期, 連続)
13. 等価騒音レベル(連続)
14. におい(主観評価, 都度)
15. 気流速度(連続)

IEQ指標(温熱, IAQ, 音, 光の総合評価指標)

PMVは1, 2, 3, 15に代謝量, 着衣量がセットになっており, IEQの温熱評価に使うことができる。或いは窓開け換気を行う建物では, アダプティブモデルを使い, 2.作用温度を利用する方法も考えられる。

給水管理

臭い, 色, ウォーターサーバーの衛生管理(食品衛生法?)

排水管理

排水設備の清掃(頻度:例えば年に1回)

ねずみ等の防除

ねずみ, ゴキブリ, 蚊などの衛生害虫目撃情報(都度)

判断基準:エキスパートの方々にAHP法で判断基準を選択してもらってレーティングの重みを決定するのはいかがでしょうか?

ISO 17772-1:2017
Energy performance of buildings — Indoor environmental quality
Part 1: Indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings

BS EN 16798-1:2019
Energy performance of buildings. Ventilation for buildings. Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. Module M1-6

12

建築物における維持管理マニュアル(平成20年)の活用

【目次】

建築物における維持管理マニュアル

平成20年1月

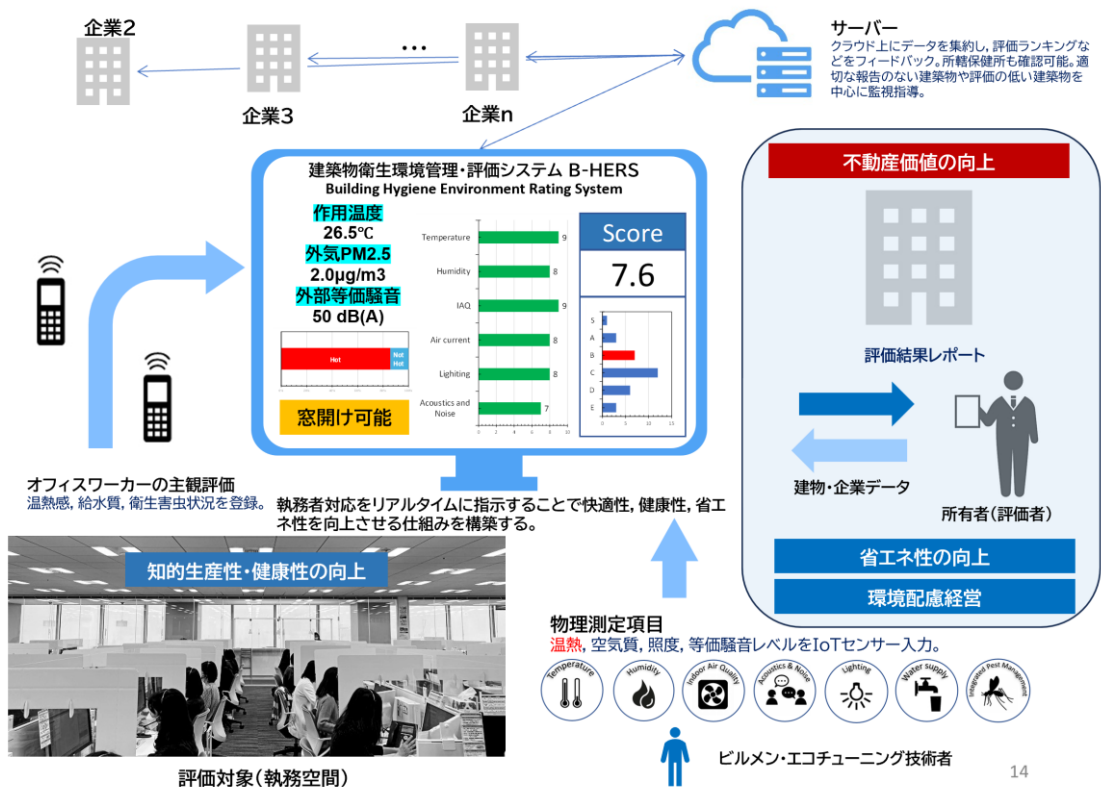
建築物環境衛生維持管理要領等検討委員会

はじめに	2
第1章 空気環境の調整	3
Ⅰ 個別空調方式の維持管理方法	3
・ 基本的な考え方	3
・ 維持管理方法	4
Ⅱ 冷却塔及び冷却水の維持管理方法	20
・ 基本的な考え方	20
・ 維持管理方法	20
第2章 飲料水の管理	31
中央式給湯設備の維持管理方法	31
・ 基本的な考え方	31
・ 維持管理方法	31
第3章 雑用水の管理	34
雑用水設備の維持管理方法	34
・ 基本的な考え方	34
・ 維持管理方法	34
第4章 排水の管理	38
排水設備の維持管理方法	38
・ 基本的な考え方	38
・ 維持管理方法	38
第5章 清掃	44
清掃の管理	44
・ 基本的な考え方	44
・ 維持管理方法	44
第6章 ねずみ等の防除	47
IPM(総合的有害生物管理)の施工方法	47
・ 基本的な考え方	47
・ 維持管理方法	47

- ・ ベースとして「建築物における維持管理マニュアル」を参照する。
- ・ 研究成果及びビルを取り巻く現状の社会背景を踏まえながら作成する。

13

IoTシステムの活用イメージ



14