

厚生労働省科学研究費補助金

健康安全・危機管理対策総合研究事業

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

令和4年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 本間 義規

令和5（2023）年 5月

目 次

I. 総括研究報告	
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 本間義規	… 1
II. 分担研究報告	
1. 温湿度・光・音・空気環境の実測調査結果および執務者の主観評価手法に関する検討 本間義規・下ノ菌慧・島崎大・阪東美智子	…10
2. 給水環境の実態ならびに利用者の主観に関する調査 島崎大・本間義規・下ノ菌慧	…61
3. 国内外の室内環境・知的生産性の評価・レーティングシステムの調査 東賢一・本間義規・小林健一・島崎大・阪東美智子・下ノ菌慧	…70
4. 建築物環境性能レーティングシステムの室内環境要素及び労働生産性評価ツールの調査 本間義規・東賢一・小林健一・島崎大・阪東美智子・下ノ菌慧	…89
5. 健康・水質に関わる海外のレーティングシステムに関する調査 島崎大	…96
6. 健康と室内環境にまつわる行動変容に関する検討 阪東美智子	…103
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	…113

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

本研究は、建築物衛生法の適用を受けない 3000m² 未満の特定建築物の所有者等が、自主的に衛生管理を行えるしくみを構築することにある。ビルオーナーの自主的な管理は空気環境管理、給水の水質管理、清掃管理・ペストコントロールのほか、採用している設備に応じた点検等が挙げられる。これらの確認を手間とコストをかけずに行う方法としてはセンサーデバイスを利用した常時モニタリングが挙げられるが、IoT センサーデバイスネットワークの構築は導入のためのハードルが高い。一方で、最小限の IoT デバイスを配置しつつ、執務者の目視情報や温熱感覚等を利用すること、かつ簡易な質問で衛生環境の状態を把握できれば、高価な IoT センサーデバイスネットワークと同等もしくはそれ以上の効果を期待することができる。また、こうしたデジタルデータをクラウドサーバー等に蓄積し、簡易なダッシュボードに結果を表示できれば、建築環境衛生管理技術者あるいは環境衛生監視員等を増員することなく監視範囲を拡大することが可能となる。このようなシステム：B-HERS (Building Hygiene Environment Rating System)を構築することが最終的な目標である。

3年計画の1年目は、全国7件のオフィスビルの物理環境測定及び主観者評価を実施・分析することで、B-HERS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。

国内外の環境性能レーティングシステムを調査した結果、室内環境質評価システム(ALDREN)、LEED O+M、BREAM in Use、WELL v2、fitwel等が有用であることがわかった。また、全国7カ所のオフィス空間の温湿度、CO₂濃度、照度を長期・短期に測定するとともに、等価騒音レベル、浮遊微生物、浮遊微粒子と主観評価調査(詳細なclo値申告を含めた66問)を実施、詳細分析を実施し、温熱感覚や空気環境、光環境、音環境の評価特性を把握するとともに適用可能性について基礎的な情報を得ることができた。

研究分担者

東 賢一・近畿大学医学部 准教授
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
下ノ藪 慧・国立保健医療科学院 研究員

研究協力者

齋藤敬子・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12%にしかすぎない（法人土地・建物基本調査に基づく推計）。すなわち、残り約88%を占める中小建築物規模の事務所の衛生環境は、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の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、中規模建築物を対象とした厚労科研H29-R1では、以下の3点を課題として指摘されている。

- ・ 中規模建築物では、室内空気中の真菌濃度・化学物質濃度・CO₂濃度基準を超える事例が特定建築物よりも多い。
- ・ ペストコントロールについて、衛生環境上問題となっている可能性が高い。
- ・ 中規模建築物の給水管理について、遊離残留塩素の検査や貯水槽の清掃・点検・検査実施が比較的不十分な状況にある。

こうした建築物衛生法が適用になる建築物の範囲対象外にも監視体制を拡大し、広く建築物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検討が不可欠であると同時に、衛生管理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。

こうした課題に対応するため、中規模建築物所有者等が自ら管理可能な、かつIoTとも親和性の高い簡易評価システムを構築すること、そ

して簡易評価が困難な維持管理項目について、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が本研究の目的である。

健康障害に関連する建築物環境の物理要因には、温湿度、空気、光、音・振動があり、化学的要因には化学物質等の空気汚染質が、生物的要因にはウイルスを含む浮遊微生物やレジオネラ属菌等がある。こうした要素は適切な測定及び定量的評価をする必要があるが、一般の建築物利用者が専用の機器を利用して環境評価を行うことは難しい。一方で、常にその場において人間の感覚（視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚、温熱感覚等）をセンサー替わりにすること（利用者簡易環境診断）が可能であれば、建築物衛生管理のバリエーションは拡大する。IoTを活用すれば個々人の簡易環境診断の情報収集は容易であり、クラウドに集めたデータから個々の建築物の衛生状態をわかりやすくレーティングすることにより、建築物環境衛生管理技術者もしくは環境衛生監視員等の人的資源を増員せずとも、よりきめ細やかな建築物衛生環境の維持管理が可能となる（図1）。

利用者簡易環境診断とは、図1に示すように①スマートフォン等を用いて10項目以内の簡単な質問を定期的（数日～1か月の範囲）にプッシュ送信、②人間の感覚で知り得る要素（温熱感覚、嗅覚、衛生害虫等の発見記憶等）を収集、③主観評価とは別にローコストセンサーを用いて連続的に温湿度、二酸化炭素、等価騒音レベル、照度、浮遊微粒子等のデータを収集、④これらを総合的に分析して健康影響を及ぼし得る環境要素をレーティングする、⑤テナントオーナー、ビルオーナー、施設管理者あるいは建築物環境衛生管理技術者・環境衛生監視員等に情報を提供することで、国民の安全・健康を維持増進させる、という一連の流れが可能となる。このようなシステム：B-HERS (Building

Hygiene Environment Rating System) を構築することが本研究の最終的な目標である。この目的を達成するため、本年度は既存建築物の衛生環境と主観評価の調査、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および健康と室内環境にまつわる行動変容に関する検討を実施した。

B. 研究方法

B1. 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

物理要素と人間の感覚との整合性あるいは相関関係・因果関係を明らかにするため、既存建築物オフィス内(全国7件)の温湿度、照度、等価騒音レベルを長期実測するとともに、冬期に浮遊微粒子濃度、浮遊微生物、水質調査、照明光に関する詳細調査と執務者主観評価を同時に行う。

B2. 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

B-HERS のレーティングシステムに応用することを目的として、国内外の省エネルギー・環境性能評価レーティングシステムや IEQ(室内環境質) モデルを調査する。また、産業保健分野で開発されている労働生産性ツールも調査する。これらのツールを、健康・知的生産性、室内環境、水質管理の立場からその内容について分析評価を実施する。

B3. 健康と室内環境にまつわる行動変容に関する検討

建築物衛生環境は、普段気が付きにくいいわゆる非知覚型環境影響要素であることから、問題が顕在化する前に予防行動を促すことが重要である。そのためにはいくつかのステージで行動変容を促すしくみを実装することが求められる。行動変容に関わる分野として Health Behavior あるいは Behavioral Science,

Nudge Theory 等に関する先行研究調査を実施した。

C. 研究結果

C1. 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

室内温湿度の長期連続測定結果から、中規模建築物は 18-28℃の範囲に収まらない場合もあり、相対湿度に関しては、低湿側で空気環境衛生基準を満たしていないことが明らかとなった。中規模以下建築物は感染症対策としての窓開けを実施している例が多く、そのことが要因である。主観温湿度申告はばらつきが多く、81%の回答者が室内温度よりも低い申告をしており、逆に相対湿度は 81%の回答者が実際の室内相対湿度よりも高いと感じていること、さらに湿度の満足度は絶対湿度との相関があることが確認できた。

光環境に関しては、労働安全衛生法・事務所衛生基準規則で照度の基準がある。今回測定した物件は LED 光源が多く、相関色温度も白色(4000~5000K)の範囲が多かった。クルイトフ曲線(相関色温度と照度とから光環境の快適性を判断する曲線)上では、すべての測定物件で快適範囲に入っていた。一方、一部で平均演色性評価数が 80 を下回る物件があった。

音環境に関しては、等価騒音レベルで 50~60dB(A)となっており、小声会話が存在するレベルの騒音状態であった。空調機器騒音やプリンター等のモーター機器に対する不満率は 18~26%程度で高くなく、音環境全体の不満率は 19%とそれほど高くなかった。

空気環境に関しては、CO₂濃度、浮遊微粒子濃度、浮遊微生物濃度と執務者の空気質に対する主観評価を用いて分析を行った。執務者の CO₂呼出量から換気量を推定し、すべての測定建物で 30m³/h/person を満たしていることを

確認した。浮遊微粒子濃度は粒径 1.0~3.0 μm の範囲で換気量と有意に相関があり、また中性能フィルタが利用されていない換気設備を使っている建築物では、窓開放を併用していることもあり個数濃度が高めであることがわかった。浮遊微生物に関しては日本建築学会規準の基準値以下であった。空気質に関しては空気の汚れ感と換気量は有意に相関があり、満足度とも関連することがわかった。臭いに関して不満率は低く、微生物濃度の低さや換気量が確保されている状況から判断すると妥当な評価であることが示された。

C2. 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

室内環境質 (IEQ) 評価モデルとして、欧州連合 (EU) の ALDREN プロジェクト提案している TAIL スキームを中心に調査を行った。このモデルは建物内の温熱環境、音環境、室内空気環境、光環境の 4 項目の評価とともに、これらの 4 項目を統合した総合的な IEQ の評価格付けを行うシステムである。また、このシステムは健康リスクと快適性の評価スキームが具体的に詳細に提案されており、本研究での最終成果に対して非常に参考になる情報であることがわかった。そのほか、イギリスの BREAM in Use, アメリカの WELL v2, LEED O+M, GBAC STAR, fitwel について調査分析した。LEED O+M では①最低限の室内空気質、②たばこコントロール、③室内環境質の効率、④統合的ペストコントロールの 4 項目が、GBAC STAR では①施設における感染症対策および②監査・検査が、fitwel では室内空気質の管理・測定、結果の共有、統合的ペストコントロール、遮光、室温、水質等の多数の項目が含まれていることがわかった。特に fitwel は水質項目が考慮されているが、水道水の衛生状態を反映する残留消毒剤 (建築物衛生法では遊

離残留塩素濃度の基準値がある) に関連する項目は含まれていないことがわかった。

C3. 健康と室内環境にまつわる行動変容に関する検討

ナッジ理論を含めた行動変容研究について文献レビューを行い、公衆衛生分野における行動変容研究の動向や、建築物衛生管理行動を促すための Web アプリの開発・活用に資する情報の整理を行った。

室内環境の維持管理を対象とした研究は、省エネルギーに関するものを除くと少なく、知見が不十分であること、健康や生産性の向上などの観点からの動機付けや便益費用の整理が必要であること等が明らかになった。また、デジタルツールの利用について検証されている研究は海外で実施されたものしかなく、国内で実装されているツールとは MINDSPACE 要素が異なっている。今後も引き続き内容分析を進める。

D. 考察

D1. 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

D1.1 温熱・湿度環境

長期測定結果から、特定建築物と中規模建築物の設備仕様および外部との接続度合い (低層建築物のため、地盤に近く、また開口部開放を行うことが多い) が温湿度環境形成に大きく影響していることが明らかとなった。温度は中央管理空調方式の特定建築物では変動が小さい一方で、その他建物は 9~10 時に 20°C を下回る建物もあった。相対湿度は、中央管理空調方式の 2 件は中央値が約 40% であり、中規模建築物は 40% 以下の物件が多数であった。

今回測定した物件は全てオープンプランオフィスであり、休憩スペースを除いて温度の平面分布に大きな温度むらはなかった。平均放射

温度は殆どの建物でペリメータ部が低く、放射環境への配慮が必要だと考えられる。上下温度分布は多くの建物で $\Delta t = 3K$ 以内 (F.L.+100mm と F.L.+1,100mm の差) となっているが、中規模建築物で開口部を開放している場合に Δt が大きく、F.L.+100mm の位置で $17.7^{\circ}C$ となる建物もあった。

温湿度環境の満足度については室内温湿度と正の相関が見られ、温度環境の満足度は「足元の温度環境」・「気流感の有無」と有意な相関があり、湿度環境の満足度も「空間の湿り程度」と有意な相関があった。寒冷側申告率・乾燥側申告率については室内平均温湿度と負の相関があり、例えば、構築するレーティングシステムにおいて乾燥側申告率が 50% を超過したときに対策を講じる等の運用の可能性が示された。

D1.2 光環境

照度は、事務所衛生基準規則で 300Lx 以上にすることが求められているが、今回測定した 7 つのオフィスはいずれもこの基準をクリアしていた。にもかかわらず一部で暗いと評価する執務者も居り、その要因はランプ光源の色度偏差或いは演色性にあると推測された。スペースの明るさ感と光環境の違和感のクロス集計結果に対し χ^2 乗検定を行った結果、両者は独立ではなく有意に関連性があることがわかった。85% の執務者はパソコン画面をまぶしくないと申告しており、また光環境の違和感の原因でもないことが明らかとなった。

D1.3 音環境

日常的な空気環境管理では、CO₂ 濃度変動を把握すればよいが、CO₂ 自体無臭であるため、執務者はその発生量もしくは濃度を定量的に感知することができない。一方、うるささ感は人間の聴覚を利用することができ、それが空気汚染レベルと相関するのであれば、補助手段と

して空気清浄度の推定に利用することも可能と考えた。等価騒音レベル (dB(A)) と会話時間(h)、及び内外 CO₂ 濃度差を説明変数として、重回帰分析してみたところ、補正決定係数 0.7713、分散分析による有意確率は $p=0.0634$ となり、一定程度の水準で予測可能であることがわかった。

D1.4 空気環境

オフィスの換気量を執務者の CO₂ 呼出量から推定できることを明らかにした。しかしながら、オープンプランオフィスは天井面吹出、天井面排気が多く、ショートサーキットに伴う呼吸域局所換気効率低下の危険性がある。また、中央式空調設備を採用している特定建築物は、浮遊微粒子個数濃度が低い傾向にあること、換言すれば中小規模建築物の方が、微粒子濃度が高めに推移する傾向にあることがわかった。直接外気導入が原因と推定される。また、嗅覚に基づく換気量の良否判断は、今回は殆ど匂いを感じないという結果になった。

D1.5 水質環境

一部の中規模建築物から採取した試料は残留塩素濃度が基準値より下回っていた。また、同一の混合水栓から冷水および温水を採水した建築物では、温水の遊離・結合・全残留塩素濃度はすべて冷水よりも低いことがわかった。濁度はいずれの建築物もほぼゼロに近い値であり、目視確認はできなかった。従属栄養細菌数は特定建築物 C および中規模建築物全てで確認され、一部中規模建築物のトイレ用手洗水にて暫定目標値を超えていた。全菌数は全ての建築物で比較的高い濃度であった。

水道水質に関する主観評価では、「まずい」「ややまずい」とした回答者の大半は異臭味を指摘しており、「かび臭」1名を除いては「化学物質臭」または「不明臭」であった。異臭が水質判断の手段の一つになるが、塩素消毒に由来

するカルキ臭や給水装置・給水用具に由来する樹脂臭や溶媒臭の判別等に課題を残している。一方、蛇口やシンク周り（水道水）、洗面器（トイレ）の汚れは目視確認できる。

D2. 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

室内環境質（IEQ）の評価システムとしてEU ALDREN プロジェクトの TAIL スキーム、EU iBRoad プロジェクトのロードマップ、UNEP グローバル・アライアンスのビルディングパスポートが挙げられる。このうち、TAIL スキームは、①Thermal (T) environment（温熱環境）、②Acoustic (A) environment（音環境）、③Indoor air (I) environment（室内空気環境）、④Luminous (L) environment（光環境）の4つの環境を評価するシステムであり、物理測定あるいは測定結果の入力によりレーティング可能であり、今回検討しているシステムに応用可能である。また、EN-16798-1 および WHO の空気質ガイドラインに基づいたレーティングが色表示されるしくみとなっている。

IPM（統合的ペストコントロール）や水質に関しては、LEED O+M で IPM が、GBAC STAR では感染症対策が、fitwel では IPM、水質が含まれており、特に fitwel は水道の資機材等を由来とする金属類や日和見感染の原因となるレジオネラへの対処が盛り込まれていた。一方、水道水の衛生状態を反映する残留消毒剤に関連する項目は、いずれも含まれていなかった。

D3. 健康と室内環境にまつわる行動変容に関する検討

室内環境の維持管理における行動変容の枠組み構築には、対象者が直接的かつ容易に空調方式や制御システムを管理・コントロールできるか否かは重要である。また、ある人にとって好ましい温湿度制御は、他者にとっては不快感

や健康影響、生産性低下等を引き起こす可能性もある。このため、個人の意思決定により安易に室内環境を調節することは必ずしも「良い方向」であるとは言えない場合があることに一定の配慮が必要である。

IoT システムに関連して、デジタルツールを利用したナッジ事例について調査した。海外では MINDSPACE 要素の Priming, Ego, Norms, Commitments 要素が多く利用されているが、国内では Incentives が最多であった。文化や慣習、意識の違いが要因であると推測される。また、デジタルツールの開発・運用にあたっては、ナッジだけでなくブーストも取り入れた検討が必要であろう。特に、無関心層に対しては、個人の知識（コンピテンシー、リテラシー）を向上させるようなプログラムをデジタルツールに組み込んだり、デジタルツールの活用にあたって、利用者に研修会を行ったりするなどの工夫が求められる。

E. 結論

3年計画の1年目は、全国7件のオフィスビルの物理環境測定及び主観者評価を実施・分析することで、B-HERS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。以下に項目ごとに検討課題を列挙する。

E1. 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

E1.1 温熱・湿度環境

温湿度環境は、建築物規模や外皮の断熱性能（特にガラス外皮）、空調・換気設備のレベ

ル、開口部の開閉可能性などに、建築物の規模・構造が与える要因について一定程度把握することができた。

また、執務者の主観評価により評価可能な温熱感・湿度管理項目を検討した結果、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、皮膚疾患やドライアイなどの過乾燥の愁訴につながりうる相対湿度は、実際よりも高湿側に申告する執務者が多いことがわかった。今回の調査は物件数7件、回答者総数121名と限られているため、一般化するためには更なる規模の調査が必要である。

E1.2 光環境

照度自体は、照明設計自体それほど難しくないため一定水準以上のレベルに容易に到達できることがわかった。昼光利用などの建築的対応はほとんど考慮されていないことが要因の一つとして挙げられる。ただし、オープンプラン型のオフィスでは省エネルギーの観点から人検知型の照明点灯方法が導入されつつあり、今後の建築物省エネルギー化の動向に注意しておく必要がある。また、心理的ストレスや知的生産性に与える影響は小さくない。建築物衛生法環境管理項目にない項目であっても一定の水準を確保できる枠組みは準備しておく必要があるだろう。

E1.3 音環境

オフィス空間の音環境の満足度からオフィス空間の衛生環境を含めた質を把握・推定するため、騒音計を用いて実測調査するとともに主観者評価を行った。検討の結果、今回測定した7つのオフィスの等価騒音レベルは平均値で55dB(A)を下回り、WELL認証では1ポイントを得られること、またB、C、Dの3オフィスについては2ポイント得られるレベ

ルにあることがわかった。

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人が見られたが、コピー機等のOA機器や空調騒音は気にならない執務者が多かった。また、これらの騒音要素と音環境の満足度については、会話・電話等が影響しているものの有意差は得られなかった。一方で、空気清浄度の評価項目である微粒子個数濃度と等価騒音レベルの関連については、粒径0.5～3.0 μm の微粒子個数と相関が高いこと、また等価騒音レベルと平均会話時間とで、一人当たり換気量を推定できる可能性があることを示した。

E1.4 空気環境

従前から指摘されているように中小規模建築物のほうが空気汚染の可能性のあることは今回の実測からも改めて確認できた。この原因は換気設備の差（フィルター）や接地型で住宅に近い設備や換気対応（窓開け等による自主的な調整）等の違いに起因するものと考えられ、今後、維持管理する際のポイントになり得ると考えられる。ただ、こうした建築規模特有の特徴や等価騒音レベルなどの活用等を見込むと、センサー選定次第では、現状よりもより詳細な空気環境情報の取得は可能になると思われる。

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た。体質、健康状態や温熱・湿気環境等の他の物理要素の複合影響も含め、今後さらに検討を進める。

E1.5 水質環境

給水環境ならびに給水水質に着目して検討した結果、塩素臭も異臭味の一つとして認識されることが課題として残った。一方、水道水の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

るため、主観評価としても利用可能である。一方で、こうした視覚や嗅覚に基づく判断ではなく、浄水器設置が水道水の飲用の判断材料となることが懸念され、適切なチェック項目の設定とレーティングが必要である。

E2. 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

国内外の室内環境・知的生産性評価及びレーティングシステムについて、関係諸機関の評価文書や報告書、関連論文等の調査を行った。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 スキームは、もともとオフィスとホテルを評価対象としており、健康リスクと快適性の評価スキームが具体的かつ詳細に提案されているため、B-HERS の評価スキームに対して最も有力であることがわかった。

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必要があるだろう。

E3. 健康と室内環境にまつわる行動変容に関する検討

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により、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案外少ないことが明らかとなった。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の中で構築していくことが必要である。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Hoon K,

Osawa H. A longitudinal study on the effects of hygro-thermal conditions and indoor air pollutants on building-related symptoms in office buildings. *Indoor Air* 32(11): e13164. doi: 10.1111/ina.13164.

- 2) 東 賢一. シックビルディング症候群に関連するオフィスの室内環境要因. *クリーンテクノロジー* 32(11), 1-4, 2022.

2. 学会発表

- 1) Azuma K. Indoor air quality and health effects in modern office buildings. 16th international conference on indoor air quality and climate, Workshop Kuopio, Finland, 12-16 June, 2022.
- 2) 東 賢一. 室内空気環境対策総論－室内環境における健康リスク要因とその対策について－. 第 32 回日本産業衛生学会全国協議会シンポジウム:新型コロナウイルス感染症と室内空気環境対策, 札幌, 2022 年 9 月 30 日.
- 3) 本間義規, 東賢一, 小林健一, 島崎大, 阪東美智子, 下ノ 蘭慧. 国内外における既存建物の環境性能レーティングシステムの収集・整理. 第 46 回人間-生活環境系シンポジウム報告集. 2022. p.147-150.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

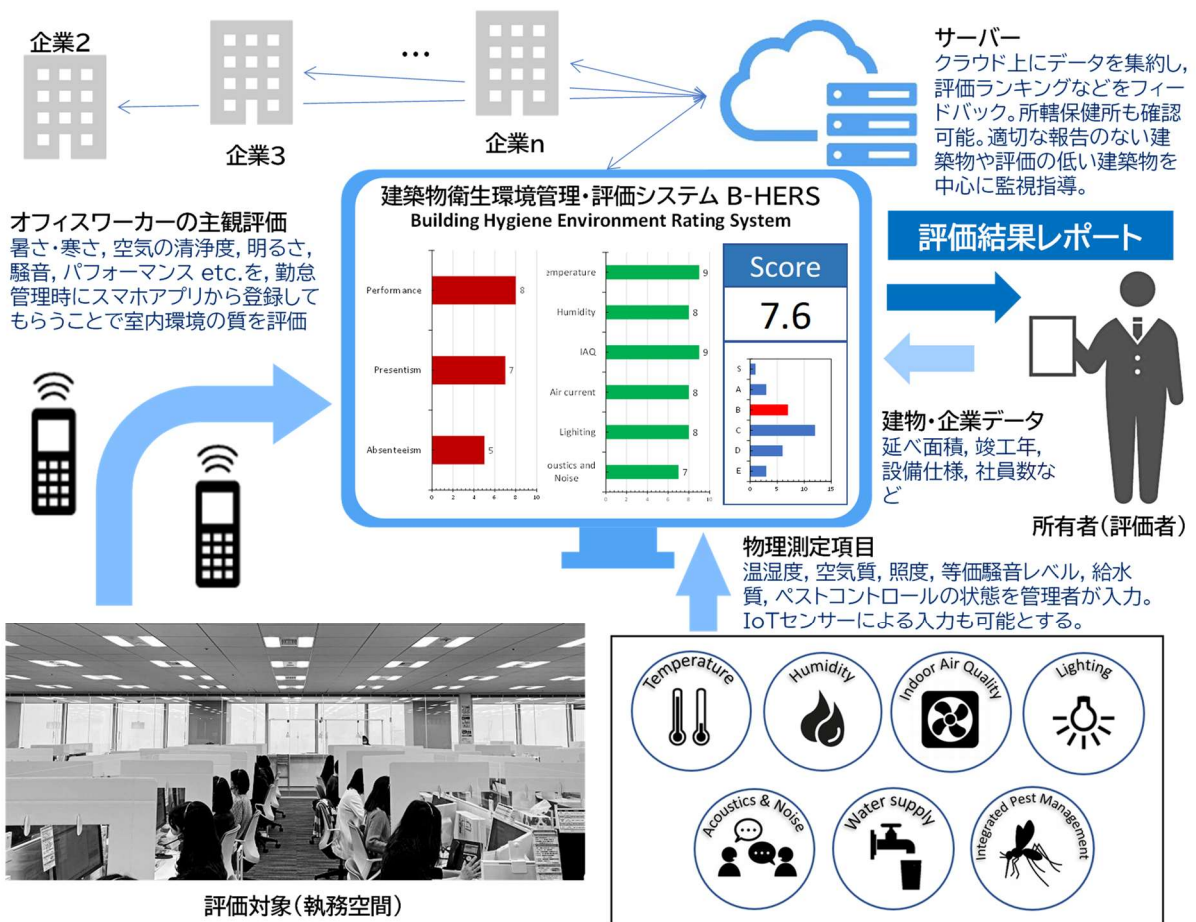
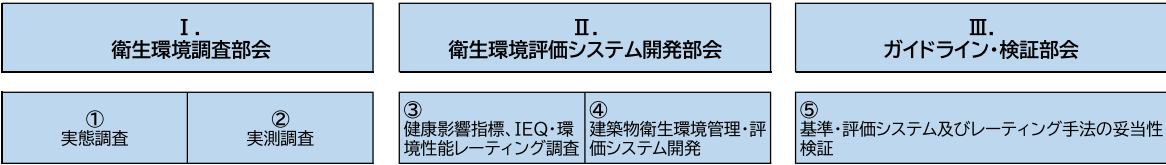


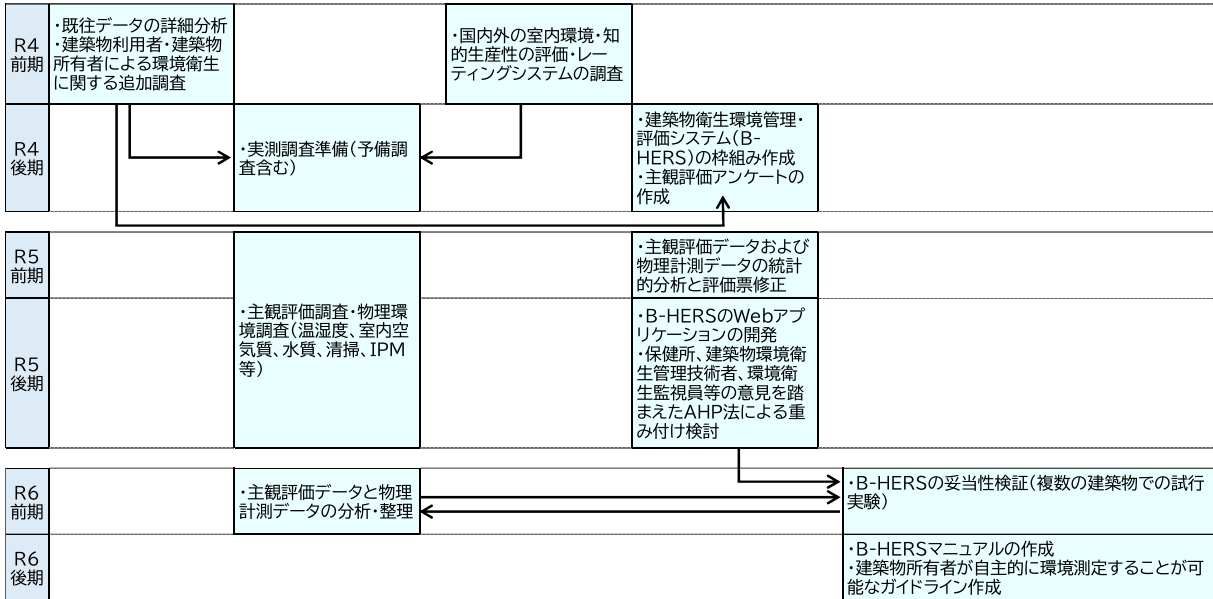
図1 中規模建築物所有者等が自主管理可能な衛生環境の簡易評価のしくみ

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 (22LA1201)



【目的】

- 1) 中規模建築物所有者等が自ら管理可能な簡易評価システムを構築すること
- 2) 中規模建築物でも必要不可欠な維持管理項目を抽出し、自ら測定評価が可能なガイドラインを作成すること



成果物

- 1) 中規模建築物所有者等が評価可能な建築物衛生環境管理・評価システム(B-HERS)の開発および提供
- 2) 所有者等が自ら環境測定することが可能なガイドラインの作成および提供

期待される効果

- 1) 建築物衛生法の対象外の建築物の衛生環境を把握することができる
- 2) B-HERSを利用することによる所有者の衛生環境確保に向けた行動変容を促進させることができる
- 3) IoTを活用した建築物衛生管理手法の検証のための研究(22LA1101)と連携することにより、ビルメンテナンスの質の向上につなげることができる。

※ 公益財団法人 日本建築衛生管理教育センター、公益社団法人 日本ペストコントロール協会、自治体保健所(環境衛生監視員)等と協力して実施

図2 研究フロー

厚生労働省科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
「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」
分担研究報告書

温湿度・光・音・空気環境の実測調査結果および執務者の主観評価手法に関する検討

代表研究者	本間 義規	国立保健医療科学院	統括研究官
分担研究者	下ノ菌 慧	国立保健医療科学院	研究員
分担研究者	島崎 大	国立保健医療科学院	上席主任研究官
分担研究者	阪東美智子	国立保健医療科学院	上席主任研究官

研究要旨

建築物環境における物理的要因には、温湿度、空気、光、音・振動、化学的要因には化学物質等の空気汚染質が、(微)生物学的要因にはウイルスを含む浮遊微生物やレジオネラ属菌等の影響が考えられる。こうした要素は適切な測定及び定量的評価をすればよいが、一般の建築物利用者が専用の機器を利用して環境評価を行うことは難しい。一方で、常にその場において人間の感覚（視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚、温熱感覚等）をセンサー替わりにすることができれば、建築物衛生管理のバリエーションは拡大する。以上のような背景のもと、既存建築物オフィス内（全国7件）の温湿度、照度、騒音レベルの長期実測を行うとともに、執務者の主観評価を同時に行って、物理要素と人間の感覚との整合性あるいは相関関係・因果関係を明らかにすることを目的とする。

室内温湿度の長期連続測定結果から、中規模建築物は18-28℃の範囲に収まらない場合もあり、相対湿度に関しては、低湿側で空気環境衛生基準を満たしていないことが明らかとなった。中規模以下建築物は感染症対策としての窓開けを実施している例が多く、そのことが要因である。主観温湿度申告はばらつきが多く、81%の回答者が室内温度よりも低い申告をしており、逆に相対湿度は81%の回答者が実際の室内相対湿度よりも高いと感じていること、さらに湿度の満足度は絶対湿度との相関が確認できた。

光環境は、労働安全衛生法・事務所衛生基準規則で照度の基準がある。今回測定した物件はLED光源が多く、相関色温度も白色（4000～5000K）の範囲が多かった。クルイトフ曲線（相関色温度と照度とから光環境の快適性を判断する曲線）上では、すべての測定物件で快適範囲に入っていた。一方、一部で平均演色性評価数が80を下回る物件があった。心理的温熱感に対する光環境のクロス影響は引き続き検討を行う。

音環境に関しては、等価騒音レベルで50～60dB(A)となっており、小声会話が存在するレベルの騒音状態であった。空調機器騒音やプリンター等のモーター機器に対する不満率は18～26%程度で高くなく、音環境全体の不満率は19%とそれほど高くなかった。また、等価騒音レベルと会話時間、CO₂濃度とから換気量の推定を試みた。

空気環境に関しては、CO₂濃度、浮遊微粒子濃度、浮遊微生物濃度と執務者の空気質に対する主観評価を用いて分析を行った。執務者のCO₂呼出量から換気量を推定し、すべての測定建物で30m³/h/personを満たしていることを確認した。浮遊微粒子濃度は粒径1.0～3.0μmの範囲で換気量と有意に相関があり、また中性能フィルタが利用されていない換気設備を使っている建築物では、窓開放を併用していることもあり個数濃度が高めであることがわかった。浮遊微生物に関しては日本建築学会規準の基準値以下であった。空気質に関しては空気の汚れ感と換気量は有意に相関があり、満足度とも関連することがわかった。臭いに関して不満率は低く、微生物濃度の低さや換気量が確保されている状況から判断すると妥当な評価であることが示された。

2-1. 建物概要と長期室内環境測定

A. 研究目的

本研究では、7件の建物を対象として室内環境の測定ならびに執務者を対象とした主観評価調査を実施する。本節では7件の建物概要ならびに冬期の室内環境測定結果を示す。

B. 研究方法

B.1. 建物概要

本研究で対象とする建物概要を表 2-1-1 に示す。室内環境測定と主観評価調査を実施する。本研究では全国各地に建つ7件の建物を対象に室内環境の測定ならびに執務者に対する主観評価調査を実施した。A から C は特定建築物、D から G は中小規模建築物に該当する。いずれも用途は事務所であり、A と C は中央管理空調方式、その他は個別管理空調方式であった。換気方式は A と D が第1種熱交換換気、B が外調機、その他は第3種換気であった。

B.2. 室内環境測定

室内環境測定の概要を表 2-1-2、各建物における長期測定用の測定機器設置位置を図 2-1-1 に示す。長期測定ではCO₂濃度・温度・相対湿度、照度、騒音レベルを測定した。また、温度と相対湿度から Tetens の式¹⁾(式 2-1)より、飽和水蒸気圧・水蒸気分圧を算出し、絶対湿度に換算した。2022年の夏期から測定している建物もあるが、本報では冬期として2022年12月

から2023年3月までの結果を集計した。

C. 研究結果

C.1. 温度・相対湿度・絶対湿度・CO₂濃度

はじめに、温度・相対湿度・絶対湿度・CO₂濃度の月別測定値を図 2-1-2 に示す。本図は A～C が営業(月～金)の9～18時の結果、D～F が営業日(月・火・木・金・土)の9～18時の結果、G が営業(月～金)の10～18時の結果を示している(営業日・営業時刻については以降の章・節で共通)。

A においては時期による変動は小さく、各中央値は温度が約 25°C、相対湿度が約 40%、絶対湿度が約 8g/kg[DA]、CO₂濃度が約 650～770ppm であった。

B においては温度の中央値は時期に変動は小さく 24～25°C であった。一方で相対湿度・絶対湿度は時期による変動が大きく2月の相対湿度の中央値は 25%、絶対湿度の中央値は 4.8g/kg[DA]であり、月別では最低値であった。なお、CO₂濃度の中央値は12月が 717ppm であったが、1～3月は 800ppm を超えており、12月と比較して高くなっていた。

C においては温度・相対湿度・絶対湿度の時期による変動は小さく、各中央値は温度が約 25°C、相対湿度が約 35%、絶対湿度が約 7g/kg[DA]であった。一方でCO₂濃度の中央値は1月が 928ppm、3月が 808ppm と時期による変動が見られた。

表 2-1-1 調査建物の概要

建物	所在地	延床面積(m ²)	竣工年	階数	測定階数	空調 ^{*1}	換気 ^{*2}
A	北海道札幌市	25 289.2	1995	B1-16F	10F	AHU+CAV	第1種 HEX
B	宮城県仙台市	6 799.6	1991	B1-8F	7F	PAC	OHU
C	東京都新宿区	93 996.5	2011	B2-35F	22F	AHU+VAV	不明
D	北海道札幌市	1 372.7	2018	3F	2F	PAC	第1種 HEX
E	熊本県熊本市	973.4	不明	3F	3F	PAC	第3種
F	石川県金沢市	805.5	不明	1F	1F	PAC	第3種
G-1	東京都中央区	472.5	不明	3F	2F	PAC	第3種
G-2					3F		

※1 AHU: 空気調和機, CAV: 定風量単一ダクト方式, PAC: パッケージエアコン, VAV: 変風量単一ダクト方式

※2 OHU: 外調機, HEX: 全熱交換器

表 2-1-2 長期室内環境測定の概要

【長期測定】

- 1) CO₂濃度・温度・相対湿度: T&D TR-76Ui, 10分間隔, 1点設置
- 2) 照度: Onset CO-MX1104, 1分間隔, 1点設置 →前10分間平均値として集計
- 3) 騒音レベル: DAIKIN, 10分間隔, 1点設置

Dにおいては温度の中央値は約26~27°Cであったが、1月は30.4°Cまで上昇している時間帯もあった。相対湿度の中央値は約20%であるが、12~2月の各月平均値は約16~18%、3月の平均値は約22%と12~2月と比較してやや高い傾向であった。なお、CO₂濃度の中央値は800~900ppmと時期による変動は小さい。

Eにおいては温度の中央値は12月が25.2°C、3月が26.7°Cと上昇傾向であり、3月の最高値は29.8°Cであった。相対湿度の中央値は各月とも約30%であるが、3月の上旬と下旬では相対湿度に差があったことから、第一四分位点と第三四分位点の差が他の月と比較して大きくなっている。なお、なお、CO₂濃度の中央値は約600~700ppmと時期による変動は小さい。

Fにおいては温度の中央値は12月が23.1°C、3月が24.1°Cと上昇傾向であった。一方で対湿度の中央値は各月とも約30%であるが、3月の下旬では相対湿度が上昇していた。なお、CO₂濃度の中央値は約600ppmと時期による変動は小さい。

Gにおいては2階の温度の中央値は約22~23°C、3階の温度の中央値は約24°Cであり、3階の温度は2階の温度と比較して高い。この要因の一つとして階段室を経路とした隙間風が挙げられる。相対湿度の中央値は各回とも20~30%であり、時期による変動は小さい。なお、CO₂濃度については在室人数による影響が大きく2階の中央値が約550~650ppmであるのに対して3階の中央値は約600~750ppmと3階の方が高くなった。また、3階のCO₂濃度の中央値は12月が580ppm、2月が759ppmと上昇傾向であった。

次に、12~3月の営業日・営業時刻における温度・相対湿度・絶対湿度・CO₂濃度の測定結果を図2-1-3に示す。中央管理空調方式であるAとCは温度の幅が小さいが、個別管理空調方式である建物は温度の幅が大きく、Dでは30°C超、Gでは16°C未満となる時間帯もあった。また、AとCの相対湿度・絶対湿度の平均値は他の建物と比較して高い結果であった。CO₂濃度は在室人数の影響もあるが、B・C・Dの中央値が800ppmを超えており他の建物と比較して高い傾向にあった。

最後に、温度・相対湿度・絶対湿度・CO₂濃度の時刻別測定結果を図2-1-4に示す。本図は1時間につき6回の計測値を12~3月で集計し、箱ひげ図で示している。

Aにおいては9~10時の温度の中央値が24.4°Cと営業時刻内では最低値であったものの、営業時刻内の中央値はいずれも約25°Cと変動は小さい。また、相対湿度は温度変化に伴って変動しており、9~10時の相対湿度の中央値が44%と最高値であった。なお、CO₂濃度の中央値はいずれも約700ppmと変動は小さい。

Bにおいては温度の中央値はいずれも約24~25°Cと変動は小さいが、20.6°Cまで低下する日や27.5°Cまで上昇する日など日によって温度に差がある。CO₂濃度の中央値は12~13時に低下するが午前・午後のいずれも上昇傾向にある。なお、相対湿度・絶対湿度の中央値は30~35%・約6~7g/kg[DA]と変動は小さい。

Cにおいては時期による変動は小さく、各中央値は温度が約25°C、相対湿度が約35%、絶対湿度が約7g/kg[DA]、約800~900ppmであった。なお、3月下旬に相対湿度が50%程度となっていたことから相対湿度・絶対湿度の最高値が高くなっている。

Dにおいては温度は11~12時をピークに変動している。営業時刻内の中央値はいずれも26~27°Cと変動は小さいが、11~12時に30.4°Cまで上昇する日もある。CO₂濃度は12~14時に低下しているが、午前・午後のいずれも上昇傾向にある。なお、相対湿度・絶対湿度・CO₂濃度の中央値は約20%・約3.5~4.0g/kg[DA]と変動は小さい。

Eにおいては9~10時の温度の中央値が24.3°Cと営業時刻内では最低値であり、当該時刻に19.8°Cまで低下する日もあった。10時以降の温度は約25~26°Cで推移している。相対湿度の中央値は約30%で変動は小さいが、温度が上昇しているため絶対湿度は時間とともに上昇傾向にある。CO₂濃度は12~14時に低下しているが、午前・午後のいずれも上昇傾向にある。

Fにおいては9~10時の温度の中央値が21.7°Cと営業時刻内では最低値であり、当該時刻に17.1°Cまで低下する日もあった。11時以

降の温度は約 24°C で推移している。相対湿度は時間とともに低下傾向にあるが、絶対湿度は温度が上昇していることから変動は小さい。なお、CO₂濃度の中央値は約 600ppm と変動は小さい。

G においては 2 階の温度の中央値は約 22°C であり変動は小さいが、3 階の 10~11 時の温度の中央値は 21.3°C と営業時刻内では最低値であり、15.7°C まで低下する日もあった。11 時以降の温度の中央値は単調増加であり、17~18 時には 24.7°C であった。相対湿度・絶対湿度の中央値は各階とも約 20%、約 3~4g/kg[DA] と変動は小さい。CO₂濃度の中央値は約 600~700ppm で変動は小さい。

C.2. 照度

照度の時刻別測定結果を図 2-1-5、照度のヒストグラムを図 2-1-6 に示す。時刻別測定結果は 1 時間につき 6 回の平均計測値を 12~3 月で集計し、箱ひげ図 (95%ile, 75%ile, 50%ile, 25%ile, 5%ile) で示している。ヒストグラムは 12~3 月の営業日・営業時刻の結果を示している。

A においては照度の中央値は 11~12 時をピークに変動している。これは人工照明を基本としながら自然照明の影響が表れていると考えられるが、11~12 時の中央値は 832lx、18 時の中央値は 783lx と変動は小さい。また、ヒストグラムによると、750~1000lx となる時間が 608 時間の内、約 99%を占めている。

B においては 12~13 時、18 時を除いて照度の中央値は 877~892lx と変動は小さい。12~13 時は休憩時間の消灯、18 時は 18 時前の退勤日があることが影響しており、5%ile 値も小さくなっている。また、ヒストグラムによると、750~1000lx となる時間が 607 時間の内、約 82%となっているが、前述の消灯を除けばほとんどすべての時間で 750~1000lx となっている。

C においては 12~13 時を除いて照度の中央値は 520~553lx と変動は小さい。12~13 時は休憩時間の消灯が影響しており、5%ile 値も小さくなっている。また、ヒストグラムによると、500~750lx となる時間が 205 時間の内、約 90%となっているが、前述の消灯を除けばほとんどすべての時間で 500~750lx となっている。

D においては照度の中央値は約 800lx であるが、11~12 時をピークに変動している。これは人工照明を基本としながら自然照明の影響が表れていると考えられる。ヒストグラムによると、750~1000lx となる時間が 628 時間の内、約 94%となっている。

E においては照度の中央値は約 800lx であるが、15 時以降に照度の中央値が低下する傾向が見られた。これは自然照明の影響が表れていると考えられる。ヒストグラムによると、750~1000lx となる時間が 702 時間の内、約 97%となっている。

F においては照度の中央値は約 750lx であり、変動は小さい。照度の 5%ile が約 400lx となっているが、2 月中旬頃に一定期間の 400lx の時間が続いていたことから当該期間は測定機器直近の照明が消灯されていた可能性がある。この影響もあり、ヒストグラムによると、601 時間の内、約 82%が 750~1000lx であったものの 500lx 以下の時間帯が約 7%あった。

G においては照度の中央値は約 700lx であり、変動は小さい。ヒストグラムによると、500~750lx となる時間が 365 時間の内、約 79%となっている。

C.3. 等価騒音レベル

騒音レベルの時刻別測定結果を図 2-1-7、騒音レベルのヒストグラムを図 2-1-8 に示す。時刻別測定結果は 1 時間につき 6 回の計測値を 12~3 月で集計し、箱ひげ図で示している。ヒストグラムは 12~3 月の営業日・営業時刻の結果を示している。

時刻別測定結果によると、B の 12~13 時・17 時以降、G-1 の 16 時以降に騒音レベルの低下が見られるものの、多くの建物において時間的変動は見られなかった。

ヒストグラムによると、A・B・D・E・G-1 において 50~55dB[A]、C・F・G-2 において 55~60dB[A]が最頻値であった。60dB[A]以上が観測される建物もあり、その比率は F では 708 時間の内、約 13%、G-2 では 364 時間の内、約 10%であった。

D. まとめ

本節では、本研究で対象とする建物の概要と

長期室内環境測定の結果を示した。

対象とする建物は日本全国に建つ7件（特定建築物：3件、中小規模建築物3件）である。なお、特定建築物3件の内、2件が中央管理方式の空調であった。

長期室内環境測定は2022年12月から2023年3月の結果を集計した。長期室内環境測定結果によると、温度は中央管理空調方式の建物において変動の小さい環境が形成されていた一方で、その他建物は9～10時に20°Cを下回る建物があった。また、相対湿度についても中央管理空調方式の2件は中央値が約40%であり、その他の建物と比較して高い傾向にあった。CO₂濃度は在室人数による影響が多いが、時間の経過とともに上昇する建物も見られた。照度は測定位置の影響もあるが自然照明の影響はほとんどなく時間的変動は見られなかった。なお、期間平均照度が最も低かった建物で498lx、最も高かった建物で861lxであった。騒音レベルも時間的変動は見られなかった。なお、期間平均騒音レベルが最も低かった建物で51.3dB[A]、最も高かった建物で58.0dB[A]であった。

本結果は後述の主観評価の分析の際に利用する予定である。

E. 参考文献

- 1) Tetens, O.: Uber einige meteorologische Begriffe. Z Geophys. 6, pp. 297–309, 1930.

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

■測定対象エリア ●CO₂濃度・温度・相対湿度 ●照度 ●騒音レベル

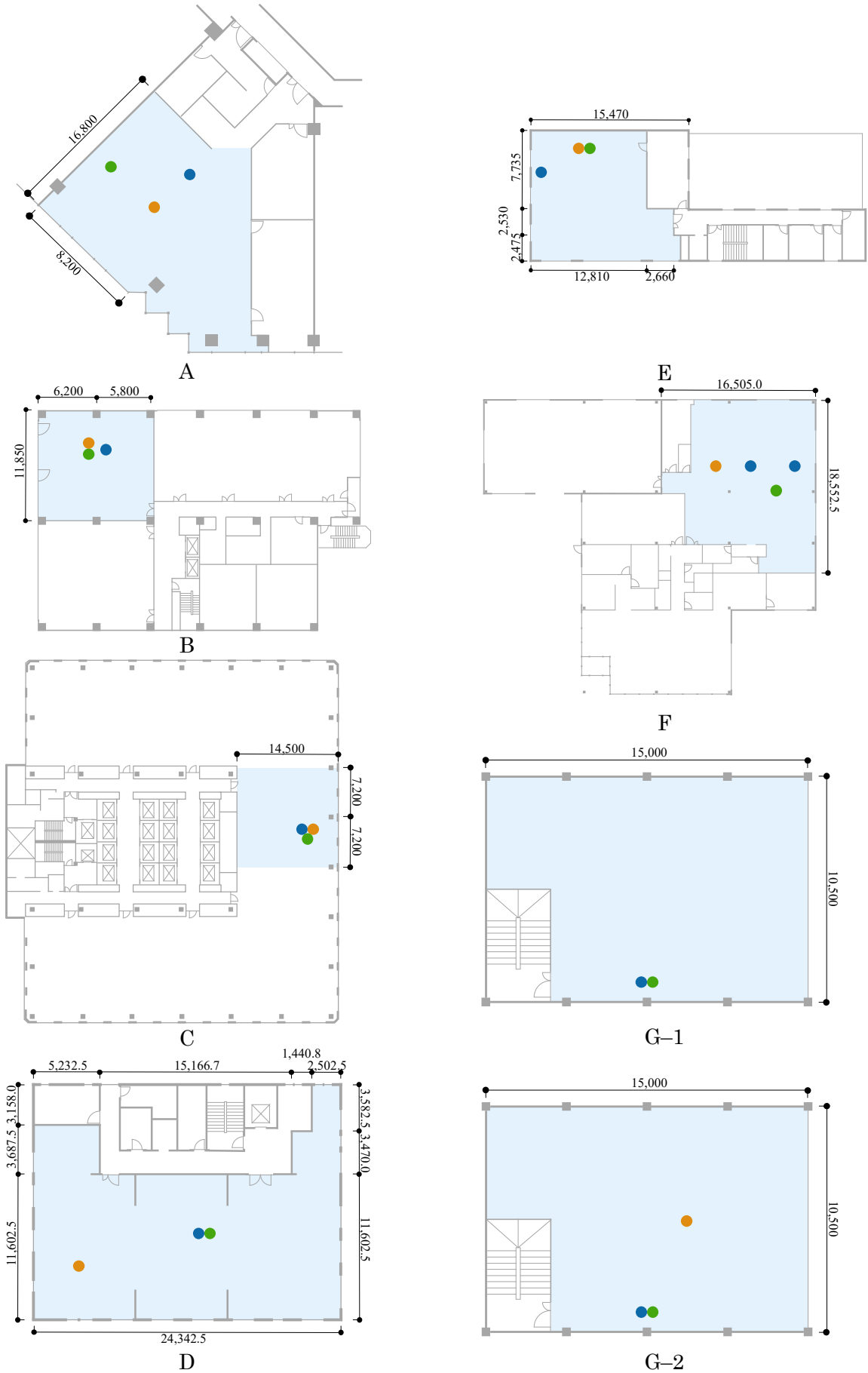
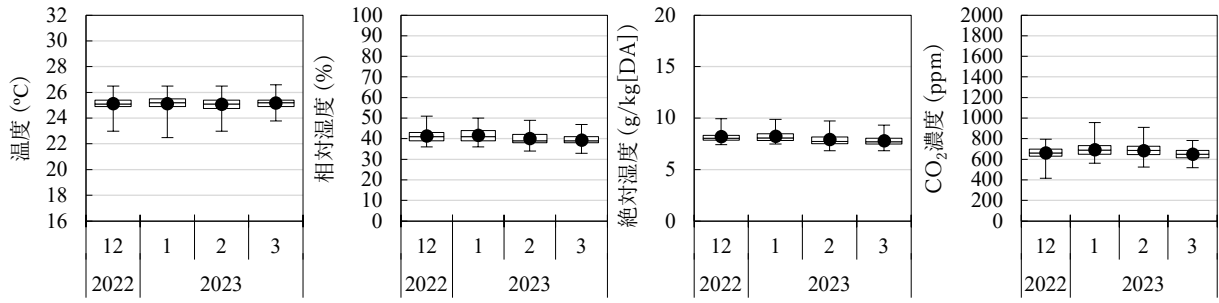
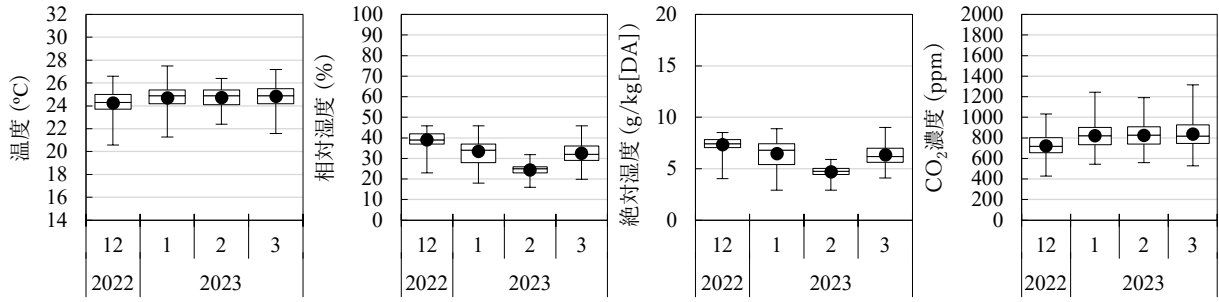


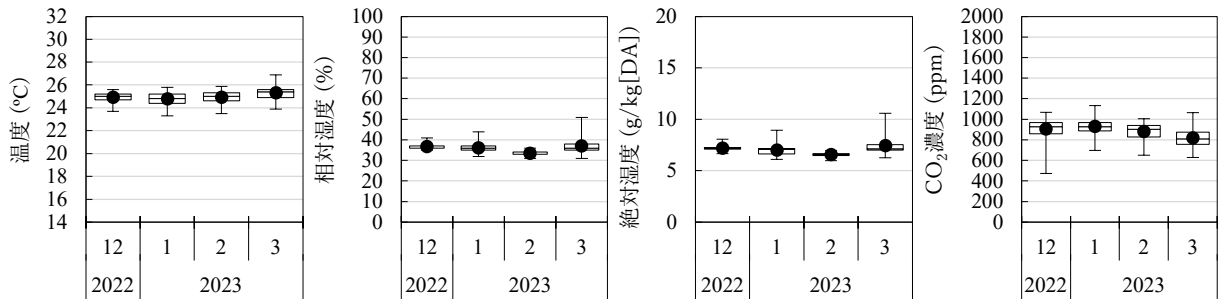
図 2-1-1 長期測定用の測定機器設置位置



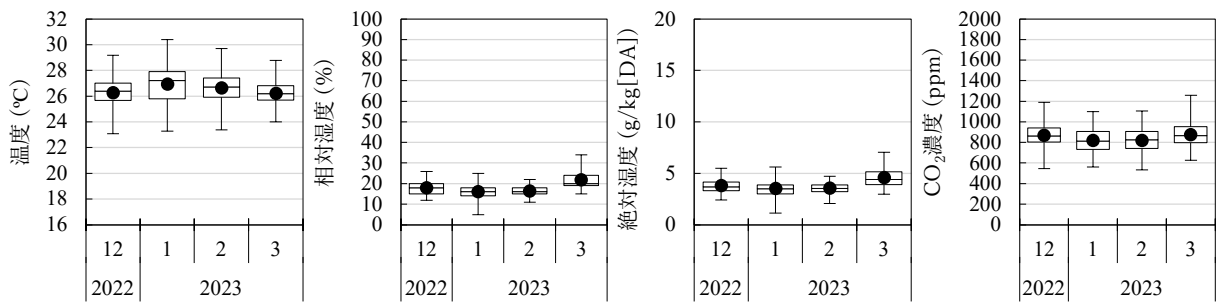
A (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18時, N = 718h)



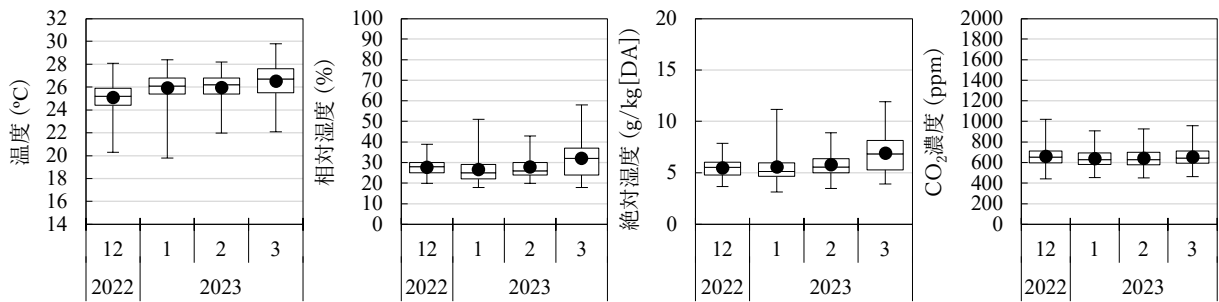
B (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18時, N = 719h)



C (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18時, N = 719h)

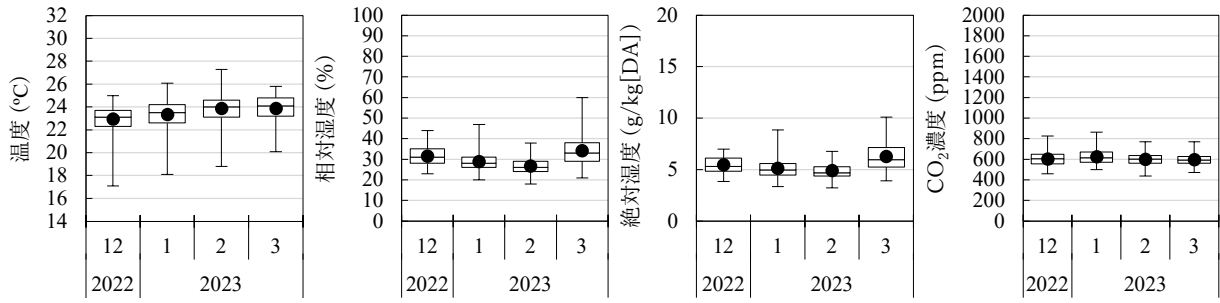


D (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18時, N = 684h)

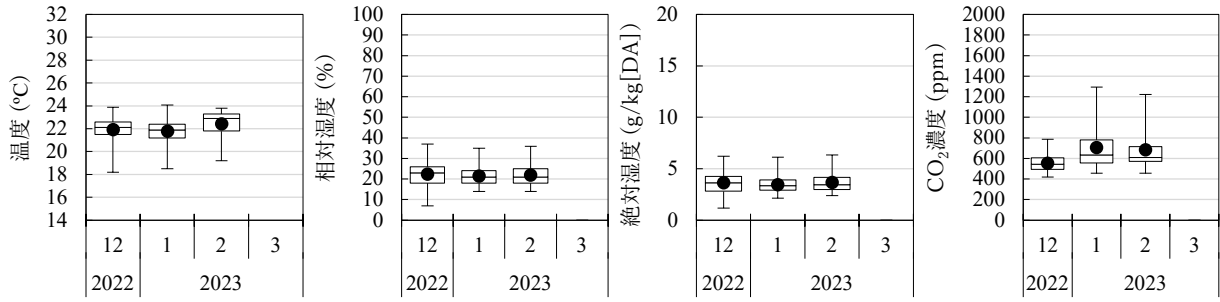


E (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18時, N = 702h)

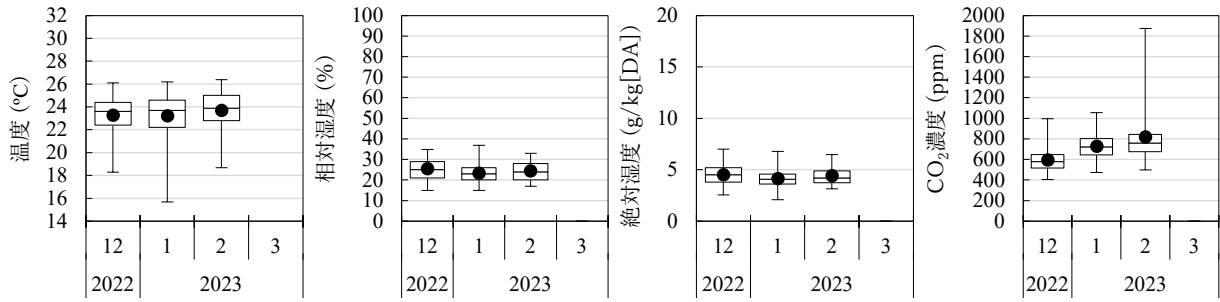
図 2-1-2-1 温度・相対湿度・絶対湿度・CO₂濃度の月別測定結果 (A - E)



F (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18 時, N = 709h)



G-1 (2022/12/7 - 2023/2/15, 営業日 10 - 18 時, N = 366h)



G-2 (2022/12/7 - 2023/2/15, 営業日 10 - 18 時, N = 366h)

図 2-1-2-2 温度・相対湿度・絶対湿度・CO₂濃度の月別測定結果 (F - G)

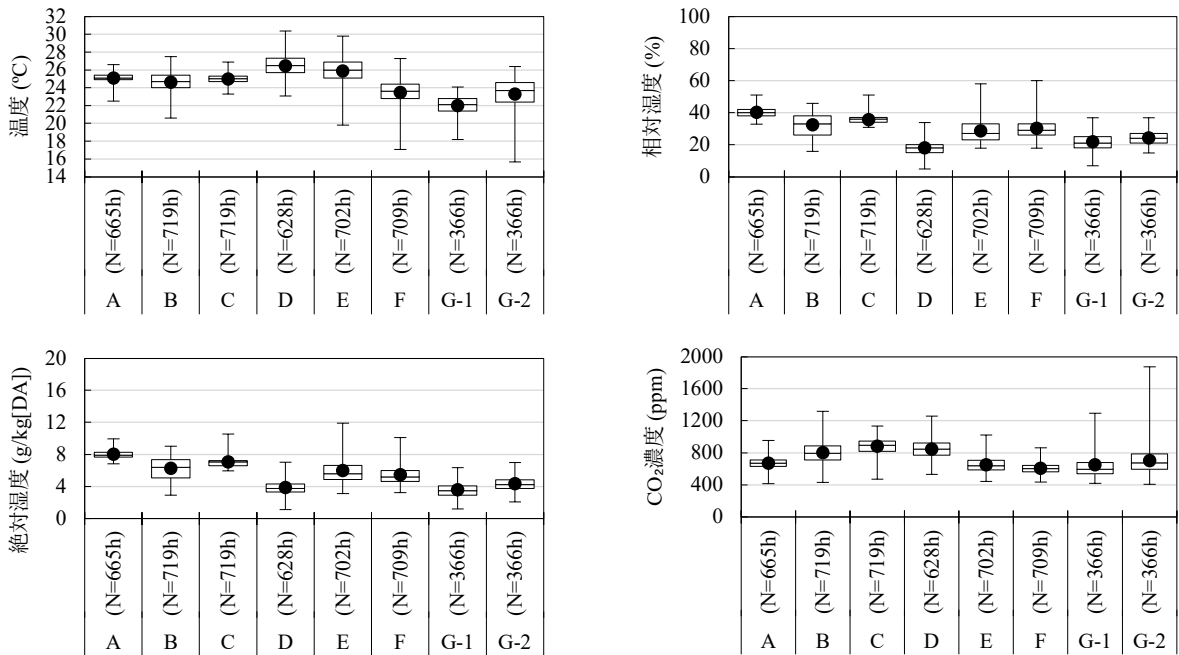
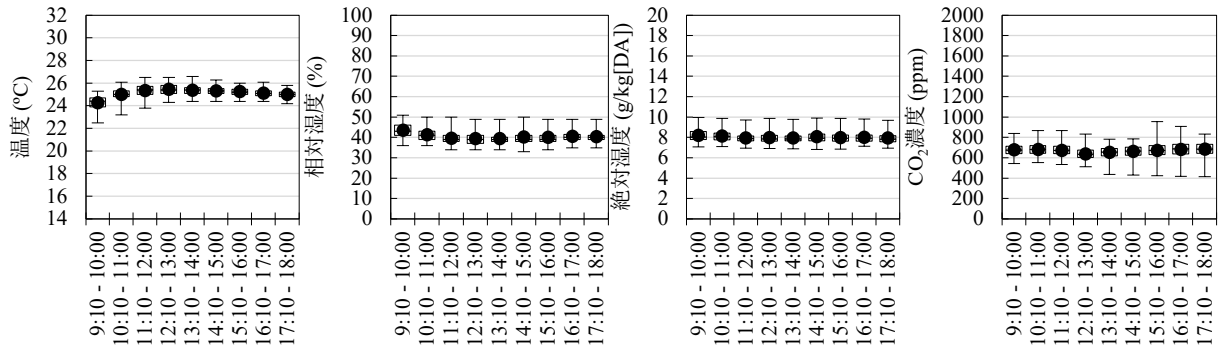
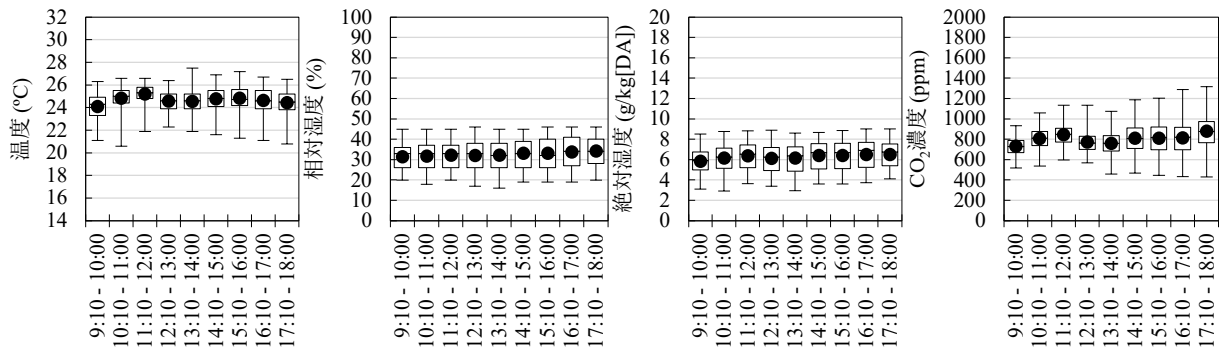


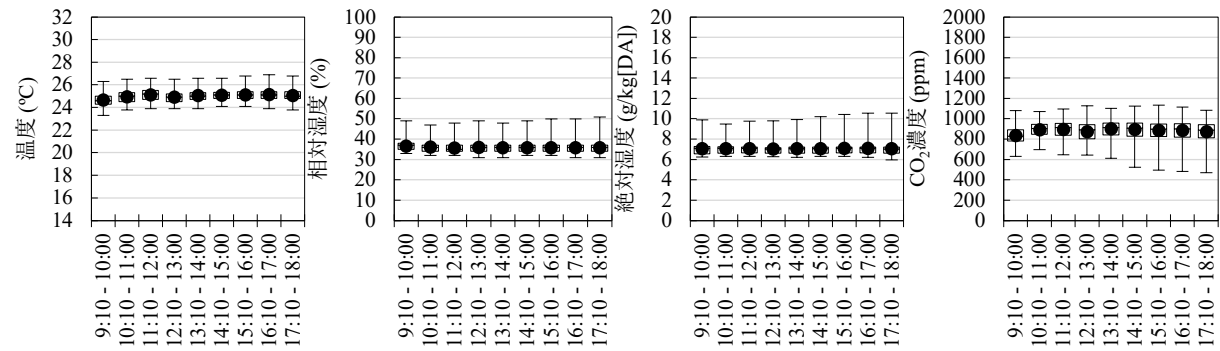
図 2-1-3 温度・相対湿度・絶対湿度・CO₂濃度の測定結果 (12 - 3 月, 営業日・営業時刻)



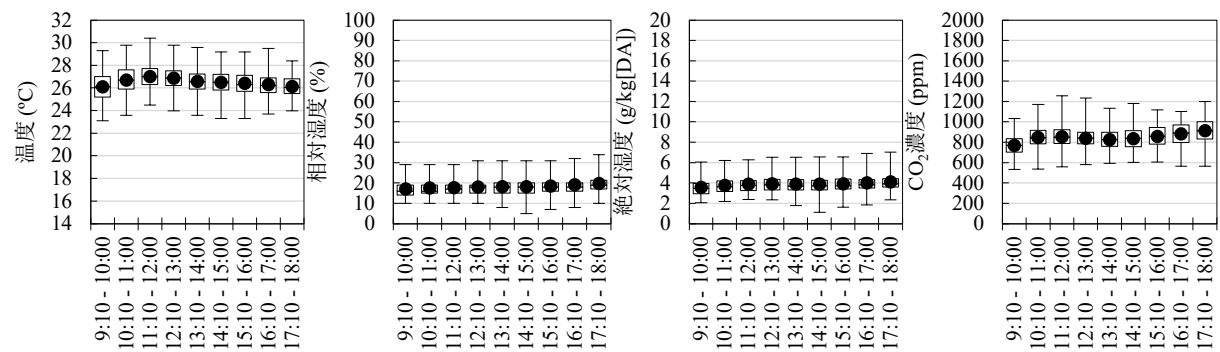
A (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18時)



B (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18時)

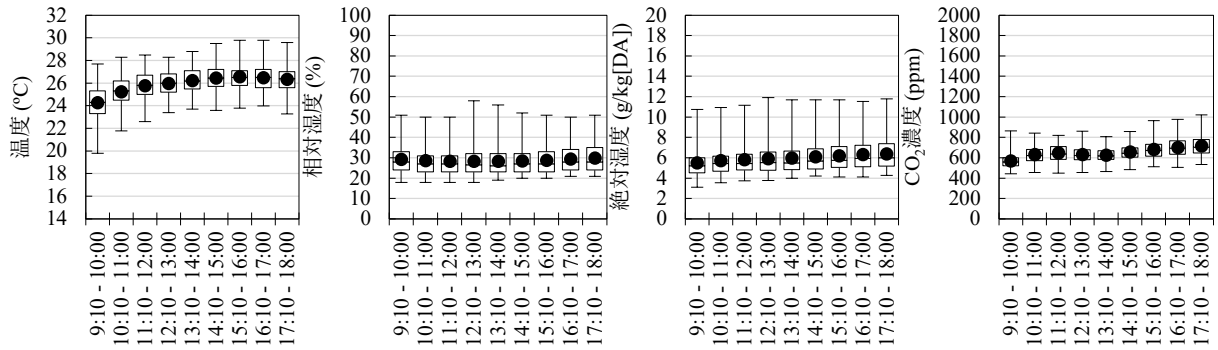


C (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18時)

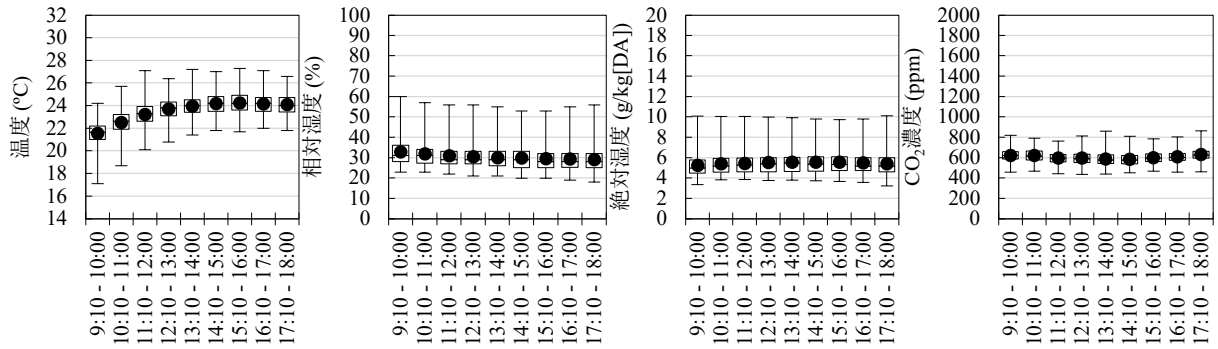


D (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18時)

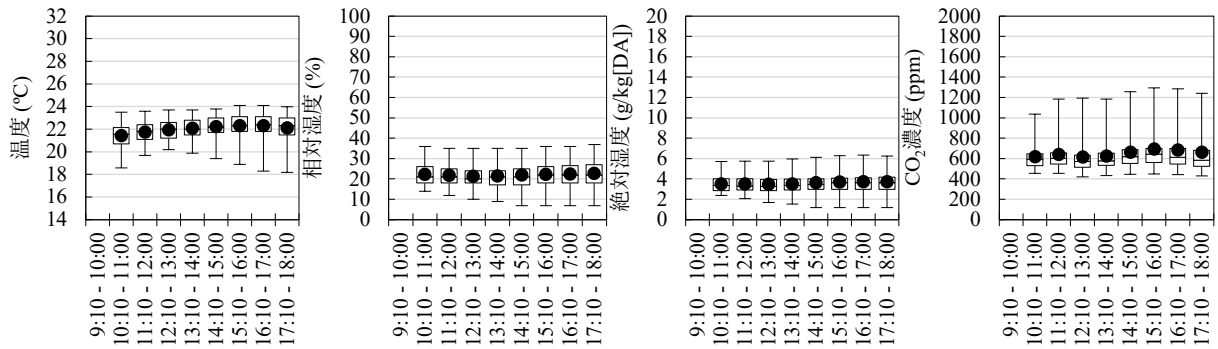
図 2-1-4-1 温度・相対湿度・絶対湿度・CO₂濃度の時刻別測定結果 (A - D)



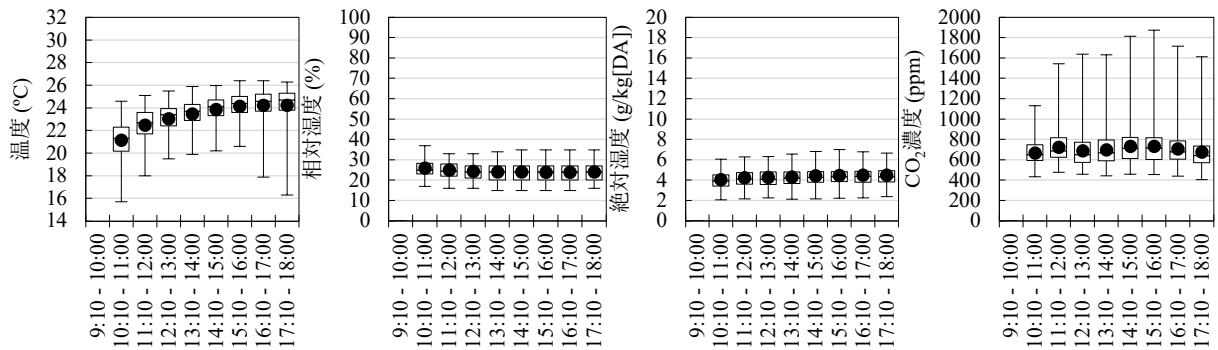
E (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18時)



F (2022/12/1 - 2023/3/31, 営業日 9 - 18時)



G-1 (2022/12/7 - 2023/2/15, 営業日 10 - 18時)



G-2 (2022/12/7 - 2023/2/15, 営業日 10 - 18時)

図 2-1-4-2 温度・相対湿度・絶対湿度・CO₂濃度の時刻別測定結果 (E - G)

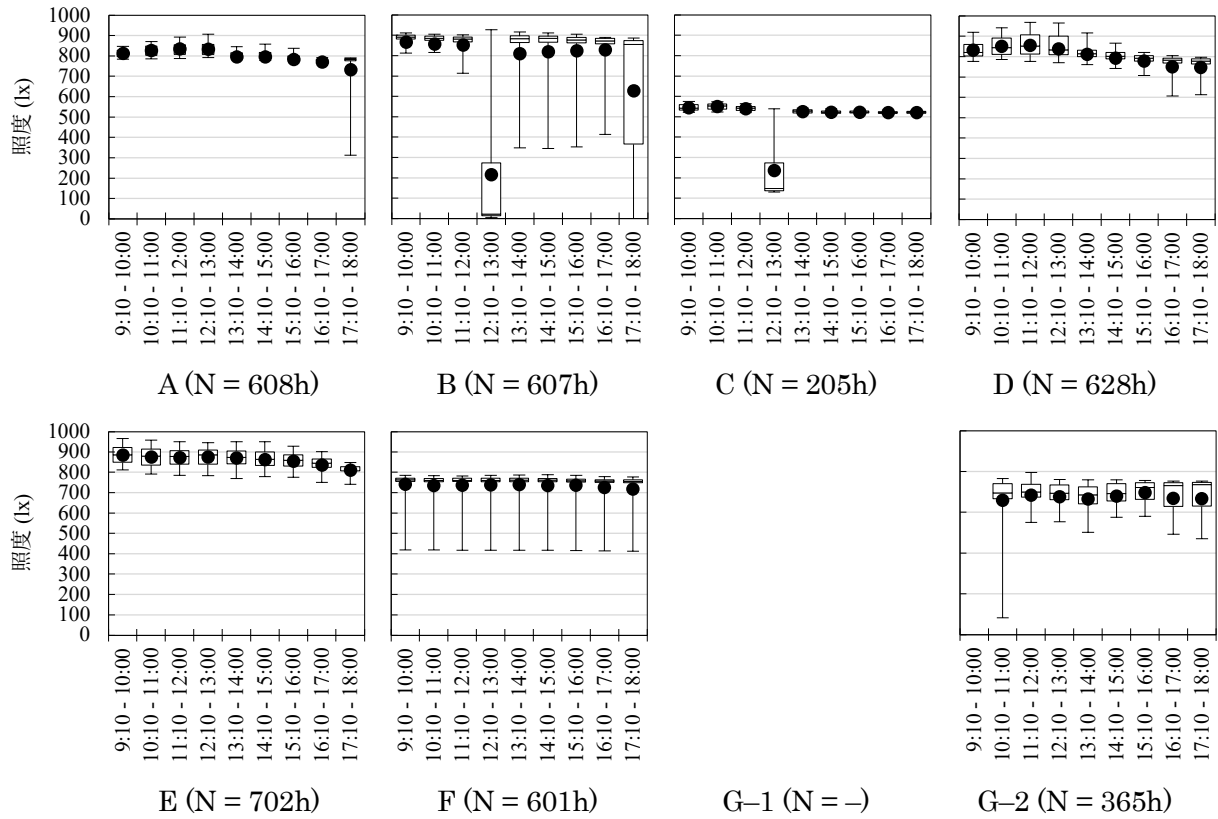


図 2-1-5 照度の時刻別測定結果 (12-3月)

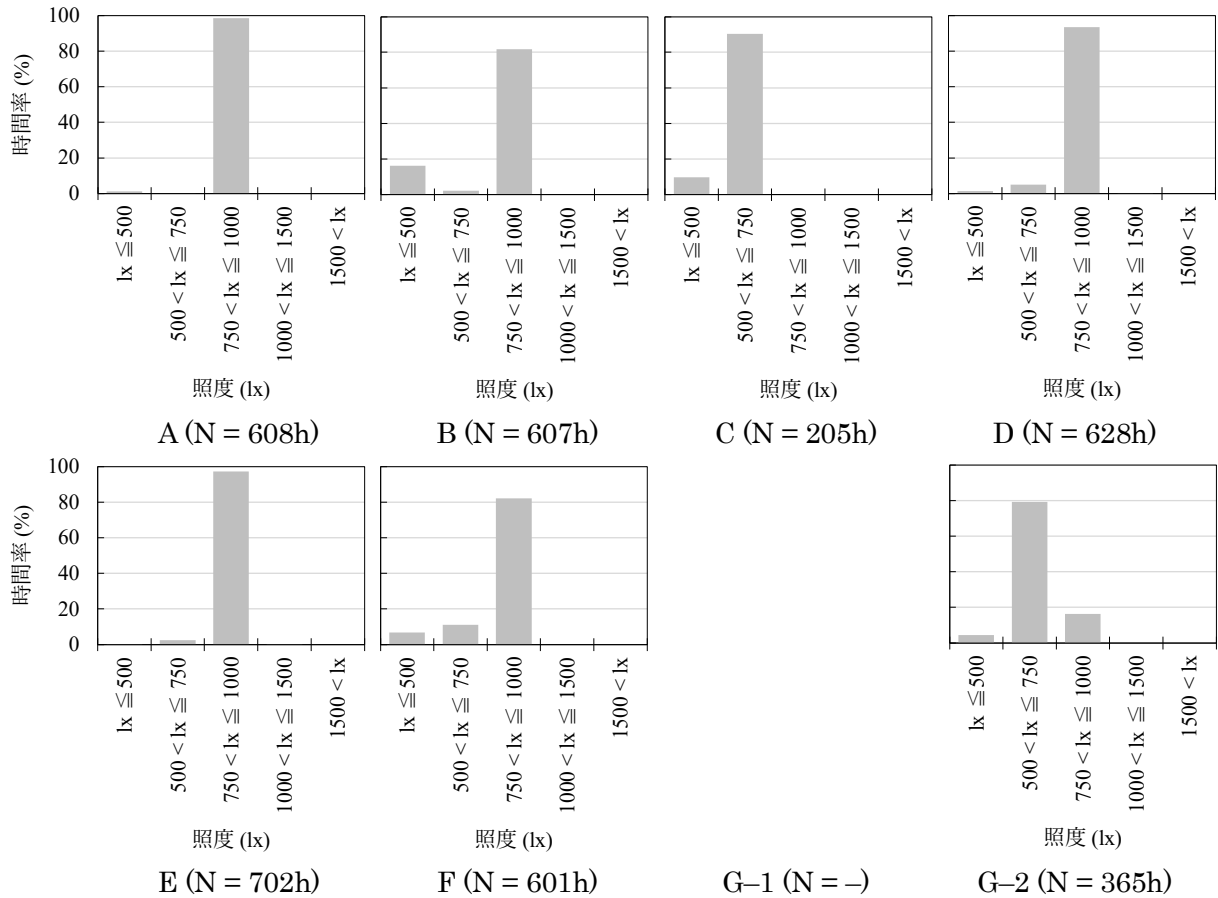


図 2-1-6 照度のヒストグラム (12-3月, 営業日・営業時刻)

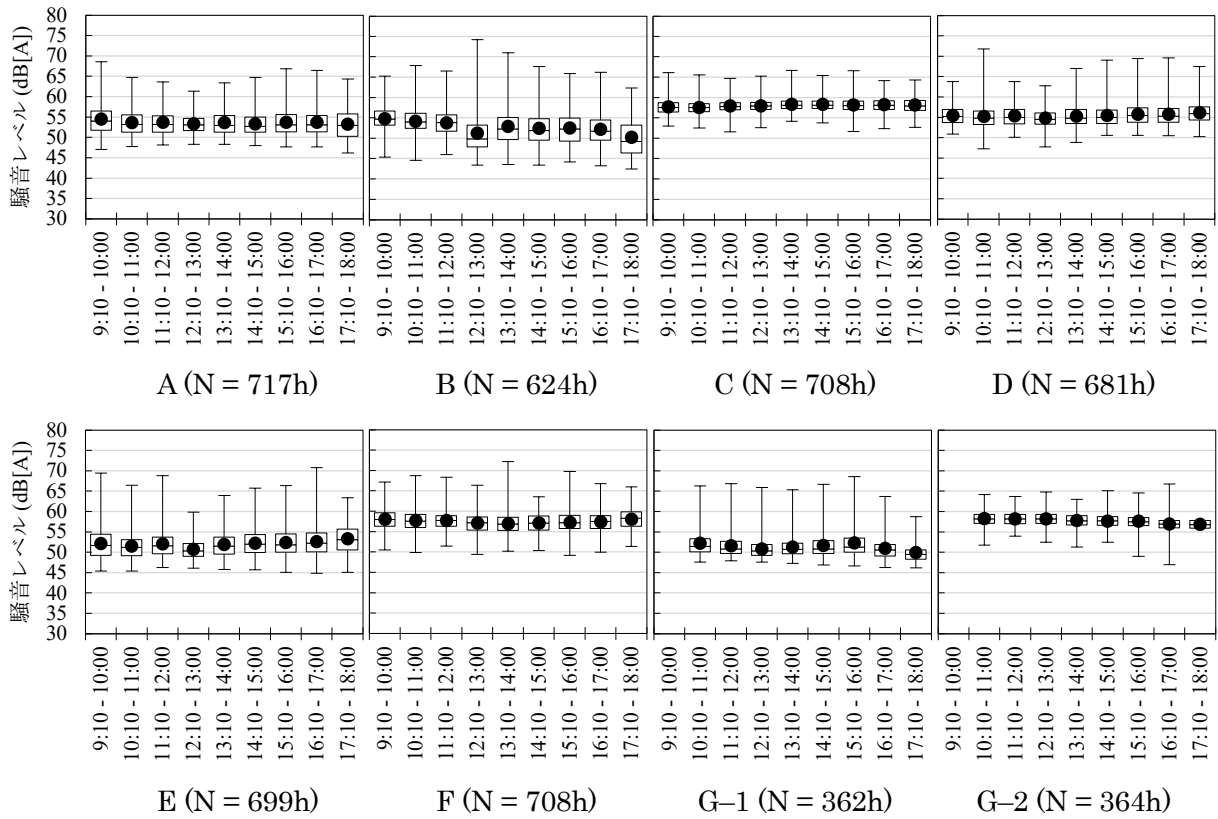


図 2-1-7 騒音レベルの時刻別測定結果 (12-3月)

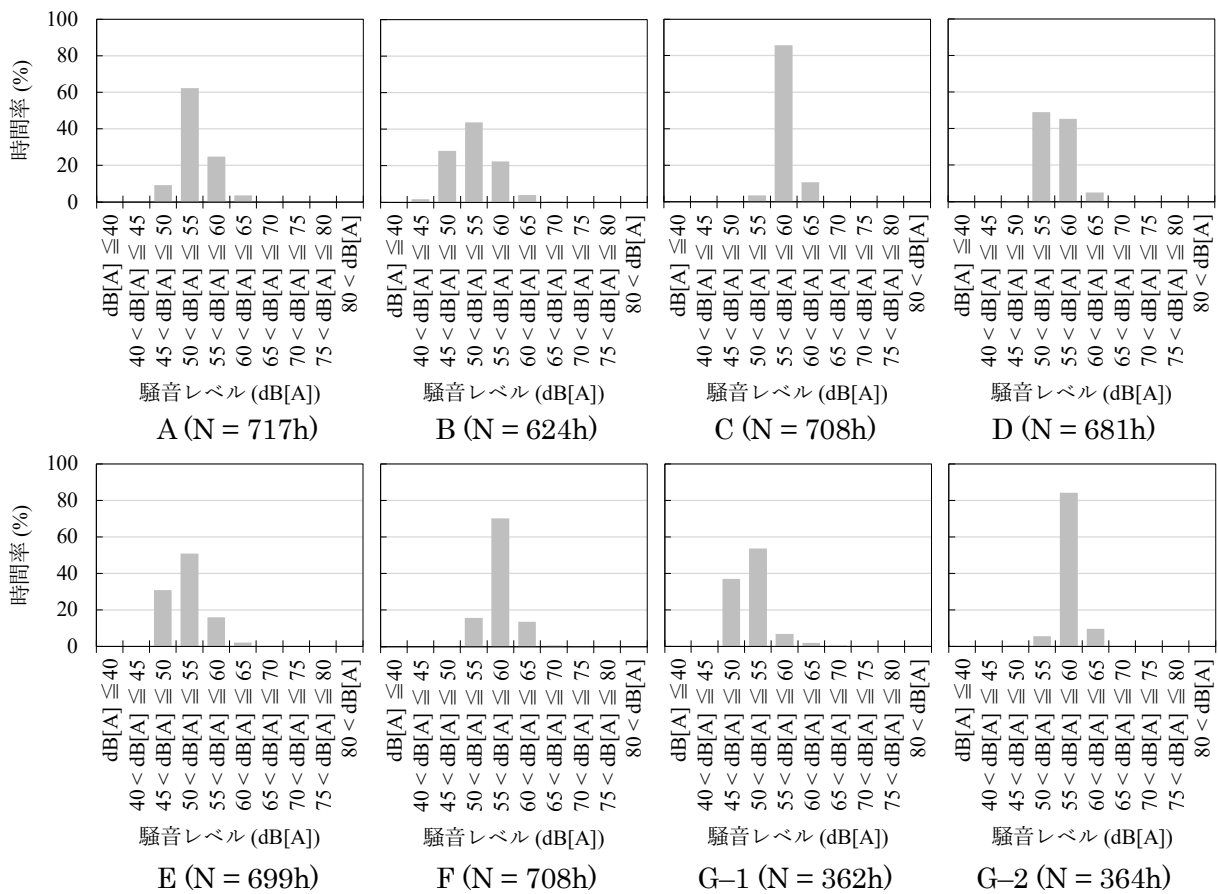


図 2-1-8 騒音レベルのヒストグラム (12-3月, 営業日 9-18時)

2-2. 温湿度に関する詳細測定と主観評価結果

A. 研究目的

本節では温湿度に着目して室内環境の詳細測定ならびに主観評価調査を実施した。本節の前半では室内の温湿度平面分布・上下温度分布・黒球温度を測定した結果を報告する。本節の後半では主観評価調査の集計結果を報告するとともに温湿度に着目して執務者の主観評価により適切に室内環境を評価可能な項目を検討した。

B. 研究方法

室内環境測定の概要を表 2-2-1 に示す。詳細測定は 2023 年 2 月から 3 月の期間の内、1 日を選定して 10～16 時に測定した。温湿度は平面分布を把握するため、複数点に機器を設置し 1 分間隔で測定した。また、上下温度分布と黒球温度はペリメータとインテリアに各 1 点設置し 1 分間隔で測定した。なお、本節では平均放射温度による評価を実施しているが、平均放射温度 (\bar{t}_r) は下記式から算出した。

$$\bar{t}_r = \left[(t_g + 273)^4 + \frac{1.1 \cdot 10^8 \cdot v_a^{0.6}}{\varepsilon_g \cdot d^{0.4}} (t_g - t_a) \right]^{\frac{1}{4}} - 273$$

ここに、 t_g : 黒球温度(°C)
 v_a : 気流速度(m/s)
 ε_g : 平均放射率
 d : 黒球の直径
 t_a : 空気温度(°C)

式中の気流速度は空気環境 6 項目測定で測定した平均値を使用した。なお、図 2-2-1 には、各建物における長期測定用の測定機器設置位置を示すが、温湿度は最大で 7 点設置しており、「長期」と記載されているものは本章 1 節で設置している長期室内環境測定用の測定機器である。A・B・C・D・F では当機器も 1 分間隔で測定したデータがあるため併せて分析する。

主観評価調査の概要(温湿度環境、個人特性のみ)を表 2-2-2 に示す。主観評価調査は詳細測定と同日に実施し、温湿度環境のほか、着座位置と回答者属性を調査した。121 名から回答を得たが、G-2 は 2 名である。調査票については別紙の Q-1、Q-2、Q-10 を参照されたい。な

表 2-2-1 室内環境詳細測定の概要(温湿度環境に関する項目のみ)

【詳細測定】
1) CO ₂ 濃度・温度・相対湿度：T&D TR-76Ui, 1分間隔, 最大7点設置
2) 上下温度分布：ESPEC RSW-21S, F.L.+100, F.L.+600, F.L.+1 100, F.L.+1 700, 1分間隔, ペリメータ・インテリア各1点設置
3) 黒球温度：柴田科学 グローブサーモメーター75mm・T&D TR-71Ui, F.L.+1 100, 1分間隔, ペリメータ・インテリア各1点設置
4) 空気環境 6 項目：柴田科学 IES-5000, 1分間隔, 1点設置

表 2-2-2 主観評価調査の概要(温湿度環境・個人特性)

【温度環境】
1) 現在居る空間の予想温湿度：記述回答
2) 足元の温度環境：7件法・単一回答
3) 手の温度感覚：7件法・単一回答
4) 気流の有無：4件法・単一回答
5) 温度環境の満足度：7件法・単一回答 → 「不満側」の場合、理由：5件法・単一回答
【湿度環境】
1) 乾燥感の有無：2件法 → 「有」の場合、乾燥部位：9件法・複数回答
2) 空間の湿り程度：7件法・単一回答
3) 静電気の有無：4件法・単一回答
4) 湿度環境の満足度：7件法・単一回答 → 「不満側」の場合、理由：5件法・単一回答
【個人特性】
1) 年齢層 2) 性別 3) 勤務年数 4) 勤務地以前の居住地 5) 主観評価調査当日の体調
6) 主観評価調査直前の行動 7) 暑がり・寒がり 8) 着衣状態 9) 回答者本人の喫煙の有無
10) 回答者の同居人の喫煙の有無 11) 既往症歴 12) 業務の集中度 13) 終業時の疲労の有無 14) 住居形態
15) 自宅の築年数 16) 自宅居間の暖房装置 17) 自宅居間の設定温度 18) 自宅居間の暖房利用時間
19) 自宅の温熱環境の満足度 20) 通勤時間 21) 主観評価調査当日の出勤時刻
22) 主観評価調査当日の退勤予定時刻

お、主観評価調査は121名から回答を得た。しかし、G-2は回答者数が2名であったことから「C.2. 主観評価調査」では結果を示すが、「C.3. 主観評価による温湿度管理手法の検討」では分析対象外とし、単純にGと示している。

C. 研究結果

C.1. 室内環境の詳細測定

温度・相対湿度・絶対湿度の詳細測定結果を図2-2-2に示す。本図は測定点毎に10～16時の平均値を算出し、全測定点の内、最高値・中央値・最低値を示している。

Aにおいては温度の最低値が22.9°Cであるが、これは6番(図2-2-1参照、以降同様)の測定値である。6番は休憩スペースであり、他の測定点よりも温度が低くなった可能性がある。6番を除けば24.5～25.0°Cであった。相対湿度の最高値は48%であるが、これは6番の測定値である。前述のとおり温度が低い点であったため、相対湿度が高くなったと考えられる。6番を除けば39～42%であった。

Bにおいては平面分布が小さく、温度は25.0～25.2°C、相対湿度は31～34%であった。

Cにおいては温度の最低値が24.8°Cであり、他の点よりも低くなっているが、これは4番の測定値である。4番は休憩スペースであり、他の測定点よりも温度が低くなった可能性がある。4番を除けば25.4～25.6°Cであった。なお、相対湿度は35～37%であった。

Dにおいては温度の最高値が25.8°C(長期測定用機器)、最低値が24.7°C(5番)であり、測定点により1K程度の差があった。25°Cを下回ったのは1番、2番、5番であるが、いずれも室入口付近の測定点であることから廊下からの冷氣による影響である可能性がある。なお、相対湿度は29～33%であった。

Eにおいては温度の最高値が26.5°C(5番)、最低値が25.8°C(4番)であった。詳細測定日の最高外気温度が約23°Cであったことからペリメータに設置した5番が最高値を記録している。なお、相対湿度は38～39%であった。

Fにおいては平面分布が小さく、温度は23.7～24.2°C、相対湿度は29～31%であった。

Gの2階においては温度の最高値が27.3°C

となっているが、これは2番の測定値である。2番は机上面に測定機器を設置していたが、直上に空調機器が設置されていたことから空調吹出し空気の影響によるものと考えられる。2番を除けば20.6～21.2°Cであった。相対湿度の最高値は12%であるが、これは2番の測定値である。前述のとおり温度が高い点であったため、相対湿度が低くなったと考えられる。2番を除けば18～21%であった。Gの3階においては平面分布が小さく、温度は21.9～22.4°C、相対湿度は22～25%であった。

平均放射温度の測定結果を図2-2-3に示す。本図は10～16時に測定した温度・黒球温度・気流速度の平均値から平均放射温度を算出して示している。本測定は冬期に実施していることから多くの建物でペリメータの温度が低くなっている。一方でEにおいては詳細測定日の最高外気温度が約23°Cであったことからペリメータの方が高くなった。

上下温度分布の測定結果を図2-2-4に示す。温図は10～16時の最高値・平均値・最低値を示している。測定時期の影響もあるが、GのF.L.+100mm(ペリメータ)の平均温度は17.7°Cであった。その他の建物のF.L.+100mm(ペリメータ)でも平均温度は22°C以上であった。また、ASHRAE(米国暖房冷凍空調学会)のASHRAE55¹⁾では、上下温度分布は着座状態でF.L.+100mmとF.L.+1,100mmの位置の温度差が3K以内となるよう推奨しているが、Gを除いた6件で達成している。

C.2. 主観評価調査

C.2.1. 温度環境

温度環境に関する主観評価結果を図2-2-5～図2-2-9に示す。足元の温度環境は全体で38%の回答者が寒冷側の回答であった。特にB・F・Gでは過半数の回答者が寒冷側の回答であった。手の温度感覚は全体で27%が寒冷側・42%が温暖側であり、温暖側の方が高い結果であった。特にAでは75%の回答者が温暖側の回答であった。一方でF・Gでは過半数の回答者が寒冷側の回答であった。気流の有無は全体で36%の回答者が気流感有の回答であった。気流感有の回答率が最も高いのはGであり、窓開け換気を実施していたことが要因と考えられる。温度

環境の満足度は全体で 40%の回答者が不満側・39%が満足側の回答であった。満足度側の回答率が最も高いのは E (82%)、最も低いのは G (0%) であった。なお、不満側の回答であった 60 名の理由については図 2-2-9 に示すとおりであり、F と G では「暖かくしたい」という回答が最多であった一方で、C・D・E は「涼しくしたい」・「やや涼しくしたい」という回答が最多であった。

C.2.2. 湿度環境

湿度環境に関する主観評価結果を図 2-2-10～図 2-2-14 に示す。乾燥感の有無は全体で 49%の回答者が乾燥感有の回答であった。特に B と G で乾燥感有の回答が多く、B では 75%の回答者が乾燥感有の回答であった。空間の湿り程度は全体で 58%の回答者が乾燥側の回答であった。また、B と G で乾燥側の回答が多いことから乾燥感の有無と概ね同等の結果であると考えられる。静電気の有無は全体で 31%の回答者が静電気有の回答であった。湿度環境の満足度は全体で 35%の回答者が不満側・36%の回答者が満足側の回答であった。満足側の回答率が最も高いのは E (82%)、最も低いのは G-2 (0%) であった。なお、不満側の回答であった 51 名の理由については図 2-2-14 に示すとおりであり、ほとんどの回答者が「加湿したい」・「やや加湿したい」という回答であった一方で、「やや除湿したい」・「除湿したい」と回答した回答者は 4 名であった。

C.3. 主観評価による温湿度管理手法の検討

C.1.および C.2.で得られた結果を基に、執務者の主観評価により適切に室内環境を評価可能な項目を検討する。はじめに、回答者が室内温湿度環境を正しく認識しているかを判定するために、温湿度の測定値と回答者の予想温湿度の相関を図 2-2-15～図 2-2-16 に示す。有効な回答が得られた 112 名の内、約 57%が±3K・約 88%が±5K 以内の回答、相対湿度も 112 名の内、約 36%が±5%RH・約 61%が±10%RH 以内の回答であり、概ね回答者は温湿度環境を正しく認識していると考えられる。しかし、D において室内温度が 26.5°C であるのに対して 18°C と回答がある場合や F において室内相対湿度が 27%であるのに対して 70%と回答があ

る場合など個人差が大きい結果となった。また、温度は約 81%の回答者が室内温度よりも低く回答している一方で、相対湿度は約 81%の回答者が室内相対湿度よりも高い回答であり、冬期の湿度環境を管理するうえでは危険側の回答であった。

次に、満足度に影響する因子を判定するために、室内温湿度と満足側回答率の相関を図 2-2-17、足元の温度環境・手の温度感覚・気流感の有無と満足度の相関を図 2-2-18～図 2-2-20・表 2-2-3～表 2-2-6、空間の湿り程度と満足度の相関を図 2-2-21・表 2-2-6 に示す。室内温度と満足側回答率の相関には正の相関が見られ、満足側回答率は平均温度が最も高い E では 82%、平均温度が最も低い G では 0%であった。室内相対湿度・室内絶対湿度と満足度の相関には正の相関が見られ、満足側回答率は平均絶対湿度が最も高い E では 82%、平均絶対湿度が最も低い G では 0%であった。また、足元の温度環境・手の温度感覚・気流感の有無と満足度の関係ならびに空間の湿り程度と満足度の関係によると、有意水準を 0.05 としたときのカイ二乗検定の独立性の検定によると、温度環境の満足度は「足元の温度環境」・「気流感の有無」と有意な相関があり、湿度環境の満足度も「空間の湿り程度」と有意な相関があった。また、残差分析によると足元の温度環境で寒冷側の申告をする回答者の不満側の回答は有意に高く、空間の湿り程度で乾燥側の申告をする回答者の不満側の回答も有意に高い。

最後に、全回答者数に対する足元の温度環境が寒冷側の回答・空間の湿り程度が乾燥側の回答である回答者数の比と平均温湿度の相関を図 2-2-22 に示す。F.L.+100mm の温度が最も低い G では寒冷側申告率が高く、特にペリメータでは全回答者が寒冷側の申告であった。また、いずれの建物においてもペリメータの寒冷側申告率がインテリアの寒冷側申告率よりも高く、平均放射温度・上下温度分布の測定値と相関が見受けられる。さらに、温度と寒冷側申告率・相対湿度と乾燥感申告率にはいずれも負の相関が見られた。例えば、図 2-2-23 によると、A では平均相対湿度が約 40%RH の時に乾燥側申告率が約 50%となっていることから、構築するレー

ティングシステムにおいて乾燥側申告率が50%を超過したときに対策を講じる等が考えられることから、これらの申告率は温湿度の維持管理に利用できる可能性がある。

D. まとめ

本節では温湿度に着目して執務者の主観評価により適切に室内環境を評価可能な項目を検討するために、(1)室内環境の詳細測定、(2)主観評価調査、(3)主観評価による温湿度管理手法の検討を実施した。

(1)室内環境の詳細測定では温湿度の平面分布、平均放射温度、上下温度分布を測定した。本研究で対象とした7件の建物では休憩スペースを除いて温湿度の平面分布は大きくなく最大でも1.1K(D)であった。平均放射温度は冬期に実施していることから多くの建物でペリメータの温度が低くなっている。上下温度分布は多くの建物でF.L.+100mmとF.L.+1,100mmの位置の温度差が3K以内となっているが、F.L.+100mmの位置で17.7°Cとなる建物もあった(G)。

(2)主観評価調査では足元の温度環境、手の温度感覚、気流感の有無、乾燥感の有無、空間の湿り程度、静電気の有無に関して集計結果を示すとともに温湿度環境の満足度を示した。温度環境の満足度は121名の回答者の内、40%の回答者が不満側・39%が満足側の回答であった。湿度環境の満足度は121名の回答者の内、35%の回答者が不満側・36%の回答者が満足側の回答であった。

(3)主観評価による温湿度管理手法の検討では、執務者の予想温湿度、温湿度環境の満足度、寒冷側申告率・乾燥側申告率に着目した温湿度管理手法を検討した。執務者の予想温湿度については概ね回答者は温湿度環境を正しく認識していると考えられるが、個人差が大きいことや相対湿度は危険側の予想をする回答者が多いことが課題として挙げられた。温湿度環境の満足度については室内温湿度と正の相関が見られ、温度環境の満足度は「足元の温度環境」・「気流感の有無」と有意な相関があり、湿度環境の満足度も「空間の湿り程度」と有意な相関があった。寒冷側申告率・乾燥側申告率については室

内平均温湿度と負の相関があり、例えば、構築するレーティングシステムにおいて乾燥側申告率が50%を超過したときに対策を講じる等の運用の可能性が示された。

本節では、温湿度に着目して執務者の主観評価により適切に室内環境を評価可能な項目を検討したが、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。しかし、物件数は7件、回答者数は121名であり、汎用的に適用するためには更なる調査が必要である。今後は夏期の調査も実施し、中小規模建築物における衛生的環境の維持管理手法を構築する予定である。

E. 参考文献

- 1) ANSI/ASHRAE Standard 55-2020 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, ASHRAE, 2020.

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

■ 測定対象エリア ● CO₂濃度・温度・相対湿度 ● 上下温度分布・黒球温度

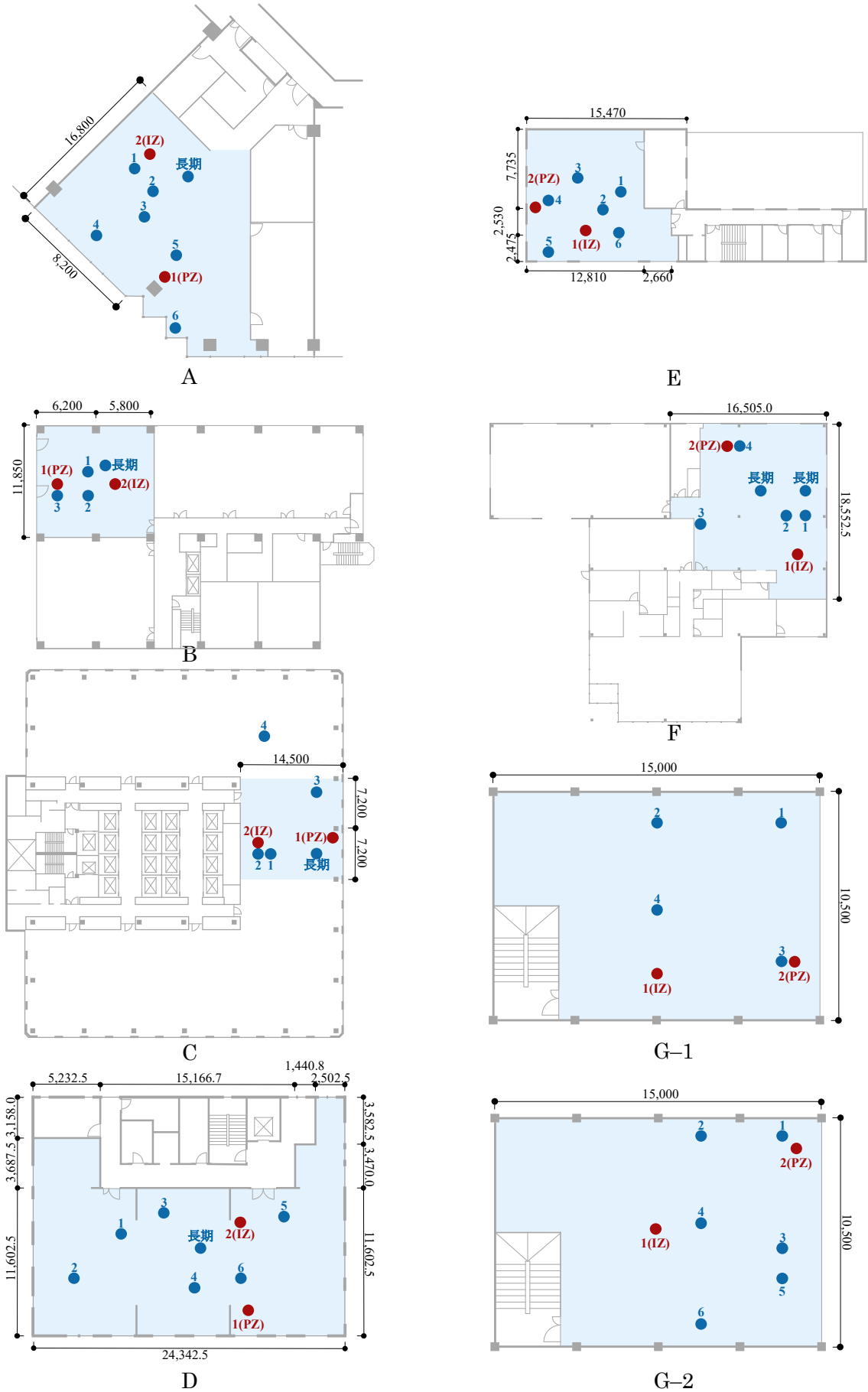


図 2-2-1 長期測定用の測定機器設置位置

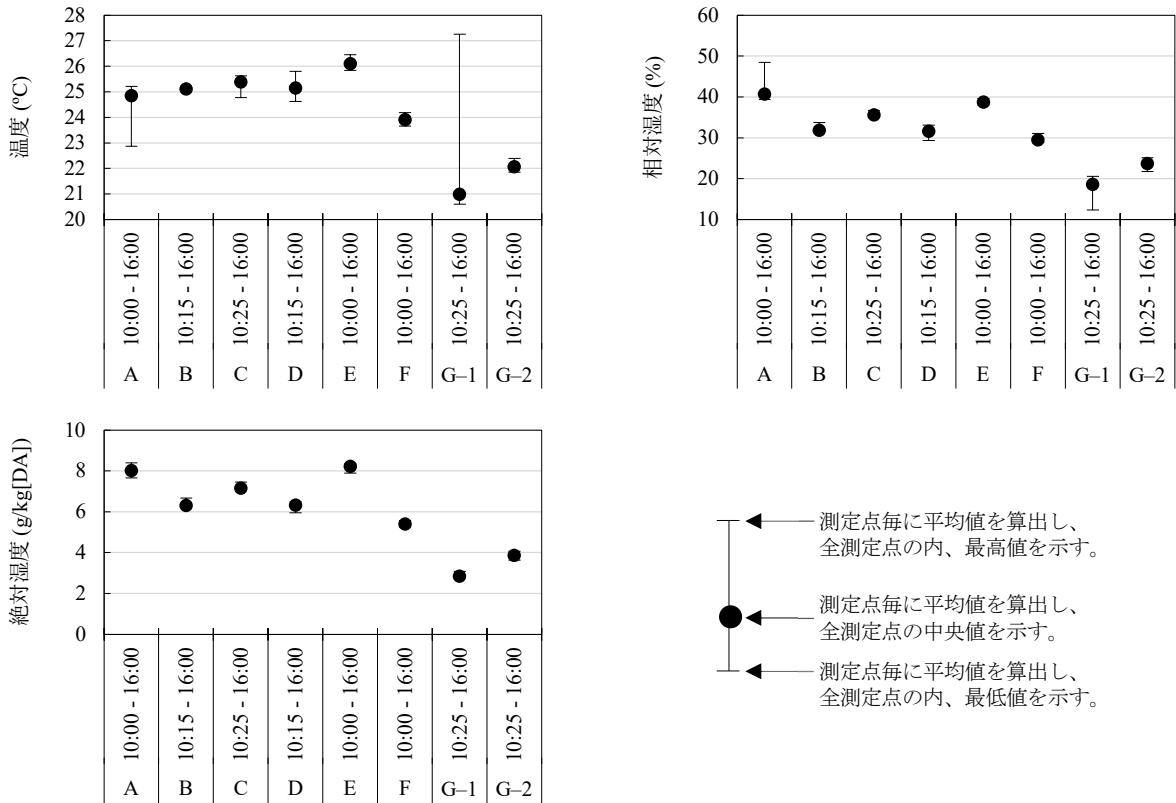


図 2-2-2 温度・相対湿度・絶対湿度の詳細測定結果 (10 - 16 時)

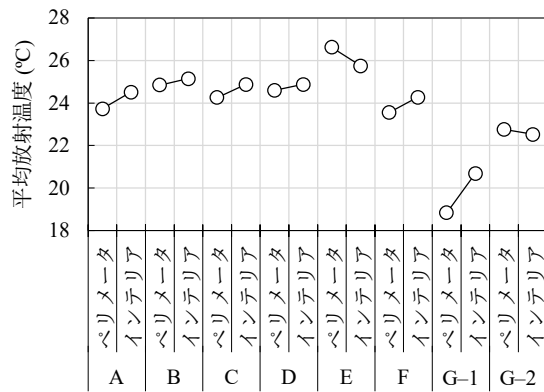


図 2-2-3 平均放射温度 (10 - 16 時の平均値)

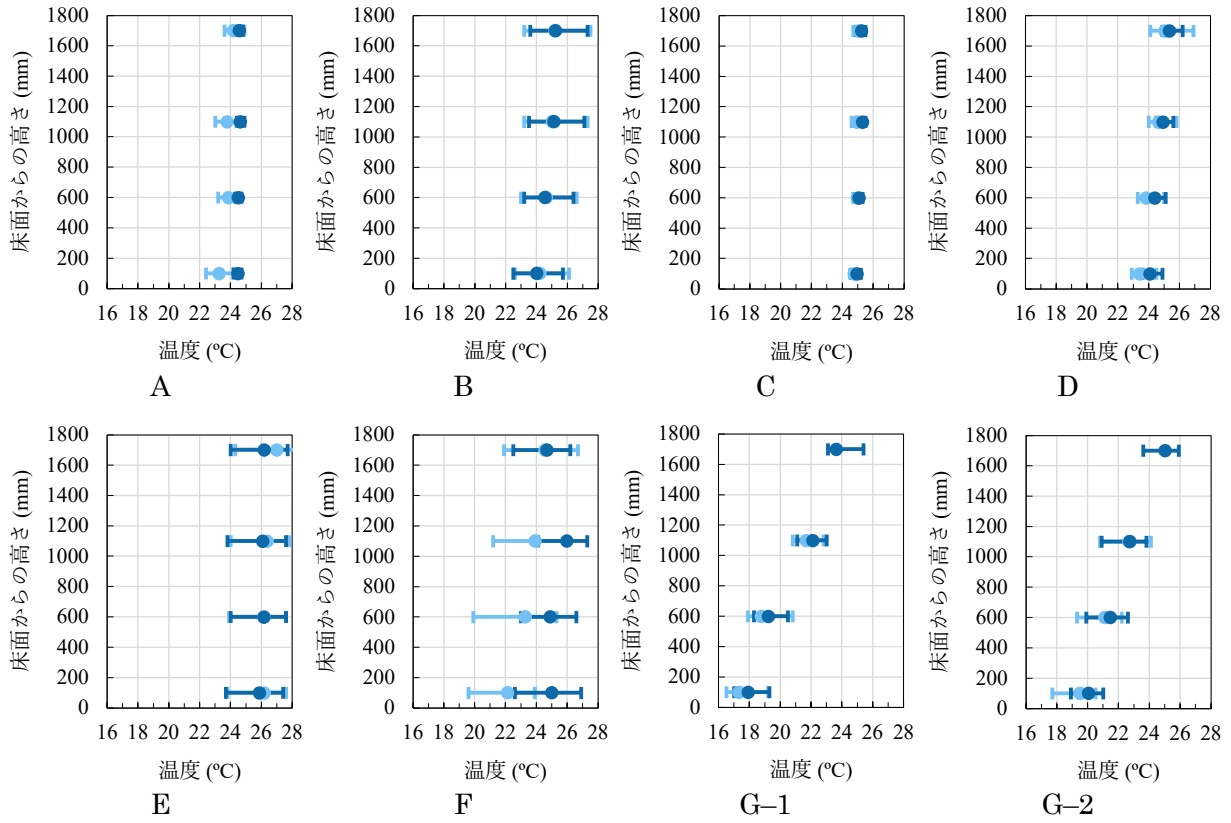


図 2-2-4 上下温度分布 (10-16時)

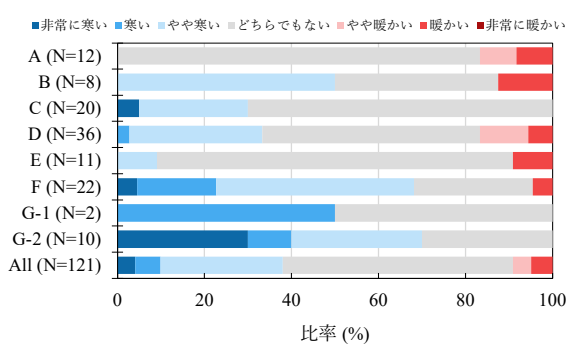


図 2-2-5 足元の温度環境

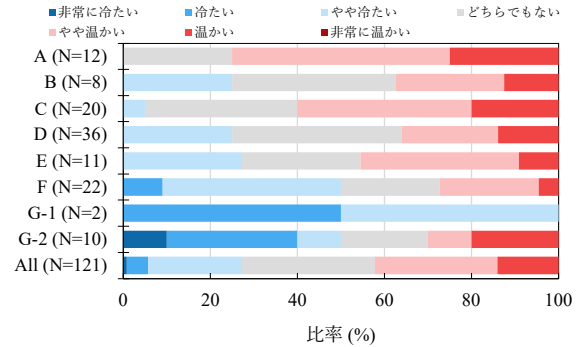


図 2-2-6 手の温度感覚

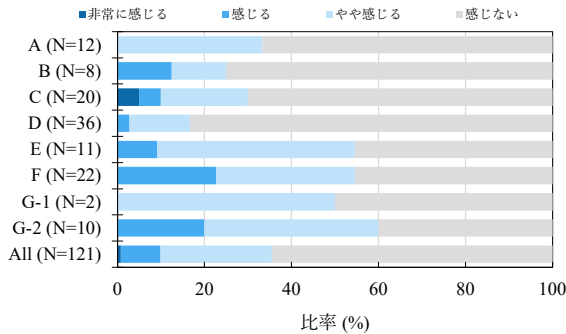


図 2-2-7 気流の有無

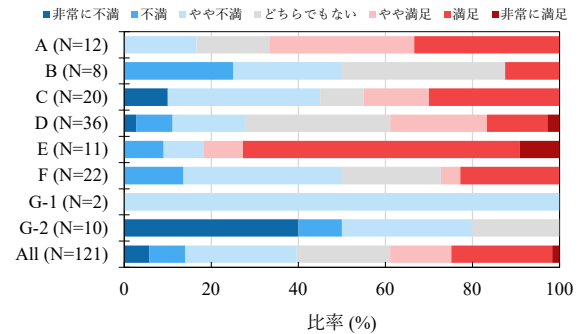


図 2-2-8 温度環境の満足度

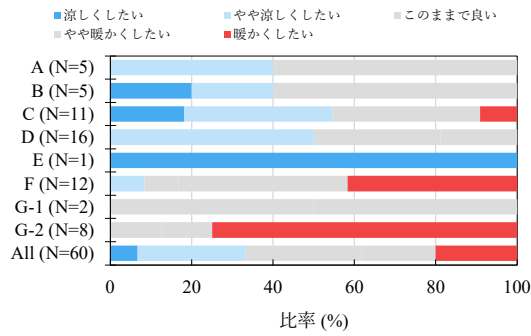


図 2-2-9 温度環境不満側回答者の理由

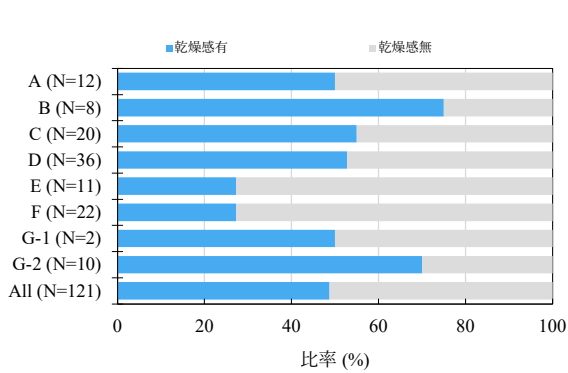


図 2-2-10 乾燥感の有無

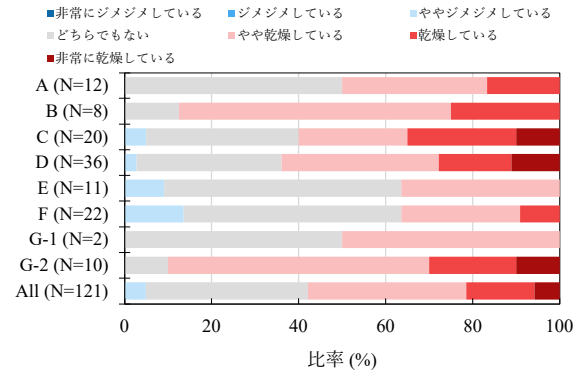


図 2-2-11 空間の湿り程度

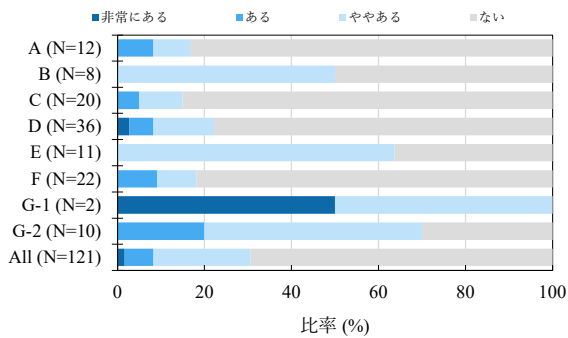


図 2-2-12 静電気の有無

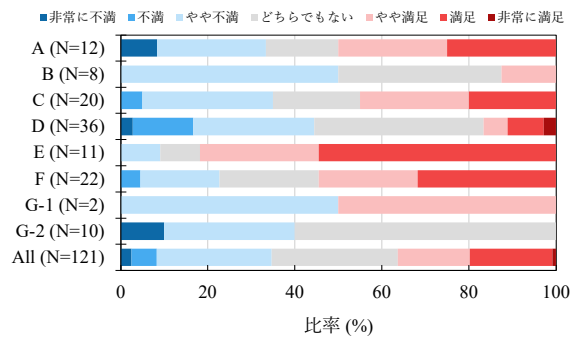


図 2-2-13 湿度環境の満足度

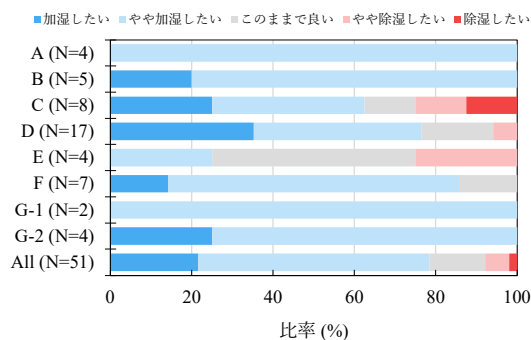


図 2-2-14 湿度環境不満側回答者の理由

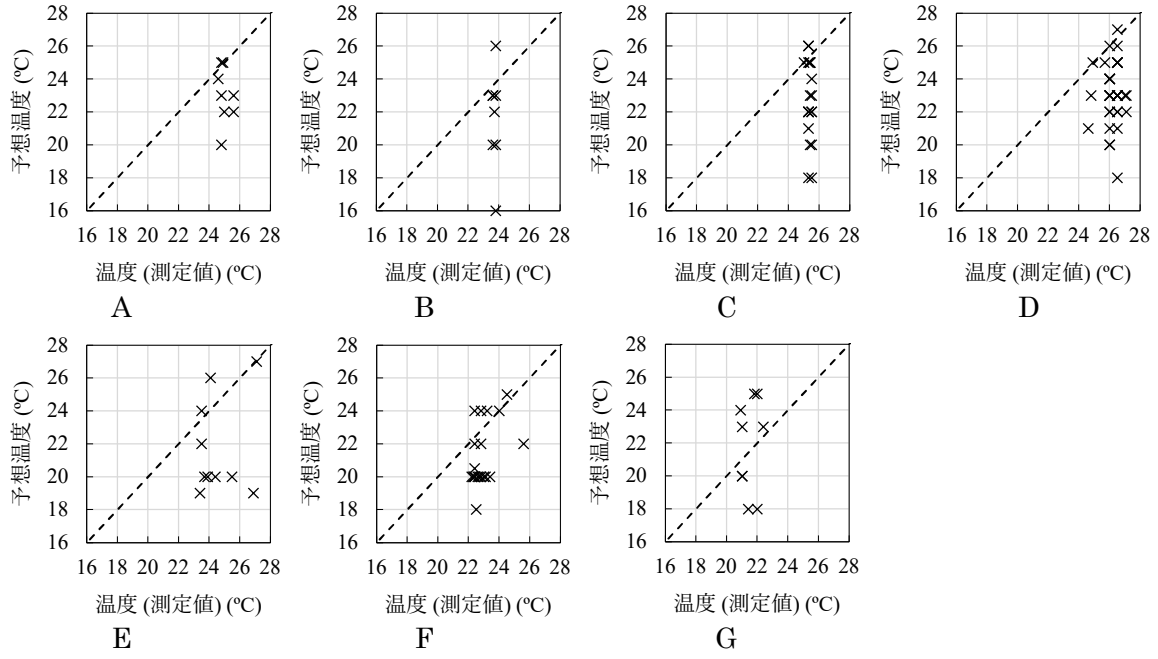


図 2-2-15 室内温度測定値と回答者の予想温度

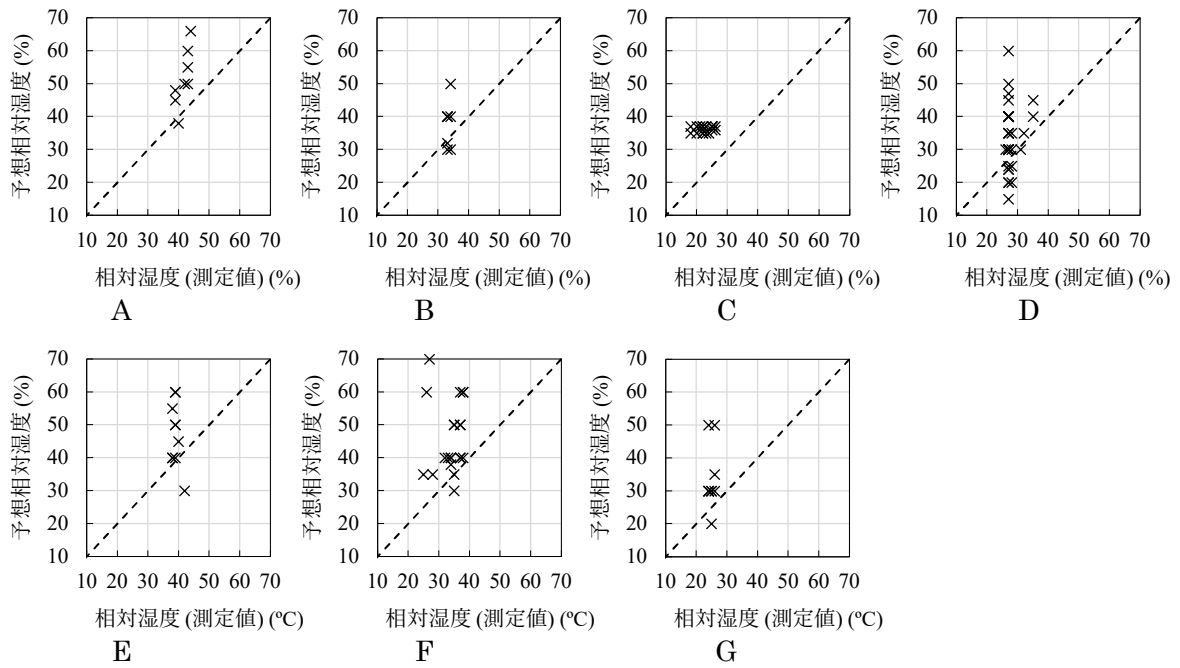


図 2-2-16 室内相対湿度測定値と回答者の予想相対湿度

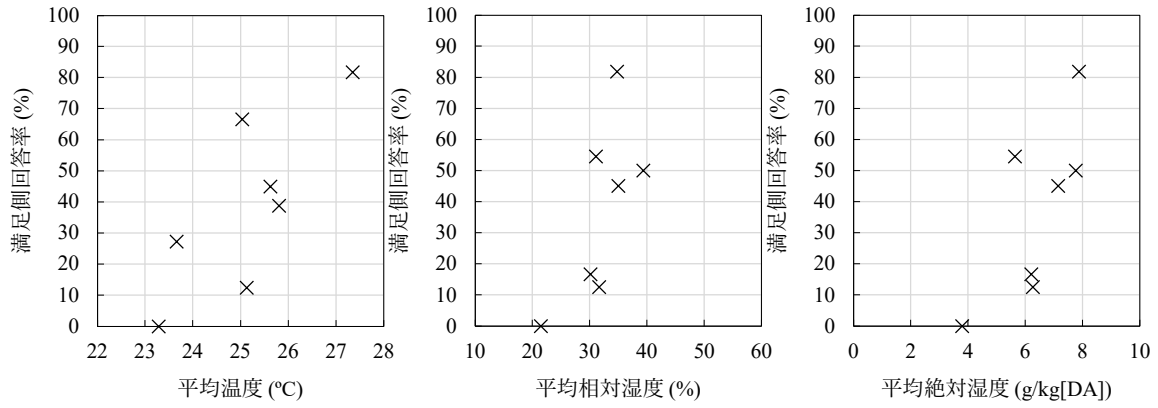


図 2-2-17 室内温湿度と満足側回答率

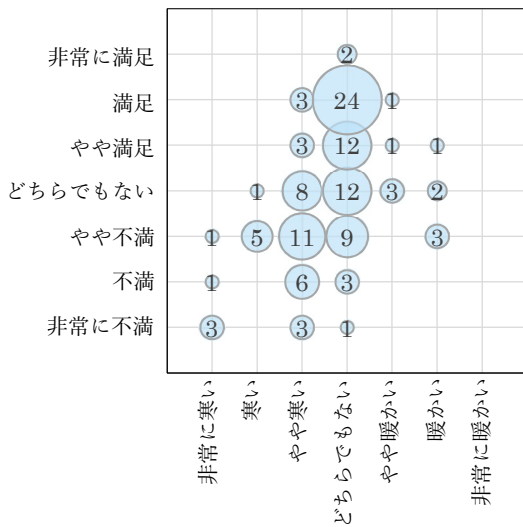


図 2-2-18 足元の温度環境と満足度

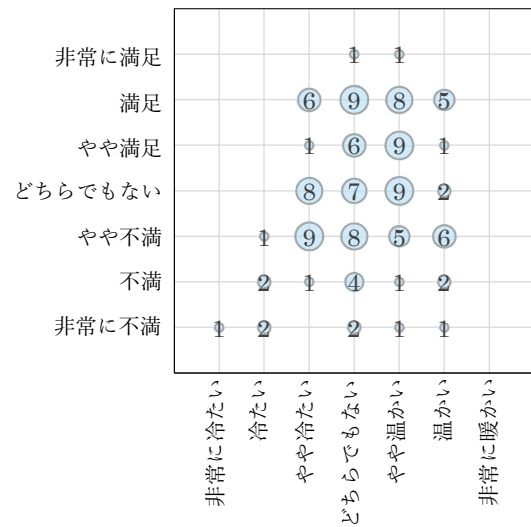


図 2-2-19 手の温度感覚と満足度

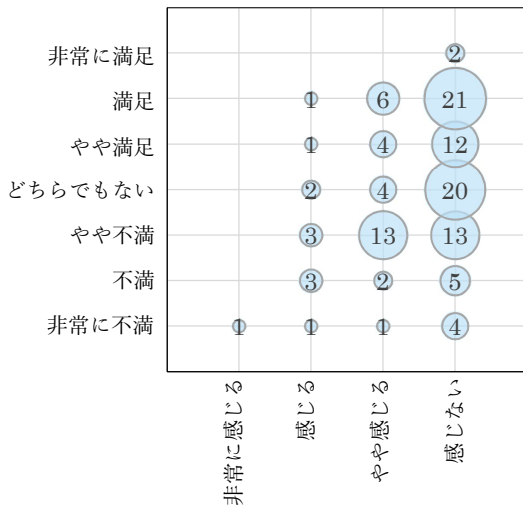


図 2-2-20 気流感と満足度

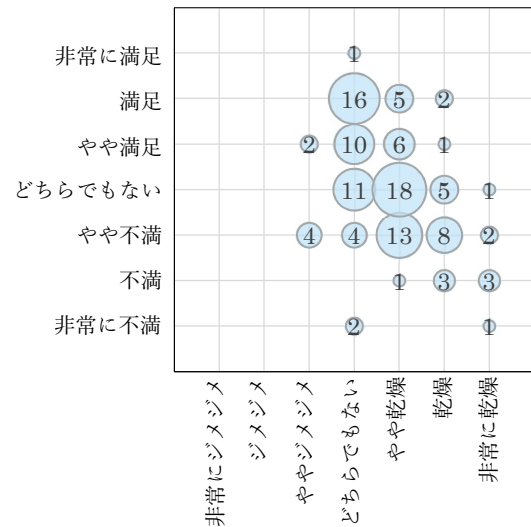


図 2-2-21 空間の湿り程度と満足度

表 2-2-3 温度環境の満足度と
足元の温度環境

		温度環境の満足度		
		不満側	中立	満足側
足元の 温度 環境	寒冷側	30 (+)	9	6 (-)
	中立	13 (-)	12	38 (+)
	温暖側	3	5	3

カイ二乗検定(独立性の検定) : $p < 0.001$
残差分析 (+) : 有意に高い (-) : 有意に低い

表 2-2-4 温度環境の満足度と
手の温度感覚

		温度環境の満足度		
		不満側	中立	満足側
手の 温度 感覚	寒冷側	16	8	7
	中立	14	7	16
	温暖側	16	11	24

カイ二乗検定(独立性の検定) : $p = 0.236$
残差分析 未実施

表 2-2-5 温度環境の満足度と
気流感の有無

		温度環境の満足度		
		不満側	中立	満足側
気流感 の有無	有	24 (+)	6	12
	無	22 (-)	20	35

カイ二乗検定(独立性の検定) : $p = 0.009$
残差分析 (+) : 有意に高い (-) : 有意に低い

表 2-2-6 湿度環境の満足度と
空間の湿り程度

		湿度環境の満足度		
		不満側	中立	満足側
空間の 湿り 程度	湿潤側	4	0	2
	中立	6 (-)	11	27 (+)
	乾燥側	31 (+)	24	14 (-)

カイ二乗検定(独立性の検定) : $p < 0.001$
残差分析 (+) : 有意に高い (-) : 有意に低い

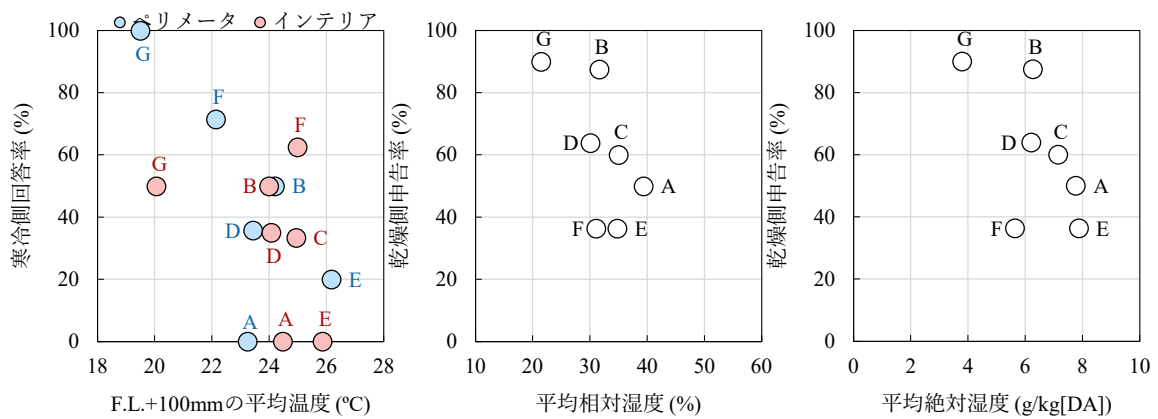


図 2-2-22 室内平均温湿度と寒冷側申告率・乾燥側申告率

2-3. 光環境に関する詳細測定と主観評価結果

A. 研究目的

光環境については建築物衛生法上の制約はないが、労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）に基づく事務所衛生基準規則（昭和47年労働省令第43号）では、事務所作業を前提とした空気環境、照度、騒音及び振動、清潔、休養、救急用具等に関する規定が定められている¹⁾。

令和4年3月1日厚生労働省令第29号では、照度の基準について、『室の作業面の照度を一般的な事務所作業300ルクス以上、付随的な事務所作業150ルクス以上に適合させること』に改正された。事務所側で定める照度の基準は、明るさ不足に伴う眼精疲労や視環境の悪さに伴う悪姿勢による上肢障害等の健康障害を防止する観点から、面積要件等に関わらず全ての事務所に対して適用される。

平成4年には、事業者が講ずべき快適な職場環境の形成のための措置に関する指針（平成4年労働省告示第59号、以下、「快適職場指針」）が示され、視環境を快適な状態に維持管理するための措置が取り上げられている（図2-3-1）。照度、輝度対比、不快グレアに言及しているものの具体的な数値基準は示されていない。

『作業に適した照度を確保するとともに、視野内に過度な輝度対比や不快なグレアが生じないように必要な措置を講ずること。また、屋内作業場については、採光、色彩環境、光源の性質などにも配慮した措置を講ずることが望ましいこと。』

図 2-3-1 作業環境を快適な状態に維持管理するための措置 (3) 視環境

デスクワークにおける光環境すなわち視環境の良否は、心理的ストレス或いは知的生産性低下に影響する。オフィス空間は常に人工光源を利用することから光源選択が重要であるが、建築的要件である昼光利用の有無、内装反射・グレアなどの適切な設計のほか、情報機器作業の衛生管理も重要である。

本研究では、全国7か所のオープンプランニングオフィス（OPO）の照明環境について、照度、相関色温度、色度偏差、演色性評価数を測定するとともに、合計121名の執務者に対して

光環境に対する5つの主観評価調査を行い、オフィススペースの光環境の状況と執務者の明るさ感を把握することを目的とする。

B. 研究方法

長期測定は表2-1-2に示す照度計（ONSET HOBO MX1104 0~167,731 lux, 精度±10%）を用いて、オフィス内の代表点1点に設置、1分間隔で照度（Lux）のサンプリングを行った。詳細測定では、さらにオフィス内の執務者デスク上の照度をオフィス床面積に応じて2~3点の追加測定を行った。また、相関色温度、色度偏差、演色性評価数はスペクトロメーター（SEKONIC SPECTROMETER C700, 定常光 照度 1~200,000lux, 相関色温度 1,600~40,000K, 確度, 照度指示値の±5%, 相関色温度±4MK-1）を用いて、オフィスの床面積に応じて執務者デスク上6~10点の測定を行った。

光環境に関する主観評価質問項目を表2-3-1に示す光環境に関して、明るさ感や満足度等、5項目について質問した（表2-3-1）。

このうちQ4-2（光環境に対する違和感）、Q4-4（パソコン画面のまぶしさ）、Q4-5（光環境の満足度）は、マイナス評価をした回答者に、違和感やまぶしさの原因を質問、不満に思っている回答者にはどのように改善したいかについても回答を求めた。

デスクワークでは、対象がクリアに見えることが第一条件である。これが確保されなければストレスや心理的不安を引き起こし知的生産性低下につながることも懸念される。空間の明るさ評価は作業面照度のみからは推定できないため、輝度やグレアで評価する必要がある。また、人工光源下では、ランプ光色の心理的効果も重要であり、その意味で相関色温度や演色性評価数も照明設計で扱う要素となっている。照明環境基準・同解説（日本建築学会環境基準）で推奨されている事務所作業設計規準の抜粋を表2-3-2に示す²⁾。同文献では、好ましい色温度と照度の関係としてクルイトフ曲線が用いられており、今回測定したオフィス空間がクルイトフ曲線の好ましい範囲に入っているかどうか確認する。また、色度偏差 duv の許容幅は、相関色温度に応じた色度偏差の設定値±0.006となつて

おり⁵⁾、この点についても確認する。

C. 研究結果

C1. 相関色温度・照度・色度偏差

今回測定した7件の建築物のオフィスの空間の相関色温度および照度の測定結果をクルイトフ曲線(図2-3-2)にプロットした。7件とも望ましい範囲に含まれていることがわかる。E及びGは空間平均的に暖かみを帯びた雰囲気に近い一方、A、B、Fは相関色温度の変化が少ないかわりに照度の幅が大きいと、一部に冷たい雰囲気に近い場所が存在することがわかる。

図2-3-3に測定した7件のオフィスの色度偏差の状況を示す。色度偏差の許容値はJIS Z9112-2019に規定されており、(1)式で計算できる。

$$duv = 57700 \times \left(\frac{1}{T}\right)^2 - 44.6 \times \left(\frac{1}{T}\right) + 0.0085 \pm 0.006 \quad (1)$$

duvが黒体放射軌跡より上側すなわちプラス側の場合、光色は緑味を帯び、マイナス側の場合赤紫味を帯びるため、同じ色温度でも印象が変化する。

測定したduvを見てみると、ほぼプラス側すなわち緑味側になっていることがわかる。このうち、BおよびGは比較的緑味を帯びる側にあり、Eは黒体放射軌跡に近いことがわかる。

C2. 光環境主観評価 明るさ感

現在居るスペースの明るさ感7地点121名全体の結果を図2-3-4に示す。「4暗くも明るくもない」が全体の57%を占めており、「6明るい」21%、「3やや暗い」11%と続くが、明るい側(選択肢5以上)が32%で「暗い側」(選択肢3以下)の12%より多い。

図2-3-5に7つのオフィスの空間の明るさ感申告を示す。多重比較(Steel-Dwass法)では、オフィス間に有意差は認められなかった。またQ10-1回答者の年代とのクロス集計結果について χ^2 乗検定(独立性検定)を実施したところ、 $p=0.905$ (互いに独立)という結果になった。図2-3-6に各オフィスの照度分布、図2-3-7に

相関色温度、図2-3-8に色度偏差、図2-3-9に平均演色評価数を示す。各々多重比較(Tukey-Kramer法)を行っている。

非常に明るいという申告のあるD、Eについてみると、Dについては、照度は平均的であるが色温度4900Kでむら極めて小さく、色度偏差が小さめという特徴があり、Eについては照度が高く(平均値1387Lx)、色度偏差が小さく、平均演色性評価数が高い(平均87.4Ra)。逆に「2. 暗い」という申告のあるBは平均1130Lxで低くないものの、色度偏差が大きめで平均演色性評価数が低い(平均81.2Ra)。

Q4-2-1で光環境の違和感の要因を聞いているが、窓から光の入り具合(40%)、天井の照明器具の配置(47%)となった。視野角内の輝度分布、天井面輝度は重要な設計項目であり、32%の執務者にとっては(ここでは中小規模建築物D、Eが対象)照明器具配置あるいは開口部からの採光方法を工夫することが必要と考えられる。

D. 考察

表2-3-3にスペースの明るさ感と光環境の違和感のクロス集計結果を示す。 χ^2 乗検定の結果、両者は独立ではなく有意に関連性があることがわかる。図2-3-10にパソコン画面のまぶしさについて聞いているが、85%はまぶしくないと申告しており、また光環境の違和感とパソコン画面のまぶしさのクロス集計結果から、両者は関連性がみられない(独立である)ことから、違和感の原因はパソコン画面ではないと推測できる。

表2-3-4にスペースの明るさ感と光環境の満足感のクロス集計結果を示す。 χ^2 乗検定の結果、両者は独立ではない(有意に関連がある)ことが示された。

E. 結論

7つのオフィスの空間の光環境を測定した結果、暗くも明るくもないと評価した執務者が57%、やや明るい以上が32%となり、その要因はパソコン画面ではなく開口部あるいは天井照明器具の配置であることがわかった。物理測定の結果、中小規模建築物は開口部からの採光も

取り入れているため、全体的に照度が高めであることも要因であること、明るさ感から評価すればもう少し暗くても問題ない様子が伺えた。暗いと申告のあるオフィスは色度偏差が大きめで平均演色性評価数が低い傾向にある。これはランプ光源の問題である。さらに光環境の満足感はスペースの明るさ感と関連があることがわかった。省エネルギーの観点から昼光照明も推奨されているものの、適正範囲に照度をコントロールすること、また輝度分布への配慮が必要であることがわかった。

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

参考文献

- 1) 事務所衛生基準規則（昭和 47 年労働省令第 43 号）令和 4 年 4 月 1 日施行
- 2) 照明環境規準・同解説，日本建築学会環境基準, AIJES-L0002-2016, 日本建築学会, 2016 年
- 3) 日本産業規格, JIS Z9125-2007 屋内作業場の照明基準, 2007 年
- 4) 照明学会, JIEG-008 オフィス照明設計技術指針, 2002 年
- 5) 日本産業規格, JISZ9112-2019 蛍光ランプ・LED の光源色及び演色性による区分, 2019 年
- 6) 勝浦哲夫：光の室で人間の生理反応は影響されるのか，照明学会誌 第 84 巻第 6 号, 350-353,2012 年

表 2-3-1 光環境に関する主観評価質問項目

Q4 現在の光環境についてお伺いします。

Q4-1 現在居るスペースの明るさをどのように感じますか。(該当するもの1つに○)

1. 非常に暗い
2. 暗い
3. やや暗い
4. 暗くも明るくもない
5. やや明るい
6. 明るい
7. 非常に明るい

Q4-2 現在居るスペースの光環境に違和感がありますか。(該当するもの1つに○)

1. 非常に違和感がある
2. 違和感がある
3. やや違和感がある
4. あまり違和感はない
5. 違和感はない

上記質問 (Q4-2) で「1. 非常に違和感がある」、「2. 違和感がある」、「3. やや違和感がある」を選択した方に質問します。

Q4-2-1 違和感の原因を全て選んでください。(該当するもの全てに○)

1. 窓からの光の入り具合
2. 天井の照明器具の配置
3. 天井照明の色
4. タスクライティング (デスクのライトスタンド) の位置
5. タスクライティングの色
6. その他 ()

Q4-3 デスクで行う作業でパソコンに向かう時間は1日の執務時間の何%を占めますか。(該当するもの1つに○)

1. 20%未満
2. 20~39%
3. 40~59%
4. 60~79%
5. 80%以上

Q4-4 パソコン画面のまぶしさを教えてください。(該当するもの1つに○)

1. 非常にまぶしい
2. まぶしい
3. ややまぶしい
4. まぶしくない

上記質問 (Q4-4) で「1. 非常にまぶしい」、「2. まぶしい」、「3. ややまぶしい」を選択した方に質問します。

Q4-4-1 まぶしさの原因を全て選んでください。(該当するもの全てに○)

1. モニター自体
2. 窓からの光の映り込み
3. 天井照明の映り込み
4. タスクライティング (デスクのライトスタンド) の映り込み
5. その他 ()

Q4-5 現在居るスペースの光環境に満足していますか。(該当するもの1つに○)

1. 非常に不満
2. 不満
3. やや不満
4. どちらでもない
5. やや満足
6. 満足
7. 非常に満足

上記質問 (Q4-5) で「1. 非常に不満」、「2. 不満」、「3. やや不満」を選択した方に質問します。

Q4-5-1 現在居るスペースの光環境をどうしたいですか。(該当するもの1つに○)

1. 今より暗くしたい
2. 今よりやや暗くしたい
3. そのままでよい
4. 今よりやや明るくしたい
5. 今より明るくしたい

表 2-3-2 照明環境の設計規準- 事務 2)

作業、活動または用途	対応する室又は空間の例	Lwm 壁面平均輝度 (cd/m ²)	Lcm 天井面平均輝度 (cd/m ²)	UGR グレア	ターゲット面	Et ターゲット面照度 (lx)	Ra 平均演色評価数	備考
設計・製図	設計室、製図室	30	20	16	机上面	750	80	ターゲット面の照度均斉度 0.7
事務	事務室	20	15	19	机上面	500	80	キーボード面 500lx, ディスプレイ面は低照度が望ましい。

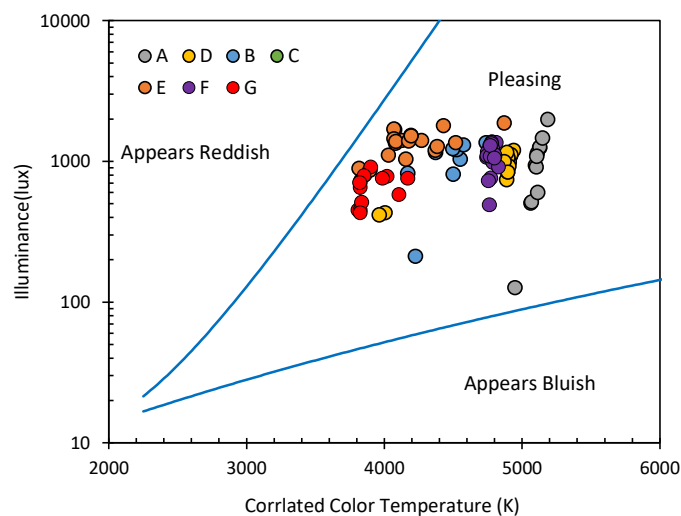


図 2-3-2 オフィス空間の相関色温度と照度

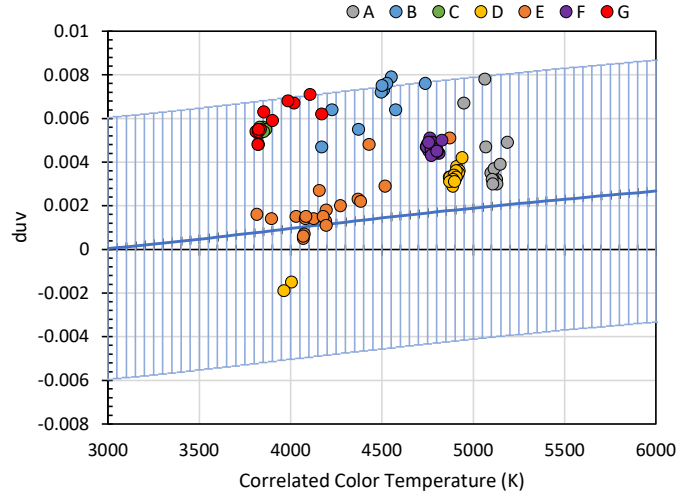


図 2-3-3 測定したオフィス空間の色度偏差の状態

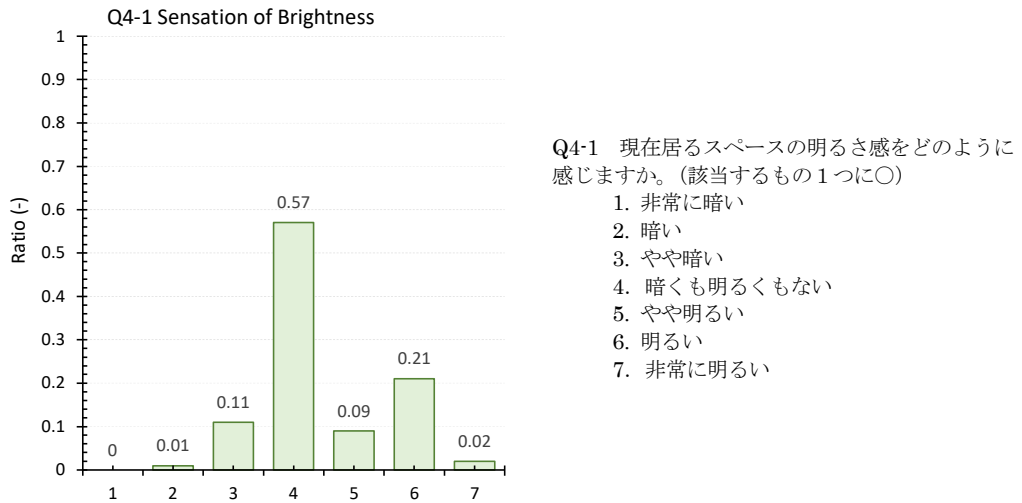


図 2-3-4 現在居るスペースの明るさ感 (n=121)

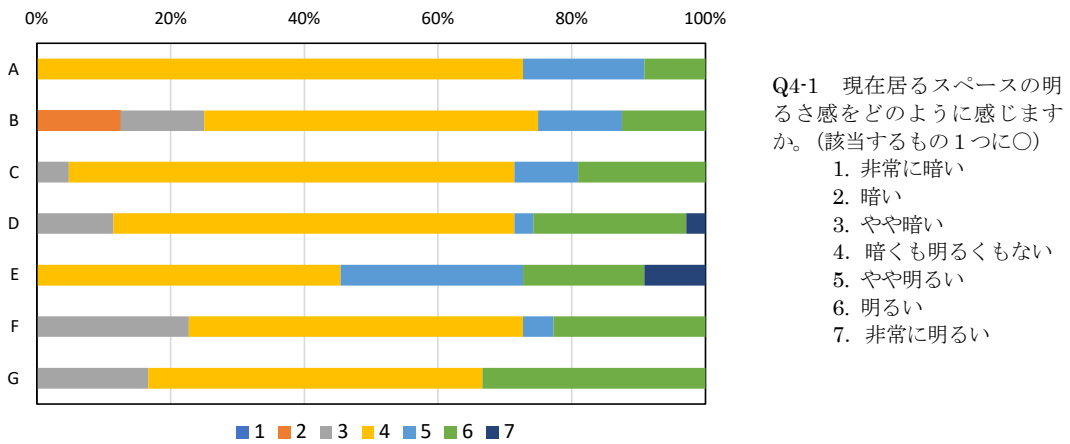


図 2-3-5 7つのオフィス空間の明るさ感申告

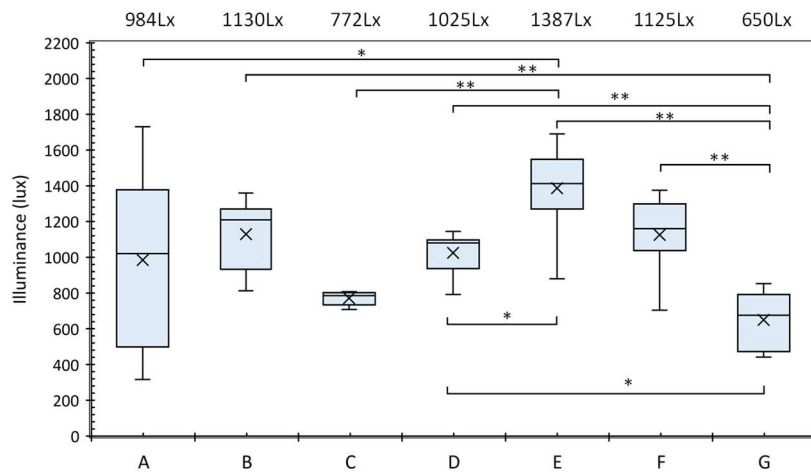


図 2-3-6 照度測定値のオフィス間比較

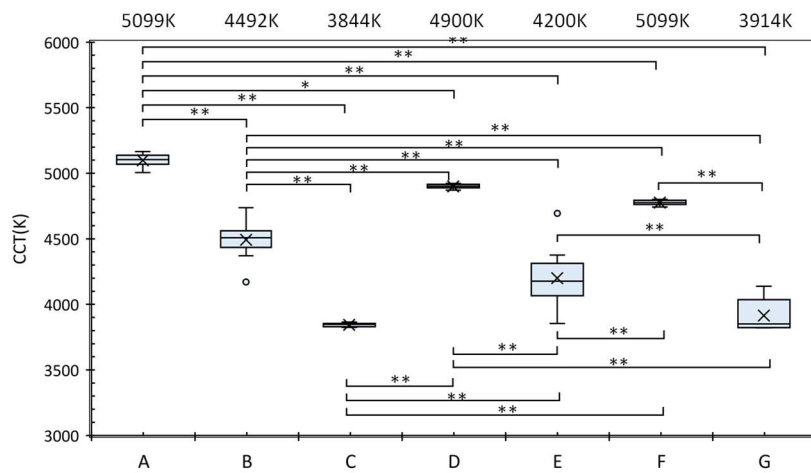


図 2-3-7 相関色温度のオフィス間比較

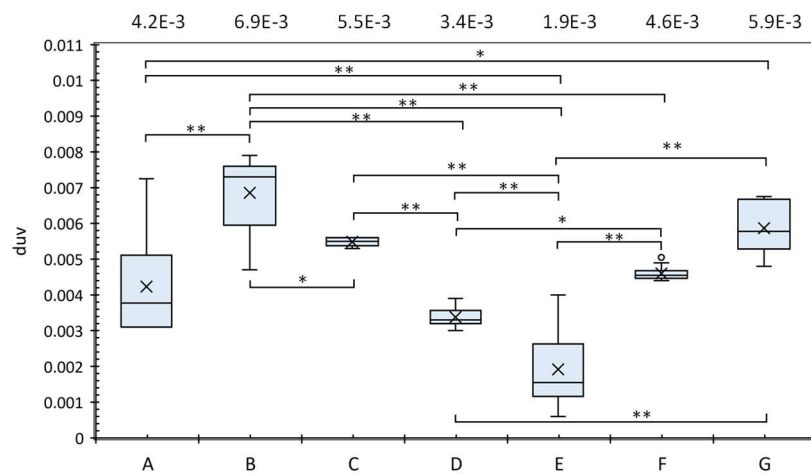


図 2-3-8 色度偏差のオフィス間比較

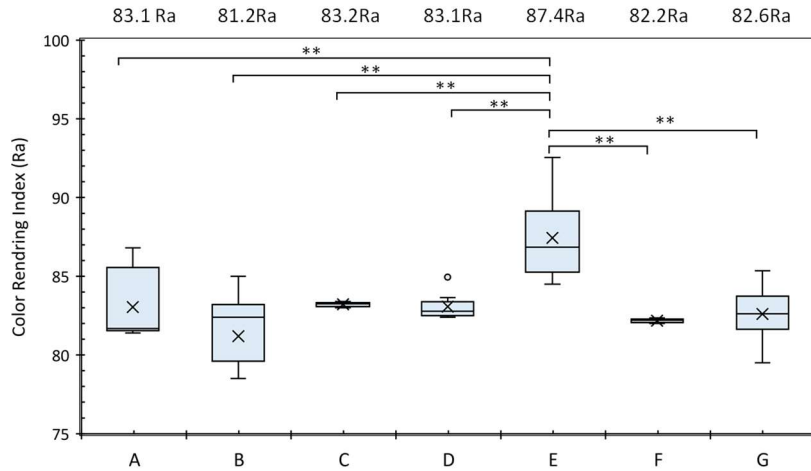


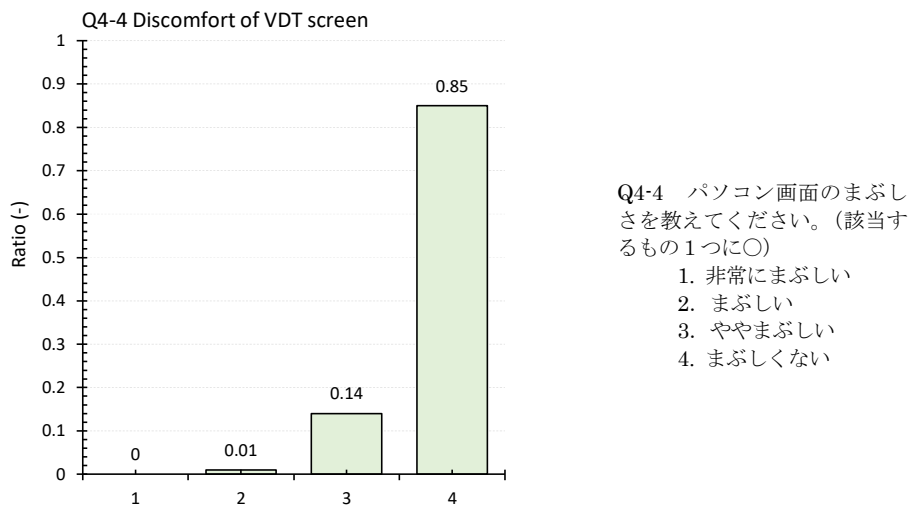
図 2-3-9 平均演色性評価数のオフィス間比較

表 2-3-3 光環境の違和感とスペースの明るさ感のクロス集計結果

		スペースの明るさ感						
		非常に不満	不満	やや不満	どちらでもない	やや満足	満足	非常に満足
光環境の違和感	非常に違和感がある	0	0	0	0	0	0	0
	違和感がある	0	0	0	0	0	0	0
	やや違和感がある	0	1 [*]	8 [***]	2 [//]	0	2	0
	あまり違和感はない	0	0	5	23	8 [*]	6	0
	違和感はない	0	0	0 [///]	44 [*]	3	17	2

χ²乗検定(独立性の検定): p<0.001

残差分析 有意に高い: p<0.05 [*], p<0.01 [**], p<0.001 [***], 有意に低い: p<0.05 [/], p<0.01 [//], p<0.001 [///]



Q4-4 パソコン画面のまぶしさを教えてください。(該当するもの1つに○)
 1. 非常にまぶしい
 2. まぶしい
 3. ややまぶしい
 4. まぶしくない

図 2-3-10 パソコン画面のまぶしさ (n=121)

表 2-3-4 光環境の違和感とスペースの明るさ感のクロス集計結果

		光環境の違和感				
		非常に違和感がある	違和感がある	やや違和感がある	あまり違和感はない	違和感はない
パソコン画面のまぶしさ	非常にまぶしい	0	0	0	0	0
	まぶしい	0	0	0	1	0
	ややまぶしい	0	0	5	7	5
	まぶしくない	0	0	8	34	61

χ²乗検定(独立性の検定): p=0.536

表 2-3-5 スペースの明るさ感と光環境の満足感のクロス集計結果

		スペースの明るさ感						
		非常に不満	不満	やや不満	どちらでもない	やや満足	満足	非常に満足
光環境の満足感	非常に不満	0	0	0	1	0	0	0
	不満	0	0	0	0	0	0	0
	やや不満	0	1 [*]	8 [***]	1 [///]	1	1	0
	どちらでもない	0	0	5	23	3	9	0
	やや満足	0	0	0	12 [*]	4	2	0
	満足	0	0	0	31	3	13	1
	非常に満足	0	0	0	1	0	0	1

χ²乗検定(独立性の検定): p<0.001

残差分析 有意に高い: p<0.05 [*], p<0.01 [**], p<0.001 [***], 有意に低い: p<0.05 [/], p<0.01 [//], p<0.001 [///]

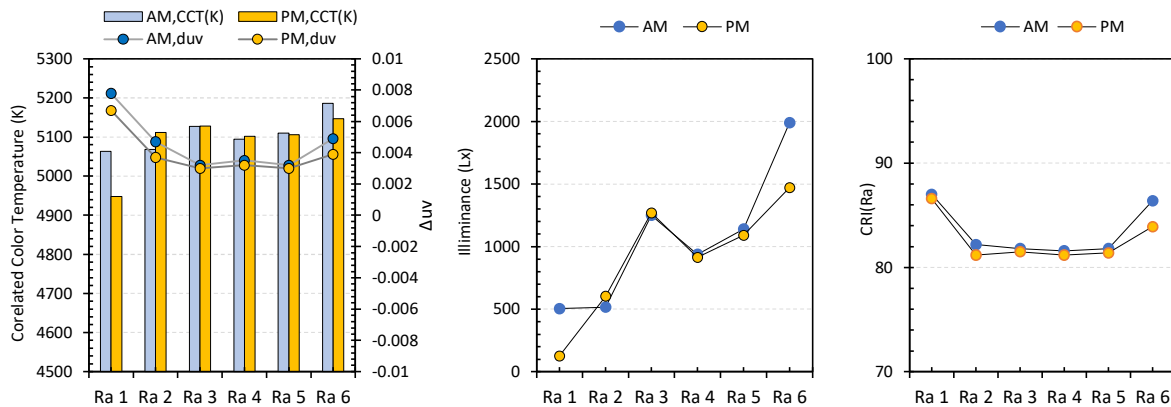


図 2-3-11 A の測定点毎の相関色温度, duv,照度, 平均演色性評価数

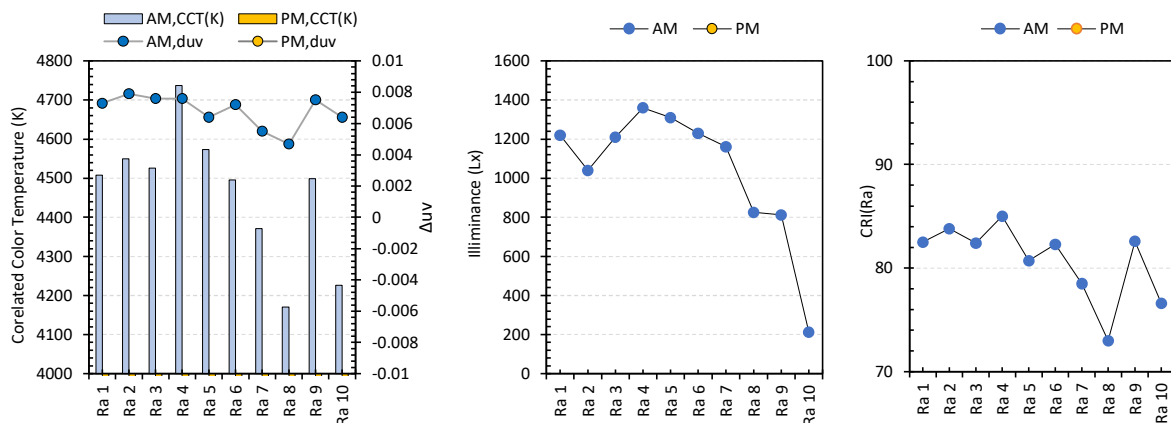


図 2-3-12 B の測定点毎の相関色温度, duv,照度, 平均演色性評価数

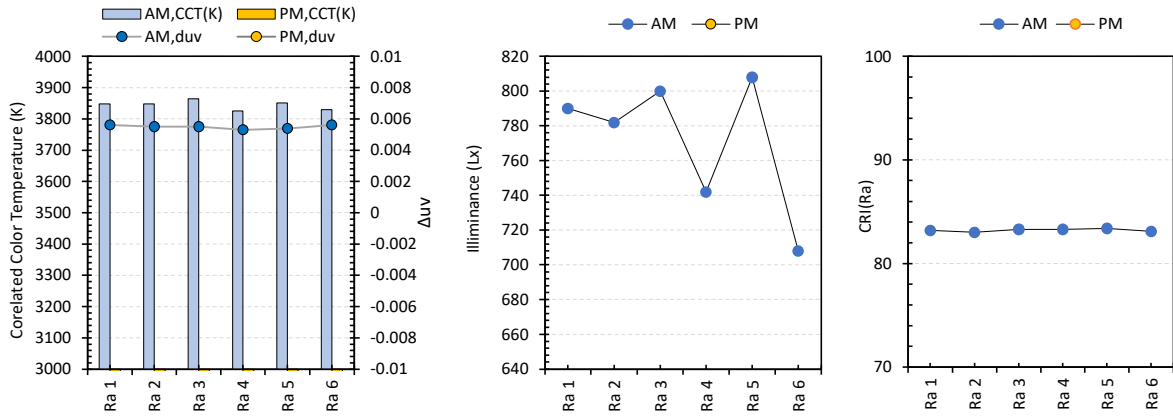


図 2-3-13 C の測定点毎の相関色温度, Δuv , 照度, 平均演色性評価数

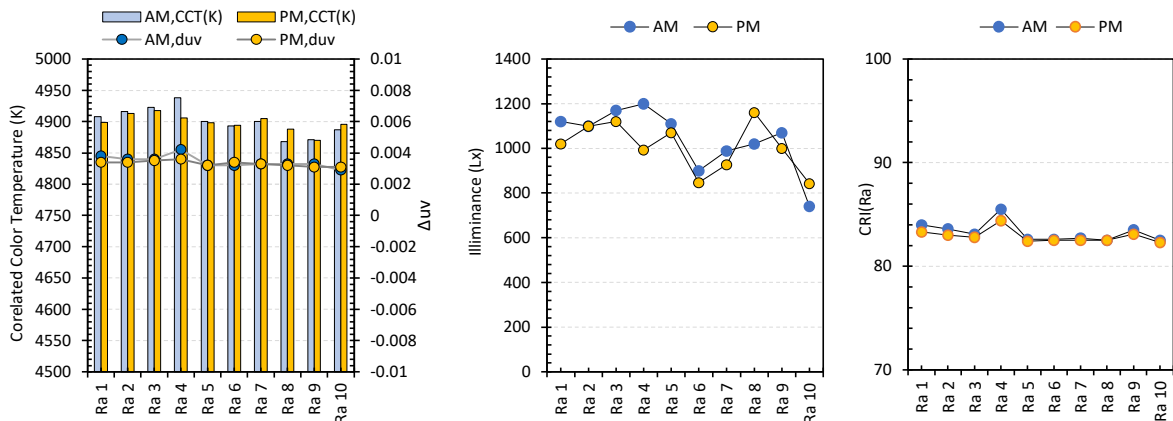


図 2-3-14 D の測定点毎の相関色温度, Δuv , 照度, 平均演色性評価数

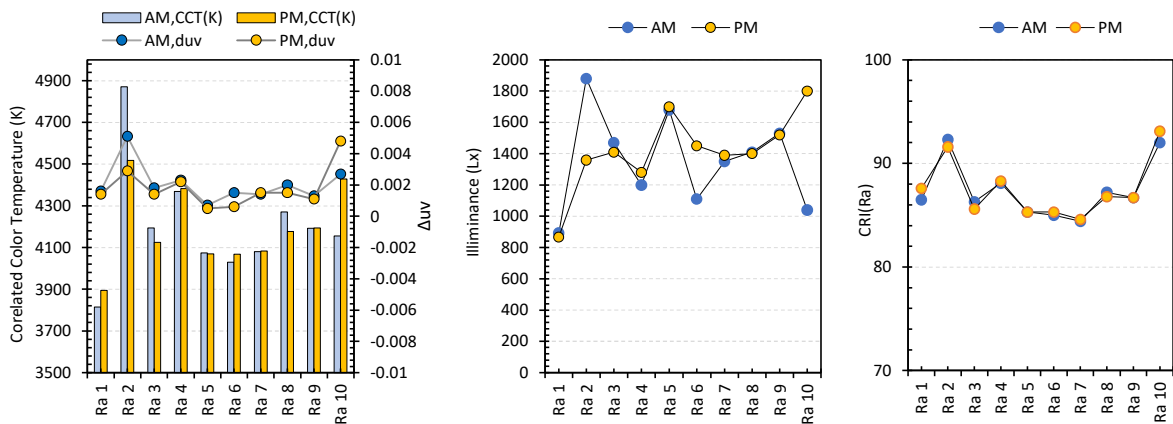


図 2-3-15 E の測定点毎の相関色温度, Δuv , 照度, 平均演色性評価数

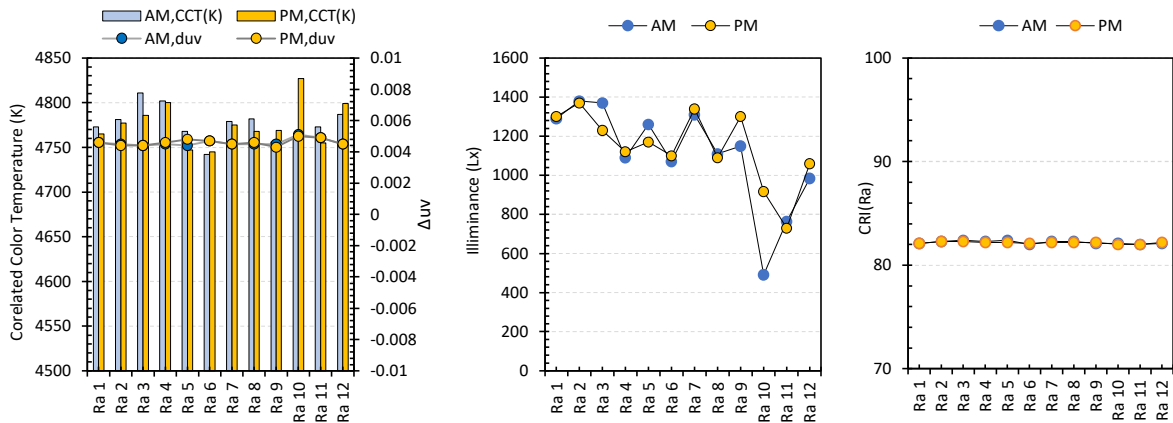


図 2-3-16 F の測定点毎の相関色温度, Δuv , 照度, 平均演色性評価数

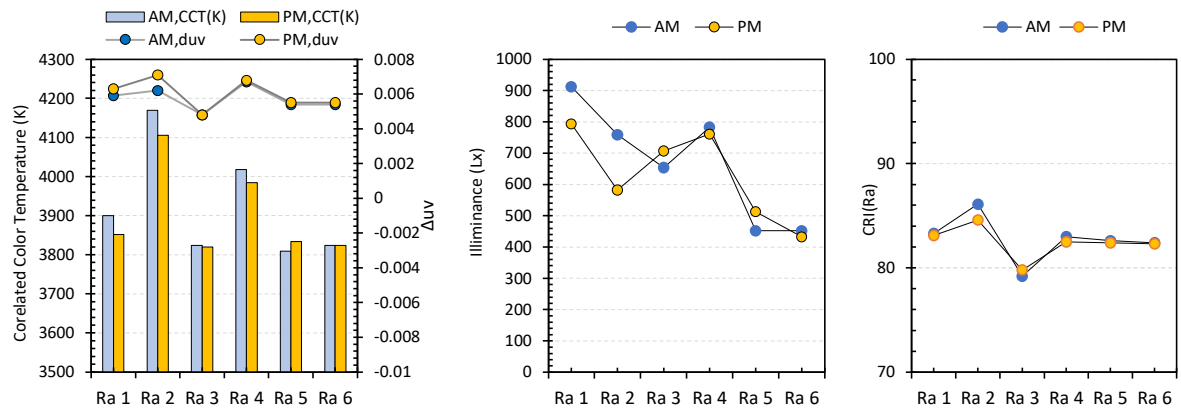


図 2-3-17 G の測定点毎の相関色温度, Δ_{duv} , 照度, 平均演色性評価数

2-4. 音環境に関する詳細測定と主観評価結果

A. 研究目的

執務環境のレイアウトはスペースの有効活用や部署間の連携の促進などから、オープンプランオフィス（OPO）が一般化している。最近では、ペーパーレス化やクラウド活用等、場所に依存しない業務も増加し、またモバイル PC レベルでの業務が比較的容易になったことから ABW（Activity Based Working）に伴うフリーアドレス化なども行われるようになってきた。

一方で、音声による作業妨害や打合せ等の会話、電話による会話等による情報漏洩が問題として取り上げられることが増えてきている。1950年代に OPO が導入され、1962年には W. J. Cavanaugh らの行ったオフィス空間の不満足度調査では、侵入してくる会話の明瞭性と関連があると指摘されている¹⁾。アメリカでは、スピーチプライバシーという用語は、特に他人との会話が邪魔にならない執務空間の音環境評価を指し、スピーチセキュリティは会話の内容の秘匿性の確保等に係る音環境評価で使われている²⁾。

事務所衛生基準規則第 11 条では「事業者は、室内の労働者に有害な影響を及ぼすおそれのある騒音または振動について、隔壁を設ける等その伝ばを防止するため必要な措置を講ずるようにならなければならない。」とあり、また第 12 条では「事業者は、タイプライターその他の事務用機器で騒音を発生するものを、5 台以上集中して同時に使用するときは、騒音の伝播を防止するため、遮音及び吸音の機能を持つ天井及び壁で区画された専用の作業室を設けなければならない」とある³⁾。令和 2 年 8 月には事務所衛生基準の見直しに関する検討会が開かれているが、タイプライター等の用語の古さについて指摘はあったものの、第 11 条、第 12 条はおもな論点として取り上げられなかった⁴⁾。日本音響学会や日本建築学会等ではスピーチプライバシー研究がすすめられ、日本建築学会環境規準も作成されており、労働生産性という観点で注目されはじめ対策を検討している企業もあるようである。

以上のようにオフィス空間に関する音環境研究では、OPO の課題として執務者の会話を重

視しているが、空気衛生環境の観点からの応用を考えると、会話に伴う執務者の CO₂ 呼出量は、等価騒音レベルを高めると同時に換気量推定に利用できる点に着目する。すなわち空間内の等価騒音レベルを把握することで CO₂ 呼出量を推定し換気量の良否を判断できる。また空気感染対策に関連する呼気エアロゾル放出量が等価騒音レベルによって推定することができれば、CO₂ 濃度測定以外の感染リスク評価の一要素となり得る。

本研究では、等価騒音レベルを用いた空気清浄度管理の可能性を探ること、また、事務所衛生基準規則でも言及している音環境について、等価騒音レベルを測定することによりその実態を把握することを目的とする。

B. 研究方法

等価騒音レベル測定は、RION NL-42（計量法普通騒音計、JIS C1509-1 クラス 2, A 特性：25～138dB、サンプリング周波数 48kHz）を用いて、各オフィスの室中央 1 点で 10:00～15:00 の間測定を行った。1 分毎の時間平均サウンドレベル LAeq を考察に用いる。

音環境に関する主観評価質問項目は、オフィスの音環境に関して、会話やオンライン会議、機器騒音、外部騒音等と音環境の満足度にかかる主観評価について 7 項目の質問を行った（表 2-4-1）。

C. 研究結果

騒音評価はアメリカで用いられている Speech Interference Level (SIL; 500, 1000, 2000, 4000Hz の 4 つのオクターブバンドレベルの算術平均値) や NC および NCB 曲線 (NC 曲線 1957 年, NCB 曲線は NC 曲線を修正したもの, 1988 年) が知られている。周波数特性による評価が行われているが、SIL と同等の表現とすれば、小事務室は 38～48dB(A)、大事務室は 43～53dB(A) となる⁵⁾。

佐藤らによれば、オフィスの音環境は OA 機器の変化により 1980 年代初頭は LAeq,10min で 50～59dB(A) 程度であったものが携帯電話等の情報通信技術が大幅に向上した 1990～2000 年代には 50～57dB(A)、さらに現代では

44～52dB(A)にまで下がってきているという。情報通信機器が静粛化してきている分、なかなか設備更新しない（できない）空調機騒音が暗騒音として注目されやすくなっている点、また会話等の作業妨害にフォーカスされているように思われる。一方海外事例では、Yadav らが行った OPO 測定では、平均 53.6dB(A)、カーペット敷の有無で-2.7dB(A)、カーペット敷の有無プラス天井吸音の有無で-4.1dB(A)の効果があることが示されている⁸⁾。以上のように、OPO では、凡そ 45～55dB(A)となると想定される。Well v2 Q4 2022 では、9つの評価項目がある（S01 サウンドマッピング、S02 最大騒音レベル、S03 防音、S04 残響時間、S05 吸音、S06 最小暗騒音、S07 単発騒音管理、S08 会話了解度等へのオーディオデバイスの活用、S09 聴覚保護など、細かな評価が規定されている。このうち、一指標として S02 最大騒音レベルの指標を示す（表 2-4-2）。

図 2-4-1 に各オフィスの平均等価騒音レベルの測定結果を示す。サンプリングレートは 48 kHz でそれを 1 分間平均したものを 5 時間（G に関しては 2 時間）サンプリングしたデータである。WELL v2（表 2-4-2）の評価指標と比較すると、A および F の平均等価騒音レベルは SPL50dB(A)を超えており、他は超えていない。また最大 SPL が 60dB(A)を超えているのは A、E、F、G であり、B、C、D については平均 50dB(A)以下、最大 60dB(A)以下であるので、2 ポイントを得られる性能であることがわかる。多重比較検定（Tukey-Kramer 法）の結果、A と B、C、D、E、G との間に 1%有意水準で差があり、A と F の間に 5%有意水準で差がある。また F と B、E、G には 1%有意水準で差があることがわかった。

執務者の主観評価に関しては、7 地域合計 120 名からデータが得られた。Q5-1 に同僚との会話時間を、Q5-2 に電話・オンライン会議時間を 5 件法で質問した。同僚との会話については、A オフィスに 3 時間以上の人がいるため、平均値が高くなる要因となっている（本来、2 人以上出てくるべきであるが、従業員全てから回答を得ているわけではないので、異常値とは判断しないことにする）。A オフィスと B オフィスとで

は会話量に有意に差がある（図 2-4-2）。図 2-4-3 に電話・オンライン会議時間の結果を示す。ここでも A オフィスが他と異なる状況であることが伺える。なお、Q6-8 でミーティング場所を聞いているが、自席でオンライン会議をする執務者はほとんどいなかった。その時間も含まれているため、自席での電話による会話時間は推測することができない。

現在居るスペースの音環境の満足度について 7 段階尺度で質問した（図 2-4-4）。E のオフィスは「3. やや不満」と評価した執務者が 1 名居るが、ほかは「6. 満足」と評価している（平均 5.73）。一方、最も評価が低いのが G（平均 3.42）であった。建築形態でいうと、E は中規模建築物であるが執務階は 3F にあること、一人当たりの床面積が比較的広いこと（平均 15.9m²/人）、業務内容が影響しているのか等価騒音レベルが低いことが要因として考えられる。一方、G に関しては窓・ドア等の開口部開放による換気を行っており、外部交通騒音を気にする執務者が多いこと、また等価騒音レベルは E、G 間で有意な差はないが、文章を集中して読む業種のため、より静寂を求めていることが推測される。

D. 考察

D1. 粒子個数濃度と平均等価騒音レベルの関係

会話が増えるということは、それだけ口腔からの飛沫がオフィス空間内に排出されるということである。空気感染に係る感染症予防の観点からすると、エアロゾル量（微粒子個数濃度）は低く維持できることが望ましい。適切な換気方法で換気量を確保することによって粒子個数濃度は低下するが、在室人数或いは在室密度が大きくなると一人当たり換気量が減少するため濃度は上昇する。今回測定したオフィス空間の換気量は別に推定を行っているが（2-5. 空気環境に関する詳細測定と主観評価結果）、その換気量（m³/h）と粒径毎の微粒子個数濃度（#/m³）を乗じることで、1 時間当たりの除去粒子個数（人体からの供給粒子個数）が算出できる。平均等価騒音レベルと粒径毎の 1 時間あたり除去粒子個数の関係を図 2-4-5 に示す。

この結果にも示されている通り、粒径で 0.5

μm ～ $3\mu\text{m}$ の相関が比較的高く ($0.5\sim 1.0\mu\text{m}$: $R=0.658$, $p=0.054$, $1.0\sim 3.0\mu\text{m}$: $R=0.680$, $p=0.046$), 呼気により排出される微粒子と呼応していることが確認できた。

D2. 平均等価騒音レベル及び会話時間を用いた換気量の推定

Q5-1 の各選択肢の時間中央値を用いてオフィス毎の平均会話時間を推定する (選択肢 5, 3 時間以上は 3 時間としそれ以外は中央値とする)。2.5.に示すように、換気量の推定は、平均 CO_2 発生量 (m^3/h) と室内および外気 CO_2 濃度 (平均値) からザイデル式を用いて容易に算出することができる。しかし CO_2 自体無臭であるため、執務者は、その発生量もしくは濃度を感知することができない。

一方、うるささ感は人間の聴覚を利用することができ、それが空気汚染レベルと相関するのであれば、補助手段として空気清浄度の推定に利用することも可能である。等価騒音レベル (dB(A)) と会話時間 (h), 及び内外 CO_2 濃度差を説明変数として、重回帰分析により推定換気量 (m^3/h) を予測した結果が図 2-4-6 である。

G のオフィスでの予測誤差が大きいものの、補正決定係数 0.7713, 分散分析による有意確率は $p=0.0634$ となり、一定程度の予測をすることができそうである。G のオフィスに関しては、等価騒音レベルの測定箇所が 2,3F で機械換気プラス自然換気が加味されているため、換気経路自体単純ではないこと、今回、執務者の多い 3F のデータを利用していることから、2F の空気も合流するような複雑な流れになっているとすると煙突効果を考慮した換気回路網による換気量推定が必要となる (今回の検討ではそのレベルの検討はしていない)。

また、変数選択は、多重共線性に一定の配慮が必要であることを承知で、敢えて等価騒音レベルと会話時間を説明変数として加えている。会話時間は CO_2 発生量と相関すること、騒音計位置によって会話の音圧レベルは異なること、会話のボリューム等の要素を考慮すると、明確な相関関係にないものと判断している。オフィス空間の音環境も空気環境もそれぞれシミュレーションが可能 (すなわち物理モデル或いは

数理モデルが存在している) なので、今後、単純な線形回帰で良いかどうかも含め、引き続き検討する。

E. 結論

オフィス空間の音環境の満足度からオフィス空間の衛生環境を含めた質を把握・推定するため、騒音計を用いて実測調査するとともに主観者評価を行った。

その結果、今回測定した 7 つのオフィスの等価騒音レベルは平均値で 55dB(A) を下回り、WELL 認証では 1 ポイントを得られること、また B, C, D の 3 オフィスについては 2 ポイント得られるレベルにあることがわかった。

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人が見られたが、コピー機等の OA 機器や空調騒音は気にならない執務者が多かった。また、これらの騒音要素と音環境の満足度については、会話・電話等が影響しているものの有意差は得られなかった。

一方で、空気清浄度の評価項目である微粒子個数濃度と等価騒音レベルの関連については、粒径 $0.5\sim 3.0\mu\text{m}$ の微粒子個数と相関が高いこと、また等価騒音レベルと平均会話時間とで、一人当たり換気量を推定できる可能性があることを示した。

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

参考文献

- 1) W. J. Cavanaugh, W. R. Farrell, P. W. Hirtle and B. G. Watters, “Speech privacy in buildings”, Journal Acoustical Society of America, vol.34, 475-492,1962
- 2) 佐藤洋, 清水寧:スピーチプライバシー研究の歴史と近年の動向, 日本音響学会誌 64 卷 8 号,475-480,2008
- 3) 事務所衛生基準規則, 昭和 47 年労働省令第 43 号, 令和 4 年 3 月 1 日厚生労働省大 29 号, 令和 4 年 4 月 1 日施行
- 4) 事務所衛生基準のあり方に関する検討会報告書,
- 5) スピーチプライバシーの評価規準と設計指針 - 音声による情報漏洩防止 -, 日本建築学会環境基準, AIJES-S0003-2021, 日本建築学会, 2021 年
- 6) 前川純一・森本政之・坂上公博: 建築・環境音響学第 3 版, 共立出版, 2011
- 7) 佐藤考浩・辻村壮平・小林真人・三浦太郎・科部元浩: ワーカーのオフィス環境の評価構造と音環境評価における判断要因に関する検討, 日本建築学会環境系論文集, 第 85 卷, 第 772 号, 445-453, 2020 年 6 月
- 8) Manuj Yadav, Dencil Cabera, Jungsoo Kim, Janina Fels, Richard de Dear: Sound in occupied open-plan offices: Objective metrics with a review of historical perspectives, Applied Acoustics, 177,107493, 2021
- 9) WELL v2 Q4 2022, Sound, <https://v2.wellcertified.com/en/wellv2/sound> (令和 5 年 5 月 20 日閲覧)

表 2-4-1 音環境に関する主観評価質問項目

Q5 現在の音環境についてお伺いします。

Q5-1 普段、同僚と会話している時間は1日合計どのくらいですか（会議、電話を除く）。（該当するもの1つに○）

1. 30分未満 2. 30分以上1時間未満 3. 1時間以上2時間未満
4. 2～3時間未満 5. 3時間以上

Q5-2 普段、電話やオンライン会議をしている時間は1日合計どのくらいですか。（該当するもの1つに○）

1. 30分未満 2. 30分以上1時間未満 3. 1時間以上2時間未満
4. 2～3時間未満 5. 3時間以上

Q5-3 他人の会話、電話・オンライン会議、ミーティング（会議室以外）等の声が気になりますか。（該当するもの1つに○）

1. 非常に気になる 2. 気になる 3. やや気になる 4. 気にならない

Q5-4 現在居るスペースにおいて、空調機やエアコンの音が気になりますか。（該当するもの1つに○）

1. 非常に気になる 2. 気になる 3. やや気になる 4. 気にならない

Q5-5 現在居るスペースにおいて、プリンターやコピー機の音は気になりますか。（該当するもの1つに○）

1. 非常に気になる 2. 気になる 3. やや気になる 4. 気にならない

Q5-6 現在居るスペースにおいて、建物外の騒音（交通騒音等）は気になりますか。（該当するもの1つに○）

1. 非常に気になる 2. 気になる 3. やや気になる 4. 気にならない

Q5-7 現在居るスペースの音環境に満足していますか。（該当するもの1つに○）

1. 非常に不満 2. 不満 3. やや不満 4. どちらでもない
5. やや満足 6. 満足 7. 非常に満足

上記質問（Q5-7）で「1.非常に不満」、「2.不満」、「3. やや不満」を選択した方に質問します。

Q5-7-1 現在居るスペースの音環境の不満の原因は何ですか。不満なものを全て選択してください。（該当するもの全てに○）

1. 他人の会話 2. 電話・オンライン会議等の話声 3. 空調機やエアコンの音
4. プリンターやコピー機の音 5. 外部の騒音 6. その他（ ）

表 2-4-2 WELL v2 オープンワークスペースの平均最大等価騒音レベル

	Point 3	Point 2	Point 1
平均 SPL (dB(A))	45	50	55
最大 SPL (dB(A))	55	60	-

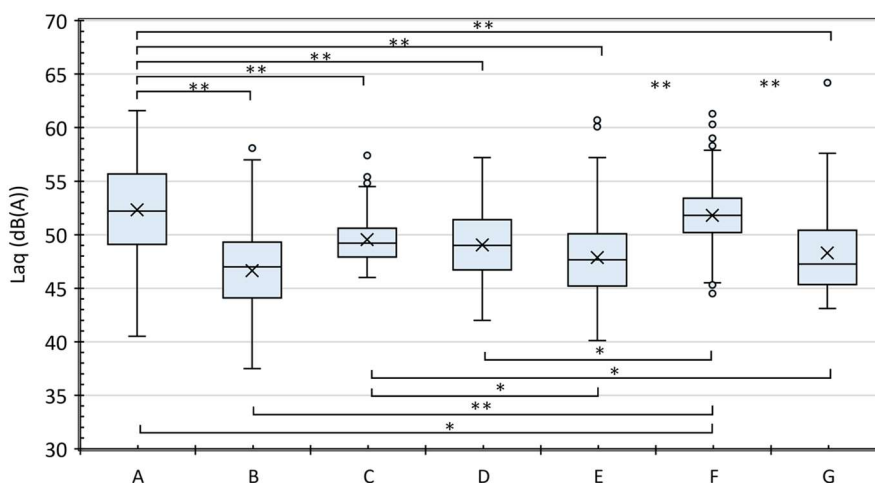
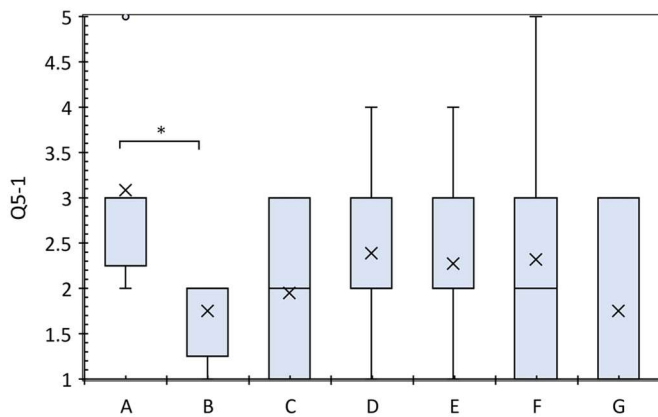


図 2-4-1 オフィス毎の平均等価騒音レベル (LAeq,5h)

表 2-4-3 オフィス毎の平均等価騒音レベル(dB(A))の平均値・最大値・最小値・標準偏差

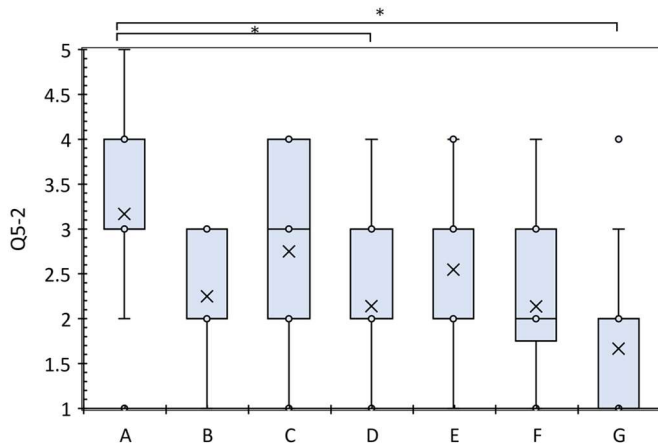
	A	B	C	D	E	F	G
Average	52.3	46.6	49.5	49	47.9	51.8	48.3
Max	61.6	58.1	57.4	57.2	60.7	61.3	64.2
Min	40.5	37.5	46	42	40.1	44.5	43.1
S.D.	4.4	4.1	2.1	3.1	3.7	2.8	4



Q5-1 普段、同僚と会話している時間は1日合計どのくらいですか（会議、電話を除く）。（該当するもの1つに○）

1. 30分未満
2. 30分以上1時間未満
3. 1時間以上2時間未満
4. 2～3時間未満
5. 3時間以上

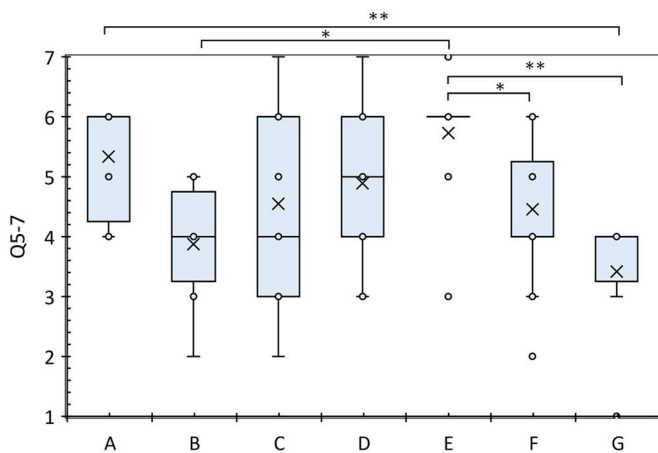
図 2-4-2 オフィス毎の同僚と会話している時間



Q5-2 普段、電話やオンライン会議をしている時間は1日合計どのくらいですか。（該当するもの1つに○）

1. 30分未満
2. 30分以上1時間未満
3. 1時間以上2時間未満
4. 2～3時間未満
5. 3時間以上

図 2-4-3 オフィス毎の電話及びオンライン会議時間



Q5-7 現在居るスペースの音環境に満足していますか。（該当するもの1つに○）

1. 非常に不満
2. 不満
3. やや不満
4. どちらでもない
5. やや満足
6. 満足
7. 非常に満足

図 2-4-4 オフィス空間の音環境の満足度

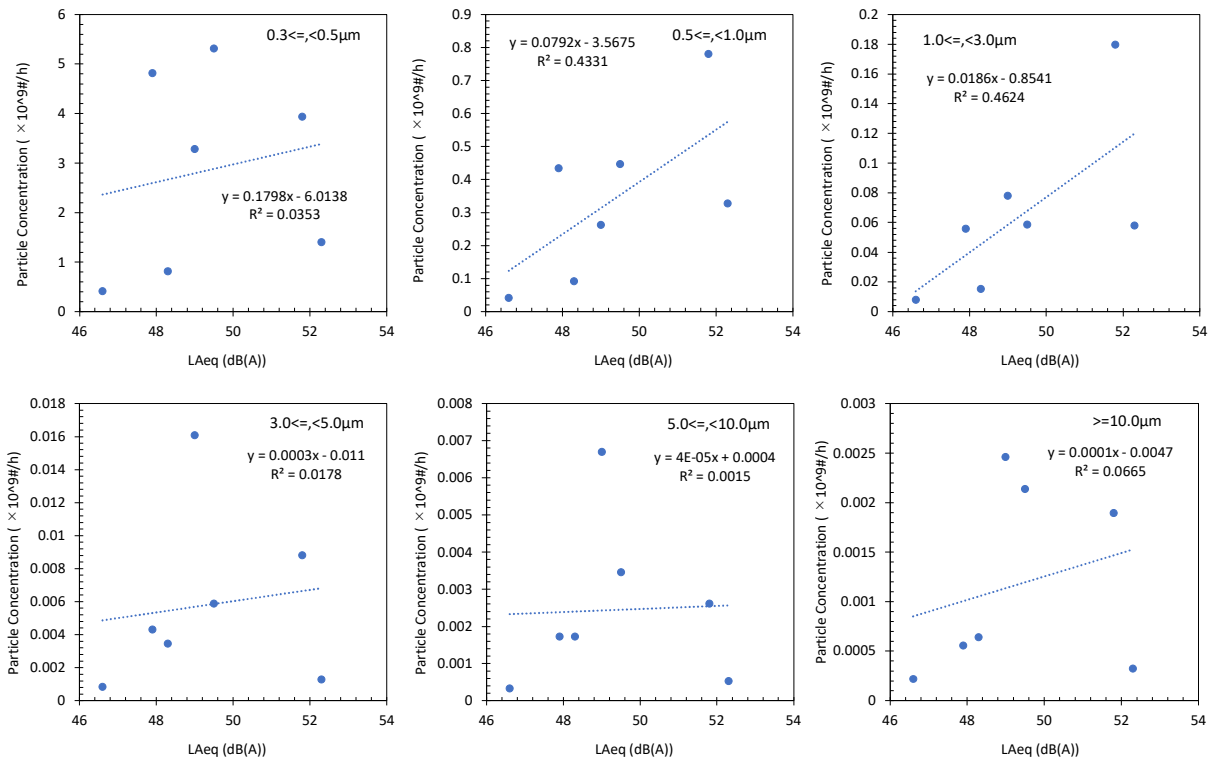


図 2-4-5 平均等価騒音レベルと粒径毎の1時間あたり除去粒子個数

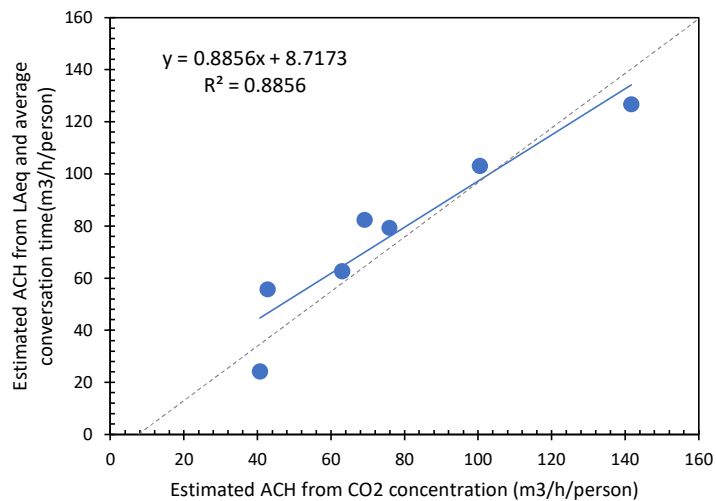


図 2-4-6 等価騒音レベル及び会話時間を説明変数とした換気量推定

2-5. 空気環境に関する詳細測定と主観評価結果

A. 研究目的

3000m² 未満の建築物は、建築物衛生法に基づく衛生管理の制約を受けないため、自主的に維持管理することが求められる。建築物を自ら所有する場合もしくはテナントとして賃貸する場合も、程度の差はあれ自主的もしくは業者委託により一定水準の衛生管理が行われていると予測するが、建築物・設備そのものに起因する構造的課題は責任の所在も含め解決が難しい場合もある。

衛生環境の不適状態を検知する手法として、IoT 活用を検討しているが、重装備なセンサーネットワークは多大なコストとともに一定頻度のメンテナンスが発生する。一方、不具合検知については利用者による評価が最も簡便である。協力さえ得られれば、活動範囲内でユビキタスにデータを取得することができるが、物理センサーと同等な評価を得ることができるかどうかの確認が必要である。環境不動産分野等で利用されている評価手法（例えば CASBEE_WO や WELL 認証）¹⁾は、建物評価のほか、健康性、知的生産性を一定水準でレーティングできるため、本研究で検討しているシステムと有機的に関係させることにより、より精度の高い評価システムの構築も期待できる。

本研究では、冬期・春期のオフィス内空気環境の状態を把握するとともに、建物利用者（執務者）による空気環境の主観評価について検討する。

B. 研究方法

表 2-5-1 に空気環境測定の概要を、表 2-5-2 に主観評価調査の質問内容(空気環境)を示す。空気環境の詳細測定は 2023 年 2 月から 3 月の特定の 1 日を選定して、執務時間中の 10~16 時に測定を実施した。

B1.換気量の推定方法

CO₂ 濃度測定結果と在室者の CO₂ 呼出量から換気量を推定する。CO₂ 呼出量は田島(2016)らの提案している 1 式²⁾を用いた。また活動量は METs=1.3 と仮定した³⁾。

換気量推定にあたっては、CO₂ 濃度の勤務時間中の濃度変動の少ない時間帯の濃度平均値および在室者人数を用いて、ザイデル式で算出した(2 式)。このうち、C はフロア全体の一部のみを測定対象としたため、フロア全体人数は推計値であること、また G に関しては 2F と 3F の両方を対象として別々に算出している。

特定建築物規模に該当する A, B, C は窓開け換気ができないが、D, E, F, G は窓(或いは開口部)開け換気が可能であり、特に F, G は詳細実測中に窓開け換気を行っている時間帯があった。

$$P_{CO_2} = 1.601 \times 10^{-4} (60.63 \times A_D \times Met \times C_a \times C_g) \quad (1 \text{ 式})$$

$$Q = P_{CO_2} / (p_{ave} - p_{out}) \quad (2 \text{ 式})$$

但し、PCO₂ : CO₂ 呼出量(m³/h), AD : 体表面積(m²), Ca : 年齢係数(年代別基礎代謝量と基礎代謝量の比), Cg : 性別係数(男性 1.00, 女性 0.73) pave : 空間平均室内 CO₂ 濃度(-), pout : 外気 CO₂ 濃度(-)

B2. 浮遊微生物(真菌・細菌)測定概要

浮遊微生物量は、オフィス内 2 箇所、廊下、外気の 4 か所について、表 2-5-1 に示すバイオサンプラー MBS-1000(N)を用いて 100L 吸引採取した。その後、インキュベーターにて培養した。真菌に関しては 25°C 5 日間、細菌に関しては 32°C 48 時間培養し、その後コロニー数をカウントした。1m³ あたりのコロニー数は、目視観測されたコロニー数に Feller による統計学補正を行ったものに対して 10 倍した。なお、浮遊真菌は DG18 培地を、浮遊細菌は SCD 培地を用いた。

C. 研究結果

C1. 換気量の推定結果

各建物の換気量の推定結果(空間全体および一人当たり換気量)を表 2-5-3 に示す。簡易かつ間接的な推定方法であるが、設計図書的设计風量が判明している建物については約 70% 程度の値になることを確認しており、概ね妥当と

考えている。結果として、各建物の一人当たり換気量の推定値は 40.7~141.7m³/h となり、30m³/h/person (COVID19 対策の一人当たり換気量推奨値⁴⁾)は満たしていると推定された。今回の実測では小規模建築物(D, E, F, G)は全体1社占有であり、特にGのように窓開け換気をしながら複数階で執務する場合、煙突効果による空気流れが想定されるため、特に3階のCO₂濃度は高くなる可能性がある。

C2. 浮遊微生物(真菌・細菌)の測定結果

真菌のカウント結果を図2-5-1に、細菌のカウント結果を図2-5-2に示す。オフィス内の浮遊真菌量の維持管理規準⁵⁾は50CFU/m³であるが、今回測定したすべての物件は0~35CFU/m³の範囲にあり、すべての測定物件で規準値を下回っていた。I/Oに関しては、A, B, C, Dは外気の方が高いにも関わらず室内の方が低く維持されている。一方、D, Fは外気よりも室内が高い。冬期から初春にかけて外気浮遊真菌は少ないながら徐々に増加する時期でもあり、夏期測定では注視が必要である。

一方、オフィスにおける浮遊細菌量の維持管理規準⁵⁾は500CFU/m³であり、こちらもすべての測定物件で規準値以下であった。一方、D, Eは外気濃度よりも室内濃度が高くなっていることが特徴といえる。

C3. 浮遊微粒子個数濃度の測定結果

浮遊微粒子測定は Kanomax Model3889 (6粒径)を用いた。図2-5-3に粒径別の粒子個数濃度(片対数表示)を示す。全体的な傾向としてオフィス内の浮遊微粒子は廊下や外気よりも低く、かつ午前から午後にかけて低下していく傾向にある。また、全ての粒径で、フィルタを有する空調機を利用している特定建築物A, B, Cの粒子個数濃度が中小規模建築物より低い傾向にある。中小規模建築物は、換気システムで差異がみられ、D(熱交換換気システム)、E, F(3種)、G(3種+窓開け)の順で個数濃度が大きくなった。表2-5-4は一人当たり換気量と粒径毎の粒子個数濃度との相関分析結果である。統計的有意性はないが、粒径が3μm以下は一人当たり換気量が増えると粒子個数濃度が大きくな

る傾向にあり、逆に3μm以上の粒子個数濃度は一人当たり換気量が増えると減少する傾向にある。今回は、室内におけるプリンター等の稼働状況や空気清浄機の詳細データを取得していないため、粒径毎の個数濃度特性をこれ以上考察できない、この点については今後データ数を増やしてさらに検証を進める必要がある。

C4. 空気環境に関する主観評価結果

今回、対象とした7件の建物は、札幌市から熊本市まで全国に点在しているため、環境要素によっては気候的・住文化等の影響を受ける可能性がある。しかし、室内空気環境(空気清浄度や健康性)の観点では、空気管理基準も基準値以下に制御するという考え方は、基本的にその個体差はあっても地域差があってはならない。表2-5-2に示した質問項目に対し、全体で121名の回答を得ており、室内空気環境の主観評価、すなわち臭いや空気の汚れ、感覚的な換気量の大小、空気質の満足度についてクロス集計し独立性の検定(χ²乗検定)を行った。

Q3-1常に気になる臭いは全体の7%が「ある」と回答し、Q3-2出勤時に気になる臭いは7%が「ある」、16%が「ときどきある」と回答している。ただし、Q3-1(気になる臭い)とQ3-4(換気量の大小に関する感覚)は、換気量が不足している側に寄ってはいるものの、統計的有意差が見られなかった。一方、Q3-1(気になる臭い)とQ3-5(空気質の満足度)には統計的有意差(p<0.001)が見られた。臭いは換気量と関連付けられていない可能性を意味する。しかし、Q3-3(空気の汚れ)とQ3-4(換気量の大小に関する感覚)、Q3-4とQ3-5は各々統計的有意であり(p<0.001)、空気の汚れや換気量の不足感は、空気質の満足度と関連性があることが分析結果から読み取ることができる。

図2-5-6にQ3-3空気汚れの建物別スコアを、図2-5-7にQ3-3の結果と一人当たり換気量の推定値の散布図を示す。

多重比較(Steel-Dwass法)の結果、FとGの間で統計的に有意な差が認められた。中小規模建築物は業務用といえども住宅設備に近いものが使われることが多く、そうしたことが影響した可能性はある。また、Fは平屋に対しGは

3階建て（執務階が2F及び3F）にあり、接地型でありながら煙突効果の影響を受けているという特徴がある。また、当初よりGは古いというイメージを持っている回答者が多く、そうした築年数も影響した可能性がある。

D. 考察

オフィスの換気量は、空調吹出口および排気口における風量測定で把握することができる。しかしアネモディフューザーのサイズが合わない、スリット型吹出口で既存の風量計では測定できないなどの測定上の困難さがある。この意味では執務者のCO₂呼出量から換気量が推定できることは有用であろう。またオープンプランニング型のオフィスの場合、天井面吹出、天井面排気であることが多く、ショートサーキットや局所的に長い空気齢になってしまう等の問題が発生する。呼吸域局所換気効率を確認することは感染症予防の意味でも重要であり、今後さらに検討を進める。

浮遊微生物の測定結果は、日本建築学会環境規準の数値を超えることがなく、清浄な状態であることが確認できた。夏期に関しては令和5年度に確認を行う。

パーティクルカウンターによる浮遊微粒子個数濃度については、特定建築物であるA、B、Cと非特定建築物である中小規模建築物のD、E、F、Gとで粒径毎の性状が異なることが明らかとなった。この違いは中央式空調によるプレフィルタおよび中性能フィルタが粒径の大きな微粒子を除去しているからである。外気の浮遊微粒子濃度が高い場合（交通量の多い幹線道路に隣接する建築物など）は、窓開け換気よりも安全な空気環境になっているものと考えられる。

主観評価で確認しなかったポイントは、臭いによる空気環境評価が可能かどうかである。換気量が不足している建築物は臭いがするため、執務者が換気不足を判断するセンサー替わりになり得る。嗅覚の順応を確認するため出勤時の臭いを確認したが、今回は殆ど匂いを感じないという結果になった。浮遊微生物濃度も低く、VOC類やMVOC等の濃度が低かったということなのかも知れない。湿度状況も影響するため、令和5年度の夏期等に改めて調査検討を行う予

定である。

E. 結論

3000m²未満の中小規模建築物の衛生環境の維持管理手法の構築に向け、特に空気環境について実測調査と主観者評価調査を実施した。一人当たり換気量は一定レベル確保されていることが推定され、また浮遊微生物汚染もなく、全体として空気環境に問題点は見られなかった。ただし、従前から指摘されているように中小規模建築物のほうが空気汚染の可能性があることは今回の実測からも伺うことができた。この原因は換気設備の差（フィルタ）や接地型で住宅に近い設備や換気対応（窓開け等による自主的な調整）等の違いが考えられ、今後、維持管理する際のポイント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た。体質、健康状態や温熱・湿気環境等の他の物理要素の複合影響も含め、今後さらに検討を進める。

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

参考文献

- 1) 本間義規・東賢一・小林健一・島崎大・阪東美智子・下ノ蘭慧：国内外における既存建物の環境性能レーティングシステムの収集・整理,第46回人間-生活環境系シンポジウム報告集,2022.12 ; pp.147-150
- 2) 田島昌樹・井上貴之・大西裕治：換気測定のための在室者の二酸化炭素呼出量の推定,日本建築学会環境系論文集,第81巻,第728号,885-892,2016年10月

- 3) 国立健康・栄養研究所：改訂版『身体活動のメッツ (METs) 表』, 2012 年 4 月 11 日改訂
- 4) 厚生労働省, 換気の悪い密閉空間を改善するための換気の方法, 令和 4 年 6 月 30 日改訂,
- 5) <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf> (令和 5 年 5 月 9 日閲覧)
- 6) 日本建築学会環境基準 AIJES-A0002-2013, 微生物による室内空気汚染に関する設計・維持管理規準・同解説, 日本建築学会, 2013
- 7) 鍵直樹・並木則和：建築物の空調機及びエアフィルタの超微粒子捕集特性, 日本建築学会環境系論文集 第 84 巻 第 755 号, 65-71, 2019 年 1 月

表 2-5-1 空気環境測定の概要

CO ₂ 濃度	T&D TR-76Ui, 1 分間隔 室内面積に応じ, 3~7 点設置
浮遊微粒子濃度	KANOMAX Model3889, 28.3L/min.吸引, オフィス空間内(午前, 午後 30 分サンプリング), 廊下, 外気 15 分サンプリング
浮遊微生物濃度	ミドリ安全 MBS-1000(N), 100L 吸引, 室内・室外測定, 午前・午後各 1 回

表 2-5-2 空気環境に関する主観評価質問項目

Q3 空気質についてお伺いします。 Q3-1 現在居るスペースで、常に気になる臭いがありますか。(該当するもの1つに○) 1. ある 2. ない 上記質問 (Q3-1) で「1. ある」を選択した方に質問します。 Q3-1-1 気になる臭いの原因は特定できていますか。(該当するもの1つに○) 1. 特定できている 2. わからない Q3-1-2 特定できている場合、どのような臭いをお書きください。 特定の臭い Q3-2 出勤時、執務室内で独特の“臭い”（出勤時には気になるが、時間が経過するにつれて気にならなくなる臭い）を感じることはありますか。(該当するもの1つに○) 1. ある 2. ときどきある 3. ない 上記質問 (Q3-2) で「1. ある」「2. ときどきある」を選択した方に質問します。 Q3-2-1 執務室内の独特の臭いの原因は特定できていますか。(該当するもの1つに○) 1. 特定できている 2. わからない Q3-2-2 特定できている場合、どのような臭いをお書きください。 特定の臭い Q3-3 現在居るスペースの空気の汚れが気になりますか。(該当するもの1つに○) 1. 非常に気になる 2. 気になる 3. やや気になる 4. あまり気にならない 5. 気にならない Q3-4 現在居るスペースの換気量についてどのように感じますか。(該当するもの1つに○) 1. 非常に不足している 2. 不足している 3. やや不足している 4. ちょうどよい 5. やや多い 6. 多い 7. 非常に多い Q3-5 現在居るスペースの空気質に満足していますか。(該当するもの1つに○) 1. 非常に不満 2. 不満 3. やや不満 4. どちらでもない 5. やや満足 6. 満足 7. 非常に満足 上記質問 (Q3-5) で「1. 非常に不満」、「2. 不満」、「3. やや不満」を選択した方に質問します。 Q3-5-1 この部屋の空気質をどの程度受け入れられますか。(該当するもの1つに○) 1. 明らかに受け入れられる 2. どちらかといえば受け入れられる 3. どちらかといえば受け入れられない 4. 明らかに受け入れられない
--

表 2-5-3 各建物の推定換気量 (全体・一人当たり)

	換気方式	測定階 /最高階	室内平均 濃度(ppm)	外気平均濃 度(ppm)	CO ₂ 発生量 (全体)(m ³ /h)	推定換気量 (m ³ /h)	一人当たり 換気量(m ³ /h)
A	AHU+CAV	10F/16F	647.3	433.7	0.322	1507.7	100.5
B	OHU+CAV	7F/8F	939.7	441.4	0.203	407.4	40.7
C	AHU+VAV	21F/35F	745.5	437.6	1.318	4281.5	69.1
D	1 種熱交換	2F/3F	782.1	433	0.858	2458.7	63
E	3 種	3F/3F	691.2	430.7	0.257	986.2	75.9
F	3 種+ドア開	1F/1F	580.1	430.3	0.361	2409.2	141.7
G 2F	3 種+窓開け	2F/3F	677.2	437	0.0627	260.8	86.9
G 3F	3 種+窓開け	3F/3F	836.8	437	0.222	554.9	42.7

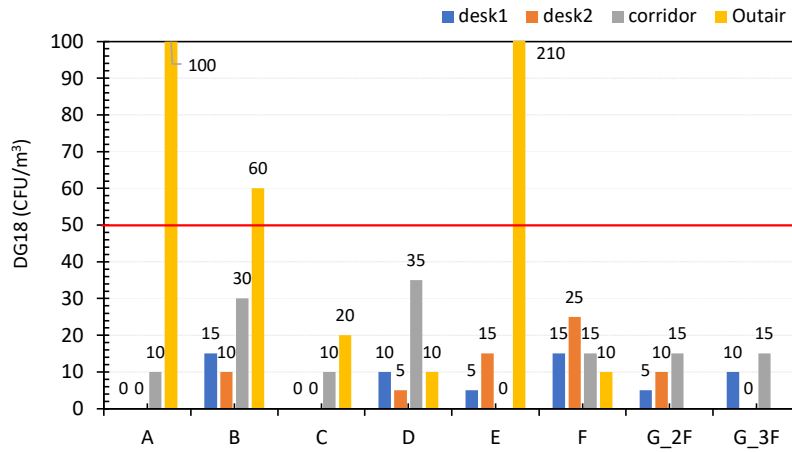


図 2-5-1 各オフィスの浮遊真菌量 (総数)

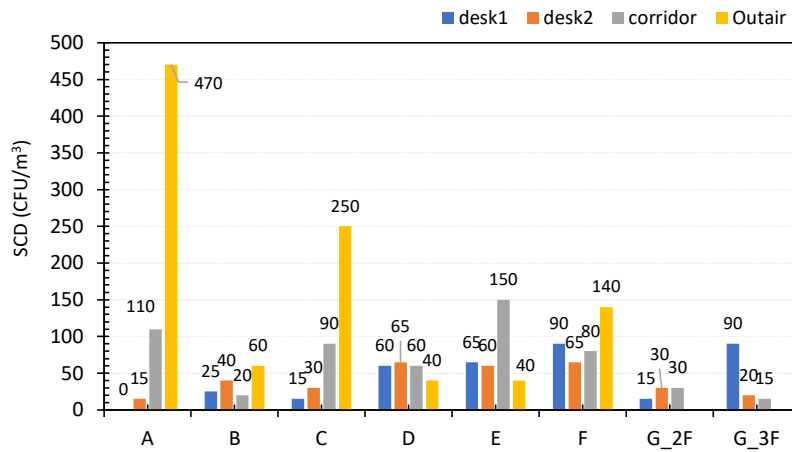


図 2-5-2 各オフィスの浮遊細菌量 (総数)

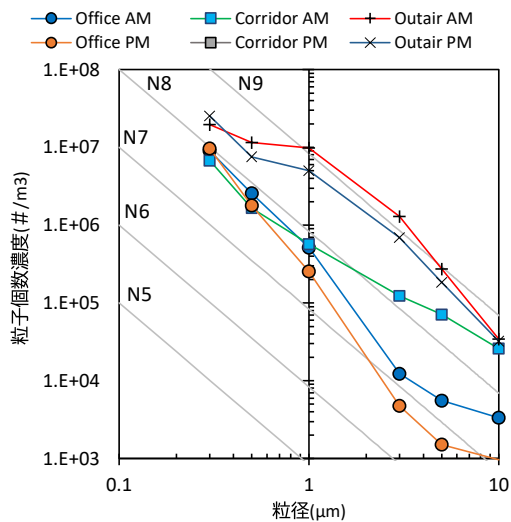


図 2-5-3(1) A の浮遊微粒子個数濃度

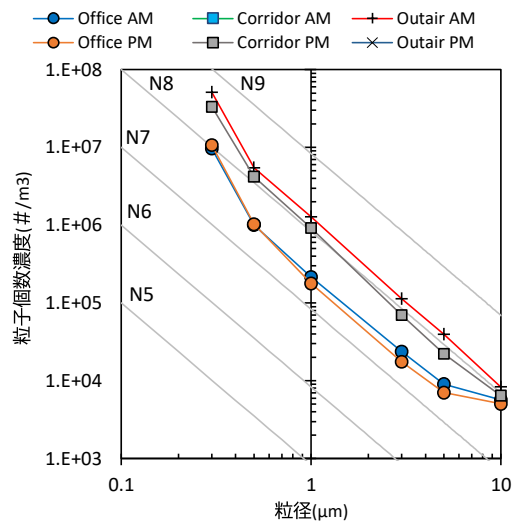


図 2-5-3(2) B の浮遊微粒子個数濃度

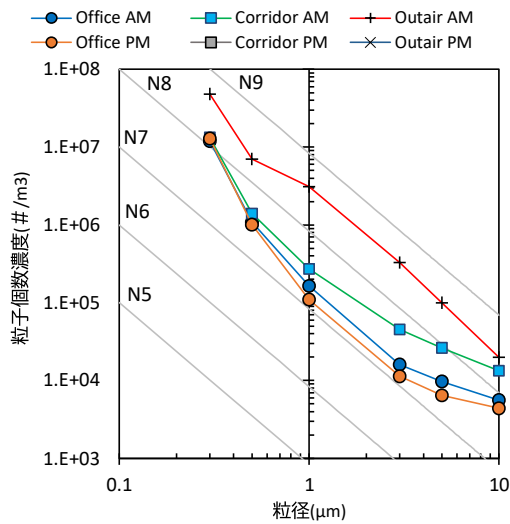


図 2-5-3(3) C の浮遊微粒子個数濃度

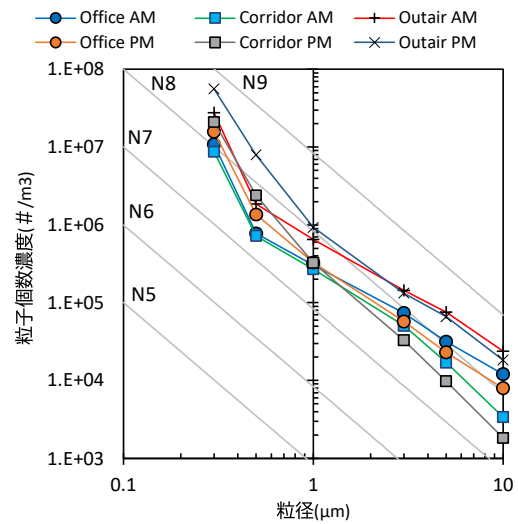


図 2-5-3(4) D の浮遊微粒子個数濃度

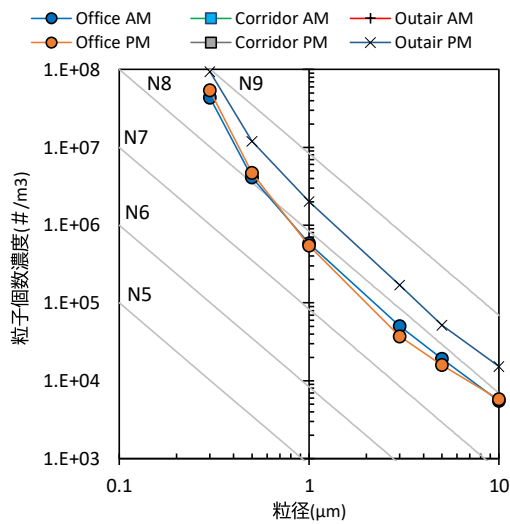


図 2-5-3(5) E の浮遊微粒子個数濃度

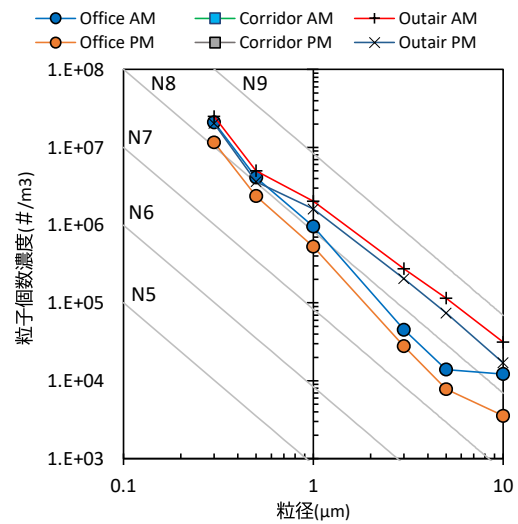


図 2-5-3(6) F の浮遊微粒子個数濃度

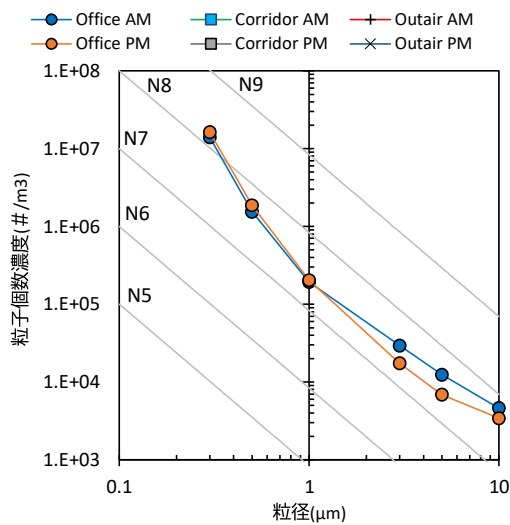


図 2-5-3(7) G_2F の浮遊微粒子個数濃度

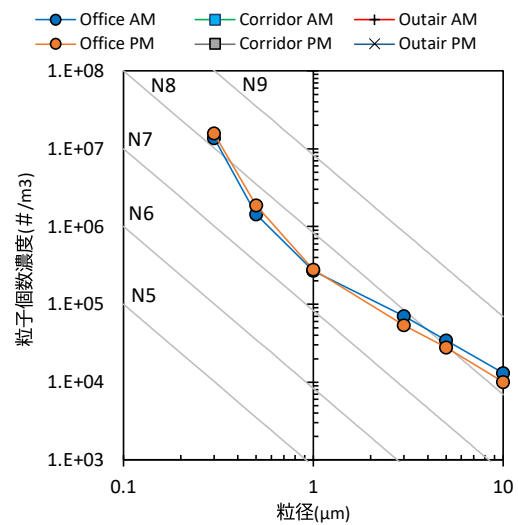


図 2-5-3(8) G_3F の浮遊微粒子個数濃度

表 2-5-4 一人当たりの換気量と浮遊微粒子個数濃度の相関分析結果

	Particle diameter (μm)					
	0.3-0.5	0.5-1.0	1.0-3.0*	3.0-5.0	5.0-10	>10
Correlation Coefficient	0.0453	0.5243	0.7288	-0.265	-0.442	-0.287
t-value	0.1111	1.5081	2.6071	0.6733	1.207	0.7338
p-value	0.9151	0.1823	0.0403	0.5258	0.2729	0.4907

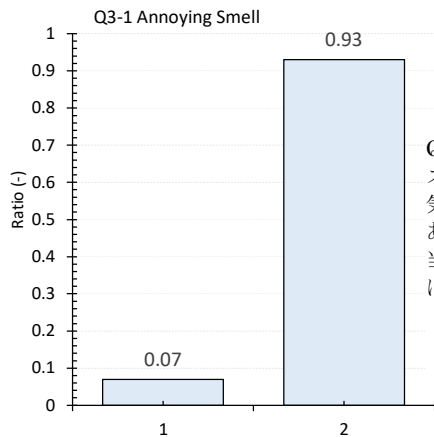


図 2-5-4 常に気になる臭い

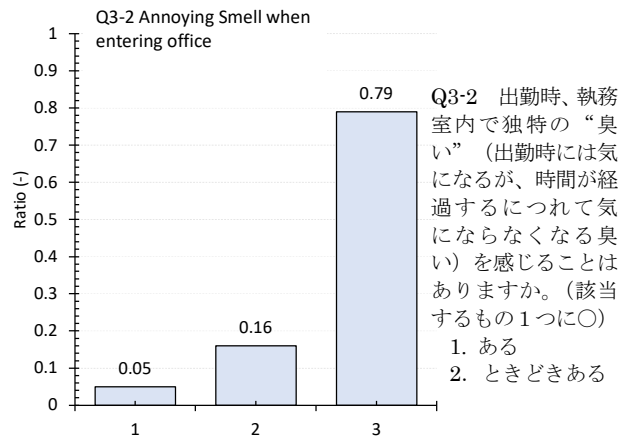


図 2-5-5 出勤時の室内の独特な臭い

表 2-5-5 Q3-1 常に気になる臭いと Q3-4 換気量の過不足感覚のクロス集計結果

	非常に不足している	不足している	やや不足している	ちょうどよい	やや多い	多い	非常に多い
気になる臭い_ある	0	3	3	2	0	0	0
気になる臭い_ない	5	12	34	59	3	0	0

χ²乗検定（独立性の検定）：p=0.4063

残差解析 有意に高い：p<0.05 [*], p<0.01[**], 有意に低い：p<0.05[/], p<0.01[/]/]

Q3-1 現在居るスペースで、常に気になる臭いはありますか。(該当するもの1つに○)

1. ある 2. ない

Q3-4 現在居るスペースの換気量についてどのように感じますか。(該当するもの1つに○)

1. 非常に不足している 2. 不足している 3. やや不足している 4. ちょうどよい 5. やや多い 6. 多い 7. 非常に多い

表 2-5-5 Q3-3 空気の汚れと Q3-4 換気量の過不足感覚のクロス集計結果

	非常に不足している	不足している	やや不足している	ちょうどよい	やや多い	多い	非常に多い
非常に気になる	2 [**]	1	0	1	0	0	0
気になる	2 [**]	4 [**]	3	0 [/]	0	0	0
やや気になる	0	4	14 [**]	7 [/]	1	0	0
あまり気にならない	0	4	16	22	2	0	0
気にならない	1	2	4 [/]	31 [**]	0	0	0

χ²乗検定（独立性の検定）：p<0.001

残差解析 有意に高い：p<0.05 [*], p<0.01[**], 有意に低い：p<0.05[/], p<0.01[/]/]

Q3-3 現在居るスペースの空気の汚れが気になりますか。(該当するもの1つに○)

1. 非常に気になる 2. 気になる 3. やや気になる 4. あまり気にならない 5. 気にならない

Q3-4 現在居るスペースの換気量についてどのように感じますか。(該当するもの1つに○)

1. 非常に不足している 2. 不足している 3. やや不足している 4. ちょうどよい 5. やや多い 6. 多い 7. 非常に多い

表 2-5-6 Q3-1 常に気になる臭いと Q3-5 空気質の満足感のクロス集計結果

	非常に不足している	不足している	やや不足している	ちょうどよい	やや多い	多い	非常に多い
気になる臭い_ある	1 [**]	1	4	2	0	0	0
気になる臭い_ない	0 [//]	5	20	52	11	23	2

χ^2 乗検定 (独立性の検定) : p<0.001

残差解析 有意に高い: p<0.05 [*], p<0.01[**], 有意に低い: p<0.05[/]: p<0.01[///]

Q3-1 現在居るスペースで、常に気になる臭いはありますか。(該当するもの1つに○)

1. ある 2. ない

Q3-5 現在居るスペースの空気質に満足していますか。(該当するもの1つに○)

1. 非常に不満 2. 不満 3. やや不満 4. どちらでもない 5. やや満足 6. 満足 7. 非常に満足

表 2-5-7 Q3-4 換気量の過不足感覚と Q3-5 空気質の満足感のクロス集計結果

	非常に不満	不満	やや不満	どちらでもない	やや満足	満足	非常に満足
非常に不足している	0	4 [**]	0	1	0	0	0
不足している	0	0	6 [*]	8	0	1	0
やや不足している	0	1	14 [**]	20	2	0 [//]	0
ちょうどよい	1	1	3 [//]	23	9 [*]	22 [**]	2
やや多い	0	0	1	2	0	0	0
多い	0	0	0	0	0	0	0
非常に多い	0	0	0	0	0	0	0

χ^2 乗検定 (独立性の検定) : p<0.001

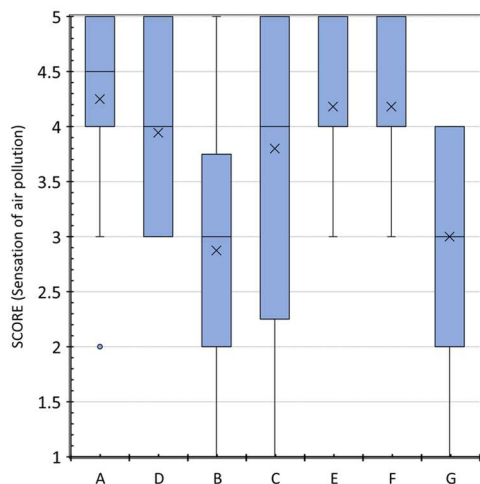
残差解析 有意に高い: p<0.05 [*], p<0.01[**], 有意に低い: p<0.05[/]: p<0.01[///]

Q3-4 現在居るスペースの換気量についてどのように感じますか。(該当するもの1つに○)

1. 非常に不足している 2. 不足している 3. やや不足している 4. ちょうどよい 5. やや多い 6. 多い 7. 非常に多い

Q3-5 現在居るスペースの空気質に満足していますか。(該当するもの1つに○)

1. 非常に不満 2. 不満 3. やや不満 4. どちらでもない 5. やや満足 6. 満足 7. 非常に満足



Q3-3 現在居るスペースの空気の汚れが気になりますか。(該当するもの1つに○)

1. 非常に気になる 2. 気になる 3. やや気になる 4. あまり気にならない 5. 気にならない

図 2-5-6 Q3-3 各オフィスの空気の汚れ感覚

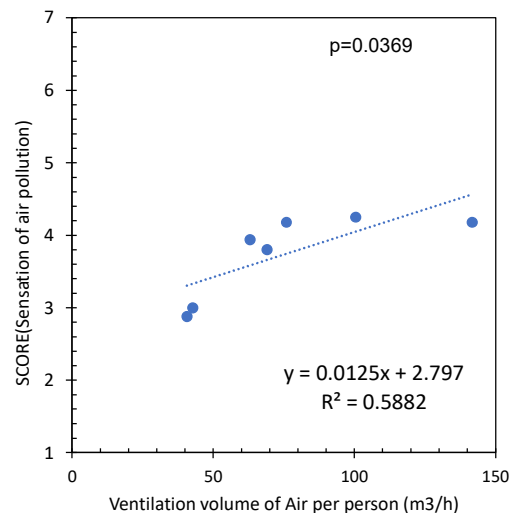


図 2-5-7 Q3-3 空気の汚れ感覚と一人当たり換気量の関係

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）
「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」
分担研究報告書

給水環境の実態ならびに利用者の主観に関する調査

研究分担者 島崎 大 国立保健医療科学院 上席主任研究官
研究代表者 本間 義規 国立保健医療科学院 統括研究官
研究分担者 下ノ菌 慧 国立保健医療科学院 研究員

研究要旨

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。

全国各地の7事業所を対象に、2023年2月から3月にかけて室内環境に係る各項目の測定ならびに執務者に対する主観評価調査を実施したところ、一部の中規模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。濁度は築年数にかかわらずほぼゼロに近い値であった。従属栄養細菌数は、一部の特定建築物およびすべての中規模建築物について 1.0×10^2 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、水道水の飲用は事業所によって大差がみられた。水質に関しては、多くの場合に異臭味が指摘されており、塩素消毒による臭味も含まれると考えられた。一方、給水装置等からの金属や溶媒等の溶出に由来する可能性もあるため、異臭味の種別を精査する必要がある。

主観評価においては異臭味、色、濁りが重要であるものの、塩素消毒由来の異臭味は区別すること、浄水器の設置の有無が主観に大きく影響を与える可能性があることに留意する必要がある。

A. 研究目的

建築物衛生に係る本邦の法規制の範疇外となっている中小規模建築物の衛生環境（温熱環境、湿度環境、空気質、光環境、音環境、水質、衛生害虫の発生等）の管理手法として執務者の主観評価に着目し、各項目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を構築し、レーティング結果に基づく適切かつ有用性の高い管理手法を目指す。

当研究では、給水環境ならびに給水水質に着目し、執務者の主観評価により適切に室内環境を評価可能な項目を検討した。

B. 研究方法

(1)調査対象の建築物

本研究では全国各地の7事業所を対象に、2023年2月から3月にかけて室内環境に係る各項目の測定ならびに執務者に対する主観評価調査を実施した。表1に調査対象と

の建築物の概要ならびに給水方式等を示す。

(2)給水環境に係る水質調査

各対象建築物の飲用等に供する給水栓、ならびに、給湯栓または男子トイレ内手洗い水から試料水を採取し、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

DPD 比色法

(HACH DR300 残留塩素用)

- ・従属栄養細菌数

寒天培地法

(R2A 寒天培地・20℃・7日間培養)

- ・全菌数

蛍光顕微鏡計数法

(蛍光顕微鏡：オリンパス BX61

染色剤：TakaraBio SYBR Green I)

- ・濁度

積分球式光電光度法

(日東精工アナリテック PT-200)

- ・水温

アルコール温度計

なお、採水は調査開始時となる始業直後ないし始業1時間後(午前9-10時)に実施し、各残留塩素および水温は採水直後に測定した。従属栄養細菌数および全菌数の測定に用いる採水試料は、高圧蒸気滅菌済みガラス瓶(チオ硫酸ナトリウム試薬入)に直接採取してただちに残留塩素を消去した。濁度の測定試料はエチレンガス滅菌済みポリエチレン瓶に採取した。各試料ともに冷蔵して国立保健医療科学院の実験室に移送、測定した。

(3)執務者に対する主観評価調査

室内環境の各測定を実施した当日、各事業所の執務者を対象に、アンケート票への回答による室内環境の主観評価についての調査を実施した。給水環境に関する調査項目は以下の通りである。他の評価項目や回答者の属性等の詳細については、当研究の他の研究分担報告書を参照されたい。

Q7 職場での飲用水についてお伺いします

Q7-1 執務中の飲用水(お茶等をつくる水を含む)は何をお使いですか。

1.共用部の水道水 2.執務室内の水道水 3.ウォーターサーバー 4.ペットボトル水 5.自宅で作ったお茶や飲料水等を持参

上記の質問(Q7-1)で「1.共用部の水道水」「2.執務室内の水道水」を選択した方に質問します。

Q7-1-1 水道水の味はどうですか。

1.非常にまずい 2.まずい 3. ややまずい 4. まずくもおいしくもない 5. ややおいしい 6. おいしい 7. 非常においしい

Q7-1-2 水道水に匂いはありますか。(複数回答)

1. 化学物質臭を感じる 2. カビ臭さを感じる 3. 何かわからないがニオイがする 4. 特に感じない

Q7-1-3 浄水器は設置していますか。

1. 設置している 2. 設置していない

Q7-2 仕事をしながら、水、お茶、コーヒーや清涼飲料水等を1日あたりどの程度飲みますか(複数の種類をすべて合算)。

1. 全く飲まない
2. 1～2 杯程度 (200～400mL 程度)
3. ペットボトル 1 本程度 (500mL)
4. 3～4 杯程度 (600～800mL 程度)
5. 5～6 杯程度 (1000～1200mL 程度)
6. 6 杯以上 (1200mL 以上)

Q7-3 共用部または執務室内の水道水で衛生上気になる点はありますか。

- 1.ある
- 2.ない

上記の質問(Q7-3)で「1.ある」を選択した方に質問します。

Q7-3-1 以下の項目で気になるものを選択してください。(複数回答)

1. 色
2. 臭い
3. 味
4. 蛇口 (吐水口・レバー等) の汚れ
- 5.シンクまわりの汚れ
6. その他 ()

Q7-4 トイレの手洗い水で衛生上気になる点はありますか。

- 1.ある
- 2.ない

上記の質問(Q7-4)で「1.ある」を選択した方に質問します。

Q7-4-1 以下の項目で気になるものを選択してください。(複数回答)

1. 色
2. 臭い
3. 蛇口 (吐水口・レバー等) の汚れ
- 4.洗面器の汚れ
- 5.その他 ()

C. 調査結果

(1) 給水環境に係る水質調査

各事業所における給水栓・給湯栓・トイレ手洗い水から採取した試料の水質測定結果の一覧を表2に示す。

i) 残留塩素

大部分の事業所において、遊離残留塩素の濃度は水道法の(同法の衛生上の措置として水道法施行規則に定められる)下限値0.1mg/L以上であったが、一部の水栓は0.1mg/Lを下回っていた(建築物D温水、E冷水、G混合栓水)。結合塩素の濃度は各水試料とも小さく、0.03～0.1mg/Lの範囲であった。また、全塩素の大部分は遊離塩素の形態であった。

ii) 濁度

すべての水試料について0.00-0.03度の範囲となり、目視でも濁りはまったく確認されなかった。

iii) 水温

給水栓やトイレ用手洗い水の水温は9.0～22.0℃、給湯栓の水温は37.0～53.2℃の範囲であった。

iv) 従属栄養細菌数

給水栓やトイレ用手洗い水の従属栄養細菌数は $3.3 \times 10^{-1} \sim 2.2 \times 10^3$ CFU/mL、給湯栓の従属栄養細菌数は $2.0 \times 10^0 \sim 1.8 \times 10^2$ CFU/mLの範囲であった。トイレ手洗い水(建物E)において、水質管理目標設定項目の目標値である 2.0×10^3 CFU/mLを超えていた。

v) 全菌数

給水栓やトイレ用手洗い水の全菌数は $5.8 \times 10^4 \sim 1.1 \times 10^5$ cells/mL、給湯栓の従属栄養細菌数は $4.8 \times 10^4 \sim 6.0 \times 10^4$ cells/mLの範囲であった。

(2) 執務者に対する主観評価調査

i) 飲用水の種別

執務中の飲用水(お茶等をつくる水を含む)として水道水を使用すると回答した者

は、回答者 120 名中 31 名 (25.8%) であった。事業所ごとの差が大きく、建築物 A,B は 0 名、建築物 C は 20 名中 5 名、建築物 D は 36 名中 7 名、建築物 E は 11 名中 7 名、建築物 F は 22 名中 5 名、建築物 G は 12 名中 7 名であった。

ii) 水道水質の主観評価 (異臭味)

主に水道水を飲用水として使用する者 (一部、使用しない者を含む) のうち、味が「まずい」「ややまずい」とした者は 47 名中 5 名であった。また、匂いを感じるとした者は 6 名であり、その内訳 (複数回答あり) は「化学物質臭」4 件、「かび臭」1 件、「不明臭」3 件となった。

一方、味が「おいしい」「ややおいしい」とした者も 47 名中 6 名みられた。

iii) 浄水器の設置状況

浄水器を設置している建築物は E,G、設置していない建築物は A,B,F であった。建築物 C,D は設置している・していないとする回答が混在していた。

iv) 執務時間中の飲量

すべての飲料を合計した 1 日あたりの飲量には個人差が大きいものの、「ペットボトル 1 本程度 (500mL)」が 121 名中 35 名 (28.9%)、3~4 杯程度 (600~800mL 程度) が 121 名中 46 名 (38.0%) と両者で大半を占めた。「全く飲まない」とする者も 2 名みられた。

v) 水道水等で衛生上気になる点

水道水は 121 名中 20 名から、トイレ用 hand 洗いは 121 名中 15 名から、衛生上気になる点が指摘された。前者・後者ともに大部分が蛇口やシンク周り (水道水)、洗面器 (トイレ) の汚れであった。一部に水質に関する指摘があり、水道水は色 1 件、臭い 4 件、

味 5 件、トイレ用 hand 洗いは臭い 5 件であった。

D. 考察

(1) 給水環境に係る水質調査

本邦の水道では、水道水の衛生性を確保する上で、給水末端での残留塩素の保持が重要視されている。調査対象とした各事業所において、大部分の給水栓や給湯栓、トイレ用 hand 洗いで、0.1mg/L 以上の遊離残留塩素が確保されていたものの、一部の中規模建築物から採取した試料はこれを下回っていた。ただし、建築物 E,G はアンケート回答より浄水器が設置されていることが確認されたため、浄水器によって残留塩素が除去された後の水道水を採取した可能性も考えられた。同一の混合水栓から冷水および温水を採水した建築物 A,D,F について、温水の遊離・結合・全残留塩素濃度はすべて冷水よりも低かった。いずれの温水もシンク下の電熱式ヒーターにより加温された状態であり、滞留中に残留塩素が消失しやすい状態となる。特に、建築物 D は温水の水温が 53.2℃ と最も高く、遊離残留塩素濃度が 0.03mg/L と最も低いため、水温と残留塩素消費との関連性が大きいものと考えられた。なお、残留塩素の消費に影響を及ぼす他の要因として、給水管の特性 (材質や敷設期間)、給水管の衛生状況 (生物膜の形成の有無)、水道水の水質 (残留塩素を消費する有機物の存在状況) が挙げられる。結合残留塩素の濃度は 0.03~0.10mg/L の範囲であり、建築物や水栓の種別について特段の差はみられなかった。

濁度については、どの建築物も築年数にかかわらずほぼゼロに近い値であり、目視

でも濁りや浮遊物は認められなかった。ただし浄水器を設置している建築物 E,G については、浄水器により浮遊物等が除去されている可能性も考えられた。

従属栄養細菌数は、特定建築物 C および中規模建築物すべてについて、 1.0×10^2 CFU/mL 以上で存在することが確認された。特に建築物 E のトイレ用手洗い水にて、水質管理目標設定項目としての暫定目標値である 2,000 (2.0×10^3) CFU/mL を超えていた。従属栄養細菌数の存在は、給水環境における微生物の再増殖が発生しやすい等、微生物学的な衛生状況が芳しくないことを示唆するものであり、レジオネラや非結核性抗酸菌等の日和見感染性病原体の存在が懸念される。図 1 に示すように、各試料の遊離残留塩素濃度と従属栄養細菌数との間には明確な相関性はみられなかった。給水末端における従属栄養細菌数等の存在には、残留塩素濃度、水温、水質（資化性有機物、栄養塩等）、滞留時間、流速、給水管の材質といった様々な因子に関わるため、特に従属栄養細菌数が高い一部の試料については精査を要すると考えられる。

一方、全菌数については、各試料ともに $10^4 \sim 10^5$ cells/mL の範囲と比較的高い濃度であった。全菌数には生菌・死菌ともに含まれる点異なるものの、給水環境の衛生性の面からは注視する必要がある。

(2) 執務者に対する主観評価調査

調査対象とした各執務者のうち、執務中の飲用水（お茶等をつくる水を含む）として水道水を使用すると回答した者は約 1/4 であった。使用する割合が高かった建築物 E および G は、いずれも浄水器を設置してい

るため、水道水の水質や異臭味に関する利用者の懸念が小さいと考えられた。また建築物 E が位置する熊本市は水道原水の全量を地下水に依存しており、水道水の水質が非常に良好であることを同市の広報等で PR していることも、水道水の積極的な使用に影響している可能性がある。水道水を使用し、かつ、次項の主観評価において水道水の味を「おいしい」とした 2 名は、いずれも建築物 E であった。

水道水の水質に関する主観評価について、「まずい」「ややまずい」とした者の大半は異臭味を指摘していた。「かび臭」1 名を除いては「化学物質臭」または「不明臭」であり、水道水の塩素消毒に由来するカルキ臭、あるいは、給水装置や給水用具に由来する樹脂臭や樹脂臭、溶媒臭を指摘した可能性がある。前者については健康上の影響は認められず、むしろ給水環境の衛生性が確保されている点では望ましい面がある。後者については鉛や銅等の金属や有機溶媒による健康影響が想定されるため、異臭味や化学物質の種別について精査する必要があると考えられる。

水道水あるいはトイレ用手洗い水にて衛生上気になる点として、異臭味に加えて、蛇口やシンク周り（水道水）、洗面器（トイレ）の汚れが指摘されていた。また、その他の回答として水道管や給湯器の老朽化が指摘されていた。大半は、水道水を飲用等に使用していない者から指摘されており、このような懸念が、水道水を飲用する忌避感につながった可能性がある。

E. 結論

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。水道水の衛生性を確保する上で、本邦では給水末端での残留塩素の保持が重要視されている。しかしながら、主観評価において塩素臭は異臭味の一つとして認識され、相反する評価となる可能性がある。

今回の調査では特段認められなかったものの、水道水の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ため、主観評価においても重要な項目である。

浄水器の設置の有無により、水道水の飲用の有無が異なる可能性があり、主観評価に与える影響に留意する必要がある。

F. 研究発表

1. 論文発表

(該当なし)

2. 学会発表

(該当なし)

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

(該当なし)

2. 実用新案登録

(該当なし)

3. その他

(該当なし)

表 1 調査対象の建築物の概要ならびに給水方式

建築物	種別	所在地	延床面積 [m ²]	竣工年	階数	測定階数	給水方式	調査日
A	特定建築物	北海道札幌市	25,289	1,995	B1-16F	10F	貯水槽	2023/3/24
B	特定建築物	宮城県仙台市	6,800	1,991	B1-8F	7F	貯水槽	2023/3/15
C	特定建築物	東京都新宿区	93,997	2,011	B2-35F	22F	貯水槽	2023/3/17
D	中規模建築物	北海道札幌市	1,373	2,018	3F	2F	直結給水	2023/3/23
E	中規模建築物	熊本県熊本市	973	n.a.	3F	3F	直結給水	2023/3/10
F	中規模建築物	石川県金沢市	806	n.a.	1F	1F	直結給水	2023/3/13
G	中規模建築物	東京都中央区	459	n.a.	3F	3F	直結給水	2023/2/15

表 2 調査対象の採水箇所および水質測定結果

建築物	採水箇所	遊離塩素 [mg/L]	結合塩素 [mg/L]	全塩素 [mg/L]	濁度 [度]	水温 [°C]	従属栄養細菌数 [CFU/mL]	全菌数 [cells/mL]
A	蛇口 (混合栓・冷水)	0.41	0.07	0.48	0.01	13.0	3.3×10^{-1}	7.1×10^4
	蛇口 (混合栓・温水)	0.29	0.06	0.35	0.00	37.0	2.0×10^0	4.8×10^4
B	蛇口 (混合栓・冷水)	0.37	0.05	0.42	0.03	9.0	3.3×10^{-1}	6.3×10^4
	蛇口 (トイレ)	0.18	0.09	0.27	0.02	22.0	7.0×10^0	6.7×10^4
C	蛇口 (混合栓・冷水)	0.14	0.07	0.21	0.02	n.a.	5.5×10^2	1.1×10^5
	蛇口 (トイレ)	0.15	0.06	0.21	0.03	n.a.	3.9×10^1	1.0×10^5
D	蛇口 (混合栓・冷水)	0.44	0.10	0.54	0.00	21.0	1.0×10^2	6.2×10^4
	蛇口 (混合栓・温水)	0.03	0.03	0.06	0.02	53.2	3.7×10^0	5.3×10^4
E	蛇口 (事務所)	0.07	0.05	0.12	0.02	n.a.	6.2×10^2	9.9×10^4
	蛇口 (トイレ)	0.20	0.04	0.24	0.02	n.a.	2.2×10^3	9.3×10^4
F	蛇口 (混合栓・冷水)	0.39	0.05	0.44	0.00	11.4	5.7×10^2	7.2×10^4
	蛇口 (混合栓・温水)	0.17	0.05	0.22	0.00	46.5	1.8×10^2	6.0×10^4
G	蛇口 (3F)	0.41	0.03	0.44	0.03	n.a.	3.7×10^0	5.8×10^4
	蛇口 (2F・混合栓)	0.05	0.05	0.10	0.03	n.a.	5.4×10^1	9.5×10^4

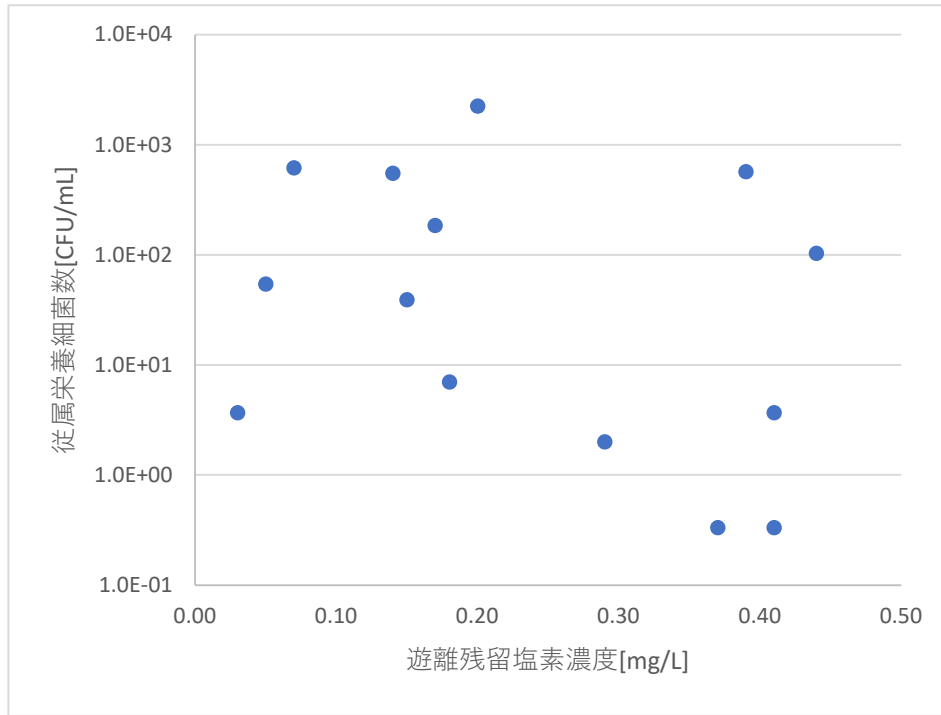


図1 遊離残留塩素濃度と従属栄養細菌数の相関性

令和四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）
「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」
分担研究報告書

国内外の室内環境・知的生産性の評価・レーティングシステムの調査

分担研究者	東 賢一	近畿大学医学部 准教授
研究代表者	本間義規	国立保健医療科学院生活環境研究部 統括研究官
分担研究者	小林健一	国立保健医療科学院医療・福祉サービス研究部 上席主任研究官
分担研究者	島崎 大	国立保健医療科学院生活環境研究部 上席主任研究官
分担研究者	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
分担研究者	下ノ 蘭 慧	国立保健医療科学院生活環境研究部 研究員

研究要旨

本研究班全体では、建築物衛生法が適用されない中規模の建築物に対して、適切な建築物環境衛生管理を行うために、中規模建築物の特質を踏まえた維持管理手法の検討が不可欠であることから、建築物所有者等の行動変容を促すような実効性及び汎用性の高い自主的な維持管理手法の構築を検討している。そのため、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の検討を行う計画となっている。本分担研究としては、このような評価システムを検討するにあたり、国内外の室内環境や知的生産性の評価及びレーティングシステム（格付けシステム）を調査した。調査を行った結果、建物の室内環境質（IEQ）を評価するモデルは20年程度前から提案されていた。近年、欧州連合（EU）のALDRENプロジェクトがTAILスキームを提案しており、建物内の温熱環境、音環境、室内空気環境、光環境の4項目の評価とともに、これらの4項目を統合した総合的なIEQの評価格付けシステムを提案していた。EU ALDRENプロジェクトのTAILスキームは、評価対象とする建物をオフィス事務所とホテルとし、健康リスクと快適性を評価するスキームが具体的に詳細に提案されており、本研究で開発を計画している中規模建築物の評価スキームにおいて、大いに参考になると思われた。

A. 研究目的

建築物衛生法が適用される特定建築物（店舗、事務所等の特定用途で延床面積3000㎡以上の建築物、同8000㎡以上の学校）には、建築物環境衛生管理基準の遵守、その管理実態の報告、建築物環境衛生管理技術者の選任等が義務づけられている。同法が適用されない中小規模の建築物（以下、中小建築物）においても衛生管理に努めるように記されているが、現在は監視や報告の義務がないことから衛生管理状況の実態が不明瞭となっている。また近年、省エネに対する建築物所有者や使用者の意識向上が要求される状況下において、中小建築物は運営や管理形態の多様さなどから十分な技術的支援を得ら

れず、適切な対応がとられていない可能性が懸念される。

このような状況を鑑みると、中規模建築物の特質を踏まえた維持管理手法の検討が不可欠であり、建築物所有者等の行動変容を促すような実効性及び汎用性の高い自主的な維持管理手法の構築が必要と考えられる。そこで本研究全体の目的としては、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の検討と、そのシステムで想定される簡易評価困難な維持管理項目の把握があげられている。本分担研究としては、今年度、簡易評価システムを検討するにあたり、国内外の室内環境や知的生産性の評価及びレーティングシステ

ム（格付けシステム）の調査を実施することを目的とする。

本研究で得られた成果は、建築物衛生法の適用範囲の検討に資するものであり、今後の建築物衛生行政における施策の立案に寄与するものである。

B. 研究方法

国内外の室内環境や知的生産性の評価及びレーティングシステムについて、関係諸機関の評価文書や報告書、関連論文等をインターネット検索および文献データベース検索で調査した。

（倫理面での配慮）

本研究は、公表されている既存資料を中心とした情報収集を行った後、それらの整理を客観的にこなすものであり、特定の個人のプライバシーに係わるような情報を取り扱うものではない。資料の収集・整理にあたっては、公平な立場をとり、事実のみにもとづいて行う。本研究は、動物実験および個人情報を取り扱うものではなく、研究倫理委員会などに諮る必要のある案件ではないと判断している。

C. 研究結果および考察

調査の結果、室内環境や知的生産性の評価及びレーティングシステムは 20 年程度前から提案されていた。本調査から得られた代表的な建物における室内環境質（IEQ）の評価システムとしては、1）EU ALDREN プロジェクトの TAIL スキーム、2）EU iBRoad プロジェクトのロードマップ、3）UNEP グローバル・アライアンスのビルディングパスポートがある。ただし、EU iBRoad プロジェクトと UNEP グローバル・アライアンスには、詳細なスキームや評価方法、室内環境質の測定方法が明記されておらず、情報が不足していた。

一方、EU ALDREN プロジェクトの TAIL スキームは、評価対象とする建物をオフィス事務所とホテルとし、健康リスクと快適性を評価するスキームが具体的に詳細に提案されていた。TAIL スキームでは、① Thermal (T) environment（温熱環境）、② Acoustic (A) environment（音環境）、③ Indoor air (I)

environment（室内空気環境）、④ Luminous (L) environment（光環境）の 4 つの環境を評価する。測定、モデリング、観察によってそれぞれの環境をレーティング（格付け）するために、室温、音圧レベル、換気回数、二酸化炭素濃度、ホルムアルデヒド濃度、ベンゼン濃度、PM_{2.5}濃度、ラドン濃度、相対湿度、カビの発生状況（visible）、照度、昼光率の 12 のパラメーターが使用されている。評価レベルの判断には、EN-16798-1 と世界保健機関（WHO）の空気質ガイドラインが使用され、グリーン（緑）、イエロー（黄）、オレンジ（橙）、レッド（赤）のレーティングがなされる。測定結果の評価には、主として EN-16798-1 と WHO 空気質ガイドラインが使用されている。

EU ALDREN プロジェクトの TAIL スキームは、本研究で開発を計画している中規模建築物の評価スキームにおいて、大いに参考になると思われる。

また、研究レベルでこれまで報告された建物の IEQ 評価モデルのレビューを行った論文もみられた。著者らが独自に開発し、提案しているモデルである。EU ALDREN プロジェクトの TAIL スキーム同様に、温熱、室内空気質、騒音、光環境などの項目について、評価結果をレーティングし、さらにそれぞれのレーティングの評価結果に重みづけを行って総合的な IEQ の評価を行っている。おそらく逆に、EU ALDREN プロジェクトの TAIL スキームは、既往の研究のレビューを踏まえて、国や地域レベルで評価するための包括的な評価スキームとして提案されたものと思われる。

D. 総括

国内外の室内環境や知的生産性の評価及びレーティングシステムについて、関係諸機関の評価文書や報告書、関連論文等をインターネット検索および文献データベース検索で調査を行った結果、建物の室内環境質（IEQ）を評価するモデルは 20 年程度前から提案されていた。近年、EU ALDREN プロジェクトが TAIL スキームを提案しており、建物内の温熱環境、音環境、室内空気環境、光環境の 4 項目の評価とともに、これらの 4 項目を統合した総合的な IEQ

の評価格付けシステムを提案していた。EU ALDREN プロジェクトの TAIL スキームは、評価対象とする建物をオフィス事務所とホテルとし、健康リスクと快適性を評価するスキームが具体的に詳細に提案されており、本研究で開発を計画している中規模建築物の評価スキームにおいて、大いに参考になると思われる。

E. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Hoon K, Osawa H. A longitudinal study on the effects of hygro-thermal conditions and indoor air pollutants on building-related symptoms in office buildings. *Indoor Air* 32(11): e13164. doi: 10.1111/ina.13164.
- 2) 東 賢一. シックビルディング症候群に関連するオフィスビルの室内環境要因. *クリーンテクノロジー* 32(11), 1-4, 2022.

2. 学会発表

- 1) Azuma K. Indoor air quality and health effects in modern office buildings. 16th international conference on indoor air quality and climate, Workshop Kuopio, Finland, 12-16 June, 2022.
- 2) 東 賢一. 室内空気環境対策総論－室内環境における健康リスク要因とその対策について－. 第32回日本産業衛生学会全国協議会シンポジウム:新型コロナウイルス感染症と室内空気環境対策, 札幌, 2022年9月30日.

F. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

予定なし

<研究結果の詳細>

文献データベース検索では、“Carbon dioxide”、“Temperature”、“Noise”、“light”、“Performance”、“Comfort”、“Perceived air quality”、“Productivity”を検索キーワードとして Pubmed で検索を行った。インターネット検索では、“indoor performance rating”、“indoor productivity rating”、“indoor comfort rating”、“indoor health rating”を検索キーワードとして Google で検索を行った。以下、検索の結果得られた内容のうち、本研究の目的に適合した調査結果を示す。

1. EU ALDREN プロジェクト

欧州連合では、ALDREN (ALliance for Deep RENovation in Buildings, <https://aldren.eu/>) というプロジェクトが 2017 年 11 月に発足し、フランスの CSTB (フランス建築科学技術センター)、ミラノ工科大学、デンマーク工科大学 (DTU)、フランスの認証機関 CERTIVEA、欧州の REHVA (欧州空調換気設備協会)、フランスのバレンシア建築研究所 (Instituto Valenciano de la Edification)、スロバキアのコンサルタント会社 ENBEE (Environment & Building Energy Efficiency)、イギリスの環境コンサルト会社 VERCO の 8 つのセクターがこのプロジェクトに参加している。

このプロジェクトの目的は、既存の建築物におけるエネルギー性能と室内環境の質 (indoor environmental quality, IEQ) を評価し、技術面と経費の面から最も関連性の高い長期的な改修方法を特定して優先付けし、大幅な改修を支援することにある。プロジェクトは 2020 年 10 月に終了し、その成果として、室内環境質を評価するための TAIL スキーム (オフィス事務所とホテルの IEQ (健康リスクと快不快を指標) のレベルを包括的に評価する新スキーム) を公表している。

TAIL スキームでは、①Thermal (T) environment (温熱環境)、②Acoustic (A) environment (音環境)、③Indoor air (I) environment (室内空気環境)、④Luminous (L) environment (光環境) の 4 つの環境を評価する。測定、モデリング、観察によってそれぞれの環境をレーティング (格付け) するために、12 のパラメーターが使用されている。評価レベルの判断には、EN-16798-1 と世界保健機関 (WHO) の空気質ガイドラインが使用され、グリーン (緑)、イエロー (黄)、オレンジ (橙)、レッド (赤) のレーティングがなされる。測定結果の評価には、主として EN-16798-1 と WHO 空気質ガイドラインが使用されている。

表 1-1 各環境に対する 12 の評価項目

TAIL	評価項目
T (温熱)	室温
A (音環境)	音圧レベル
I (室内空気質)	換気回数
	二酸化炭素濃度
	ホルムアルデヒド濃度
	ベンゼン濃度
	PM2.5 濃度
	ラドン濃度
	相対湿度
L (光環境)	カビの発生状況 (visible)
	照度
	昼光率



表 1 - 2 T (温熱) の基準

Table 2
Ranges of the indoor air temperature (EN 16798-1 [17]).

Quality of the thermal environment (T)	Buildings with mechanical cooling		Buildings without mechanical cooling	
	Heating season ¹	Non-heating ² (cooling) season	Heating season ¹	Non-heating ^{3,4} (+cooling season)
Green	22 ± 1 °C	24.5 ± 1 °C	22 ± 1 °C	upper limit 0.33Θ _{rm} + 18.8 + 2 °C lower limit 0.33Θ _{rm} + 18.8 - 3 °C
Yellow	22 ± 2 °C	24.5 ± 1.5 °C	22 ± 2 °C	upper limit 0.33Θ _{rm} + 18.8 + 3 °C lower limit 0.33Θ _{rm} + 18.8 - 4 °C
Orange	22 ± 3 °C	24.5 ± 2.5 °C	22 ± 3 °C	upper limit 0.33Θ _{rm} + 18.8 + 4 °C lower limit 0.33Θ _{rm} + 18.8 - 5 °C
Red	If other quality levels cannot be achieved		If other quality levels cannot be achieved	

$$\Theta_{rm} = (1-\alpha) (\Theta_{ed-1} + \alpha \Theta_{ed-2} + \alpha^2 \Theta_{ed-3}),$$

where:

Θ_{rm} = outdoor running mean temperature for that day (°C)

Θ_{ed-1} = daily mean outdoor air temperature for the previous day.

α = constant between 0 and 1 (recommended value is 0.8)

Θ_{ed-i} = daily mean outdoor air temperature for the i-th previous day.

Alternatively, using the following approximate formula (when records of daily running mean outdoor temperature are not available: $Q_m = (Q_{ed-1} + 0.8 Q_{ed-2} + 0.6 Q_{ed-3} + 0.5 Q_{ed-4} + 0.4 Q_{ed-5} + 0.3 Q_{ed-6} + 0.2 Q_{ed-7}) / 3.8$).

¹ Assuming clo = 1.0, office work and RH = 50%.

² Assuming clo = 0.5, office work, and RH = 50%.

³ Summer and shoulder seasons; Θ_{rm} is the running mean outdoor temperature that can be calculated as follows:

⁴ Daily mean outdoor air temperature for the previous day obtained from measurements or from the nearest meteorological station.

表 1 - 3 I (室内空気質) の基準

Table 4
Ranges of the indoor air quality indicators.

Quality of indoor air quality (I)	Green	Yellow	Orange	Red
Carbon dioxide (concentration above outdoors) ^{1,2}	≤550 ppm	≤800 ppm	≤1350 ppm	If other quality levels cannot be achieved
Ventilation rate ^{3,7}	≥(10 L/s/p + 2.0 L/s/m ² floor)	≥(7 L/s/p + 1.4 L/s/m ² floor) and <(10 L/s/p + 2.0 L/s/m ² floor)	≥(4 L/s/p + 0.8 L/s/m ² floor) and <(7 L/s/p + 1.4 L/s/m ² floor)	If other quality levels cannot be achieved
Relative humidity offices ^{2,4} hotel rooms ^{2,4,5}	≥30% <50% 30% and ≤50%	≥25% <60% ≥25% and ≤60%	≥20% <70% ≥20% and ≤60%	If other quality levels cannot be achieved
Visible mold ^{6,7}	No visible mould	Minor moisture damage, minor areas with visible mould (<400 cm ²)	Damaged interior structural component, larger areas with visible mould (<2500 cm ²)	Large areas with visible mould (≥2500 cm ²)
Benzene ⁷	<2 µg/m ³	≥2 µg/m ³	no criteria	≥5 µg/m ³
Formaldehyde ⁷	<30 µg/m ³	≥30 µg/m ³	no criteria	≥100 µg/m ³
Particles PM _{2.5} (gravimetric) ⁷	<10 µg/m ³	≥10 µg/m ³	no criteria	≥25 µg/m ³
Particles PM _{2.5} (optical) ⁷	<10 µg/m ³	≥10 µg/m ³	no criteria	≥25 µg/m ³
Radon ^{7,8}	<100 Bq/m ³	≥100 Bq/m ³	no criteria	≥300 Bq/m ³

¹ Outdoor CO₂ should be measured or assumed using <https://www.co2.earth/>; indoor CO₂ according to EN 16798-1 [17].

² To be classified in each quality level, the measurements shall not exceed the range defined by the indicated quality level and the lower quality level for more than 5% of the time, and the range defined by the next lowest quality level for more than 1% of the time.

³ For non-low polluting buildings according to EN 16798-1 [17], because no information on pollution load; the measured ventilation rates (average values of the two measurements) shall be compared with the nominal ventilation rate for that area according to design.

⁴ The levels match EN 16798-1 in terms of the humidification requirements [17]

⁵ The higher levels selected to avoid house dust mite infestation (survival and reproduction).

⁶ According to the Nordic classification system and Level(s); observations in the instrumented rooms should be supplemented by observations in locations where the risk of mould is likely (e.g., those identified by using simulations of surface relative humidity).

⁷ The permissible levels that cannot be exceeded: benzene ([45]; [12]), formaldehyde [29]; [45]) and PM_{2.5} [47].

⁸ Two-month average value measured in winter [45;11]).

表 1 - 4 A (音環境) の基準

Table 3

Ranges of the sound pressure level.

Quality of the acoustic environment (A)	Offices ¹		Hotel rooms ¹
	Small office	Landscape office	
Green	<30 dB(A)	<35 dB(A)	<25 dB(A)
Yellow	<35 dB(A)	<40 dB(A)	<30 dB(A)
Orange	<40 dB(A)	<45 dB(A)	<35 dB(A)
Red	If other quality levels cannot be achieved	If other quality levels cannot be achieved	If other quality levels cannot be achieved

¹ According to EN16798-1 [17]; in a small office, i.e., individual office, the nominal occupation density is 0.1 person per m² floor, and in the landscape office, it is 0.07 person per m² floor.

表 1 - 5 L (光環境) の基準

Table 5

Ranges of the visual environmental indicators.

Quality of the luminous environment (L)	Offices		Hotel rooms
	Daylight factor ¹	% of the time with measured illuminance between 300 and 500 Lux ²	
Green	$\geq 5.0\%$	$\geq 60\%$ and $\leq 100\%$	0%
Yellow	$\geq 3.3\%$	$\geq 40\%$ and $< 60\%$	$> 0\%$ to $\leq 50\%$
Orange	$\geq 2.0\%$	$\geq 10\%$ and $< 40\%$	$> 50\%$ to $\leq 90\%$
Red	If other quality levels cannot be achieved	If other quality levels cannot be achieved	If other quality levels cannot be achieved

¹ The lowest daylight factor to reach respectively ≥ 750 Lux, ≥ 500 Lux, ≥ 300 Lux and ≥ 100 Lux; the daylight factor values are taken according to Standard EN 17037 [18] for Brussels.

² Following the requirements of the HQE green building certification scheme [23].

³ Following the requirements of CASBEE [3]; CASBEE requirement is only for the illuminance level and not for the frequency of occurrence.

EN-16798-1 は、「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: 建物のエネルギー性能—建物の換気 - 室内空気質、熱環境、照明および音響に対処する建物の設計およびエネルギー性能評価のための室内環境入力パラメーターモジュール M1-6」という欧州連合 (EU) 域内における統一規格である。EN 規格は European Standards と呼ばれる。

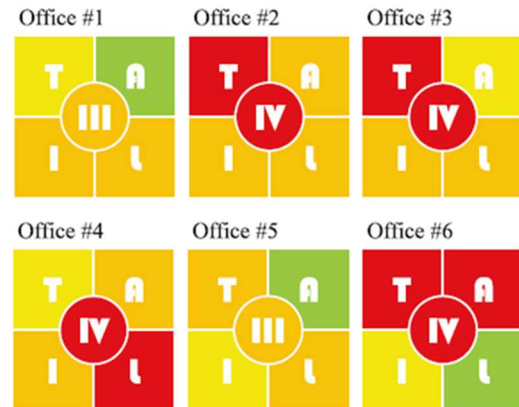
温熱、室内空気質、音環境、光環境の 4 つの評価項目を総じた室内環境質 (IEQ) の総合評価を以下の式で行っている。この総合評価の結果は、4 つの評価項目の中心部分に提示されるシステムとなっている。

IEQ の総合評価

$$\text{Interim rating} = \frac{\sum_1^k R_k * O_k}{n}$$

where k is the number of quality levels; R is the rank for the specific quality level k (R = 1 for green level, R = 2 for yellow level, R = 3 for orange level, and R = 4 for red level); O is the number of observations (measurements) for the specific quality level k; n is the total number of observations (measurements) where the quality of the parameter was determined.

Green: 1~1.4
 Yellow: 1.5~2.4
 Orange: 2.5~3.4
 Red: 3.5~4



TAIL スキームでは、評価プロトコルが作成されている。12 の評価項目のうち、昼光率についてはシミュレーション、カビの発生状況については専門家による目視観察で評価が実施される。他の 10 項目については測定で評価される。測定は建物の室内と屋外の両方で実施される。

評価項目の測定は、季節の違いを避けるために、同じ季節の同じ月（可能であれば同じ天候）の改修前後に実施される。また、季節の違いを把握するために、暖房期（冬期）と冷房期（夏期）の両方の季節で実施するのが理想的ですが、1 つの季節でも構わない。春期と秋期での評価は必須とはされていない。ラドンの測定は、冬期のみラドンが発生しやすい地域でのみ実施される。現場での測定は、建物を通常通りに使用している時間帯に実施される。

本スキームは、建物に対するエネルギー改修の効果や影響を把握するために用いられるため、改

修前ではエネルギー回収の数か月前に実施され、建物の改修後は改修後 3 か月以上遅くとも 1 年以内に通常の運用を行った後に実施されることが望ましいとされている。全体的なプロセスを図 1-1 に示す。

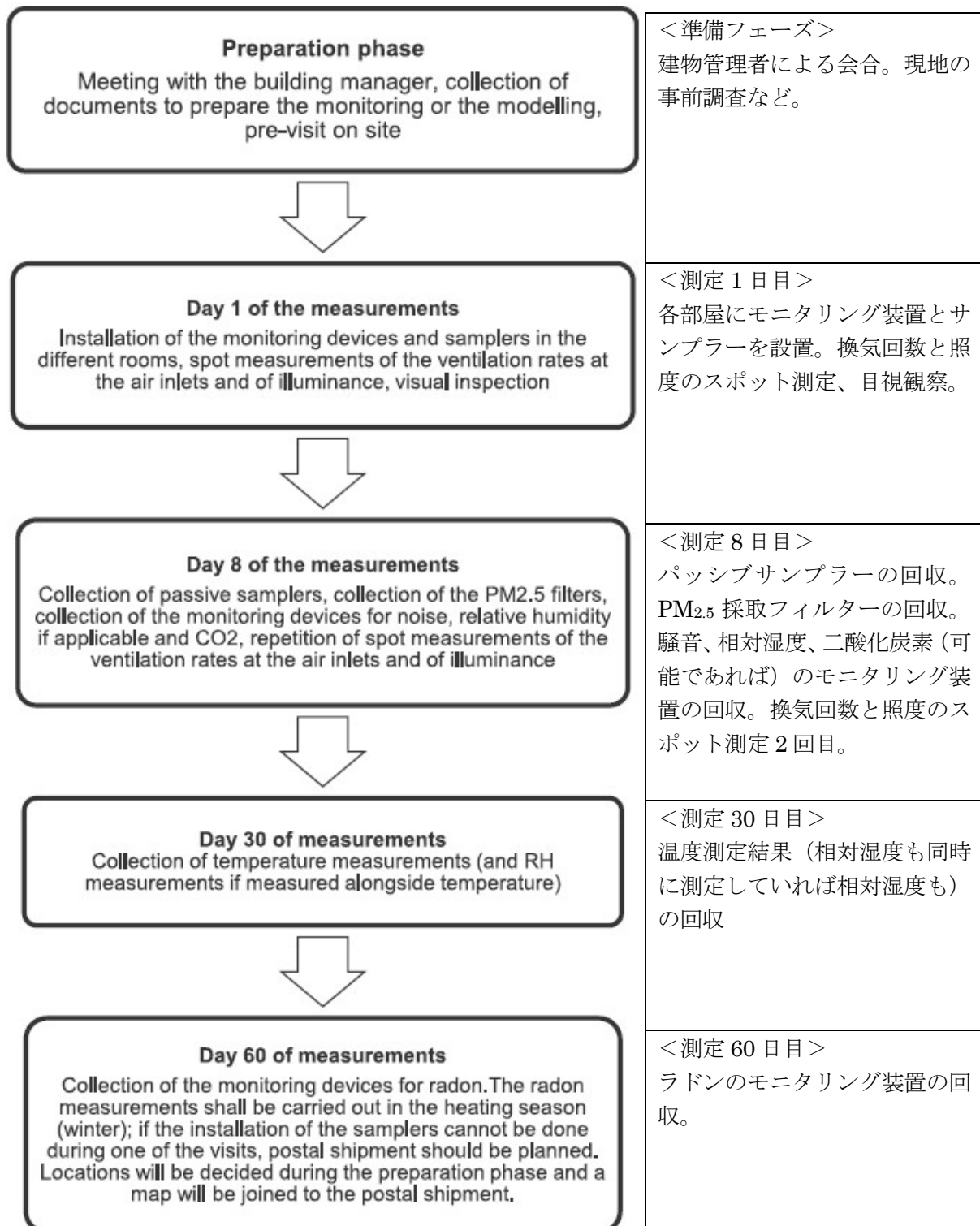


図 1-1 TAIL のレベルを評価するための各評価項目の評価プロセス

各建物においては、各評価項目をいくつかの場所で行う必要があるが、場所の数は、評価結果が建物全体を表していると考えられることや、技術的及び費用的な面を考慮して場所の数が決定される。なお、場所の選定に関しては、以下の基準がある。

- ① 居住者の密度が最も小さい部屋と最も大きい部屋を選定する
- ② 地理的な方向が異なる部屋を選択する
- ③ 街路、道路、庭に面した部屋を選択する
- ④ 種類の異なる部屋を選択する、例えば：
 - ・ 今回の改装前において、同時期に、新たに建築されていた、あるいは改装されていた部屋
 - ・ 同じ空調ユニットと換気または空調ゾーンを共有する部屋
 - ・ 建材や家具等が類似している部屋
 - ・ 同様のタイプの日射遮断装置が設置された部屋
- ⑤ オフィスビルではシングルオフィス、あるいはオープンプランのオフィス、ホテルでは異なるサイズの部屋
- ⑥ 居住者がいる部屋

評価は、オフィスビルではオフィスルーム、ホテルでは客室でのみ実施される。ロビー、サービスルーム、会議室、廊下は対象外となる。測定箇所の面積の合計は、オフィスビルでは延床面積、ホテルでは客室の延床面積の約 10%とする。建物のサイズに応じて最低 2 つの場所を選択するが、少なくともフロアに 1 か所など、評価結果の質的な向上のためには場所を多くとる。

部屋の中央で、壁から 1m 以上離れた場所、床から約 0.8~1m の高さ、テーブル/机またはベッドサイドテーブルの上などで評価は実施される。温熱の測定では、0.6m の高さが座位の高さと考えられている。温熱の測定機器は、通気口や直射日光の近くを避けて設置する。

季節ごとに、オフィスビルでは少なくとも 1 週間のうち労働時間帯（月～金の勤務時間帯のみ）、ホテルでは全時間帯（月曜から月曜、火曜から火曜など、但し就寝時間帯のみ）に評価を実施する。但し、温度は 1 か月間、ラドンは 2 か月間測定する必要がある。

各評価項目の測定プロトコルを以下にまとめた。

1) 温度

温度の測定は、ISO 7730 と ISO 7726 の国際規格に基づく。測定精度が±0.5 °C以上の校正済みセンサーを使用する。測定間隔の推奨値は 1~10 分。屋外の温度は、同時に記録するか、最寄りの気象観測所から取得する。温度は 1 か月間測定する。

2) 音圧レベル

音圧レベルの測定は、EN ISO 10052 と EN ISO 16032 に基づく。測定は±1 dB(A) 以上の精度で校正されたセンサーで実施する。測定は全てのシステムが稼働している状態で、かつバックグラウンド（周囲の）ノイズが存在し、窓を閉めた状態で行う。連続測定が望ましく、その場合は 1~10 分の測定間隔を用いる。居住者が存在するオフィスでは、勤務時間中に測定された音圧レベルの 5 パーセンタイルを使用する。これはつまり、居住者が日中にオフィスの部屋を時々出ると仮定して、5 パーセンタイルを居住者がいない状況の代表レベルと設定するためである。居住者がいないオフィスでは、平均音圧レベルを使用する。

3) 換気回数

機械換気装置のある建物では、他の評価項目の測定の初めと終わり（1 日目、8 日目）の 2 回測

定する。自然換気の建物では、外気侵入率 (infiltration rate) について、測定対象とする部屋の吸気口と排気口の気流を測定する。

4) 二酸化炭素濃度

オンライン測定。読み取り精度が少なくとも±50ppmの校正済みセンサーを使用。測定期間はオフィスでは月曜日から金曜日まで、ホテルでは連続した7日間。測定間隔は1~10分。オフィスとホテルの両方で屋外での測定を推奨。

5) ホルムアルデヒド濃度

オフィスでは月曜日から金曜日まで、ホテルでは連続7日間のパッシブ測定。冬期と夏期の2回の測定を推奨 (必須ではない)。平均濃度をランキングに使用する。測定はISO 16000-4:2011に準拠する。

6) ベンゼン濃度

オフィスでは月曜日から金曜日まで、ホテルでは連続7日間のパッシブ測定。屋外濃度の測定が推奨されるが、最寄りの大気中濃度の監視局のデータを使用してもよい。ホルムアルデヒド同様に、冬期と夏期の2回の測定を推奨 (必須ではない)。平均濃度をランキングに使用する。測定はISO 16017-2:2003規格に準拠する。

7) PM_{2.5}濃度

重量測定 (望ましい) または校正済みの光学カウンターによる測定を実施する。測定はオフィスでは月曜日から金曜日まで、ホテルでは連続7日間実施する。ベンゼン同様に、屋外濃度の測定が推奨されるが、最寄りの大気中濃度の監視局のデータを使用してもよい。また、冬期と夏期の2回の測定を推奨 (必須ではない) する。平均濃度をランキングに使用する。重量測定は、標準CEN-EN 12341:2014に準拠する。

8) ラドン濃度

パッシブ測定。測定期間は冬季のみの2ヶ月。パッシブ線量計は1階の2か所に設置 (1階にオフィスのオフィスとホテルの部屋がある場合)。測定はISO 11665-8:2013に準拠する。

9) 相対湿度

オンライン測定。少なくとも5%の精度で校正されたセンサーを用いる。測定期間は、温度測定と同一機器の場合は1ヶ月、それ以外の場合はオフィスでは月~金、ホテルでは連続7日間。測定時間の間隔は1~10分。オフィスとホテルの両方で屋外の測定を推奨するが、最寄りの気象測定局のデータを使用してもよい。

10) カビの発生状況

目視観察による。表面の相対湿度によるシミュレーションを用いてカビのリスクが存在する場所を測定に含める。

11) 照度

照度とは、水平方向に供給される全光を指す。机の高さ (床から0.85m) で人工照明システムまたは窓 (昼光) を介して表面を照らす。モニタリングの初日 (朝 + 正午 + 午後) と最終日 (朝 + 正午 + 午後) に部屋ごとに5か所でスポット測定を行う (部屋の中央 + 4つのコーナーでの平均

測定値)。連続測定も利用可能（1～10 分の測定間隔を推奨）。測定は±3 ルクス（または 1 ルクスの分解能で測定値の ±3%）以上の精度を持つ校正済みセンサーで行われる。屋外の照度の測定を推奨。

1 2) 昼光率

昼光率は、屋外の照度レベルと屋内の照度レベルの間の一定の比率を想定している。この比率は一定ではないため、EN 17037 は可能であれば動的昼光シミュレーションを使用することを推奨している。 昼光率を使用した部屋の昼光量は、床面から 0.85 m の高さのグリッドに分割された水平作業面で計算される。 想定される空のタイプは ISO 15469 規格の TYPE 1 または TYPE 16 である必要があり、計算で使用されたタイプを明記する必要がある。 昼光率を推定するための専用のシミュレーションツールも使用できる（利用可能な標準的なシミュレーションツールはない）。

<参考資料>

Sesana MM, et al. (2021) ALDREN: A Methodological Framework to Support Decision-Making and Investments in Deep Energy Renovation of Non-Residential Buildings 11:3. の

Wargocki P, et al. (2021) TAIL, a new scheme for rating indoor environmental quality in offices and hotels undergoing deep energy renovation (EU ALDREN project). Energy & Buildings 244:111029. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111029>

2. EU iBRoad プロジェクト

iBRoad はヨーロッパの研究プロジェクトで、戸建住宅の建物改修ロードマップを開発している。このロードマップは、長期（10 年から 20 年）にわたる改修計画を提供しており、室内環境に関しては、室内空気質（換気回数、気密性のレベル、外気侵入率、二酸化炭素濃度、一酸化炭素濃度、粒子状物質濃度、総揮発性有機化合物 (TVOC) 濃度)、温熱指標（温度、相対湿度、気流、代謝率、着衣率）、光環境（日中の照度、昼光率）、音環境（音圧レベル、残響時間）のチェックリストを提供している。但し、具体的な評価値や評価方法が資料には記載されておらず、情報が不足していた。

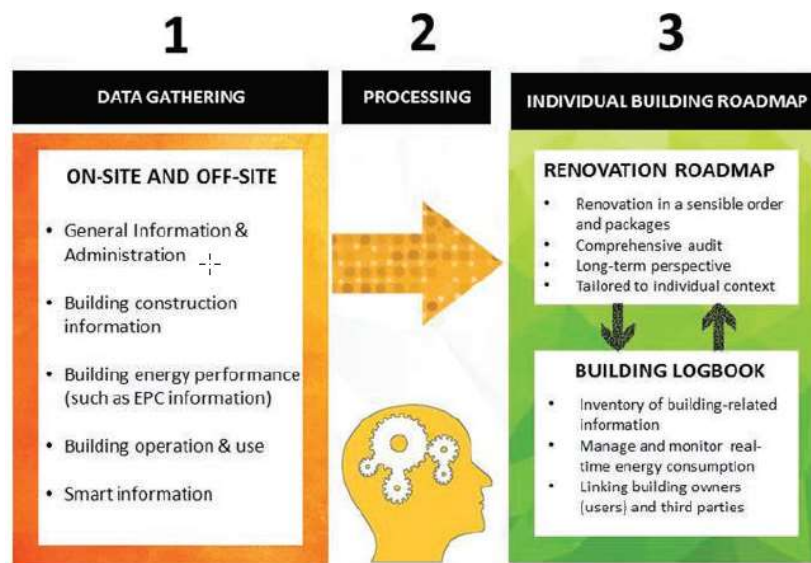


Figure 2: Building Renovation Passport - Overview of its components (Source: BPIE)



Figure 18: First section of the ISFP checklist (Source: BMWi)

Overzicht aanbevelingen		Label NA RenovatIE					
	HUIDIGE SITUATIE	AANBEVELING	PRUJSCHATTING				
1	Ramen Er is momenteel nog overal enkele beglazing aanwezig	Plaats nieuw schrijnwerk met hoogrendements beglazing	€ 8000 - € 12 000	D			
	Verwarming Ketel is sterk verouderd en niet energiezuinig.	Plaats een efficiënt verwarmingssysteem	€ 4500 - € 6500	D			
2	Muur De muur is niet geïsoleerd voor een gedeelte van 147m ²	Plaats isolatie	€ 13 500 - € 15 000	B			
	Hellend dak Het dak is beperkt geïsoleerd.	Plaats bijkomende isolatie	€ 12 000 - € 16 000	B			
3	Hernieuwbare energie Er is geen hernieuwbare energie aanwezig	Overweeg plaatsing hernieuwbare energie	€ 7500 - € 10 000	A			
4	Muur De muur is geïsoleerd (voor een gedeelte van 63m ²), maar er is niet voldoende isolatie aanwezig om de lange termijn doelstelling te halen.	Overweeg bijkomende isolatie op het moment dat deze muur gerenoveerd wordt.		A			
1	Prioriteit 1 Niet goed, zo snel mogelijk te renoveren.	2	Prioriteit 2 Te renoveren.	3	Prioriteit 3 Interessant te overwegen.	4	Prioriteit 4 Redelijk goed, puur energetische renovatie, niet aangegeven.

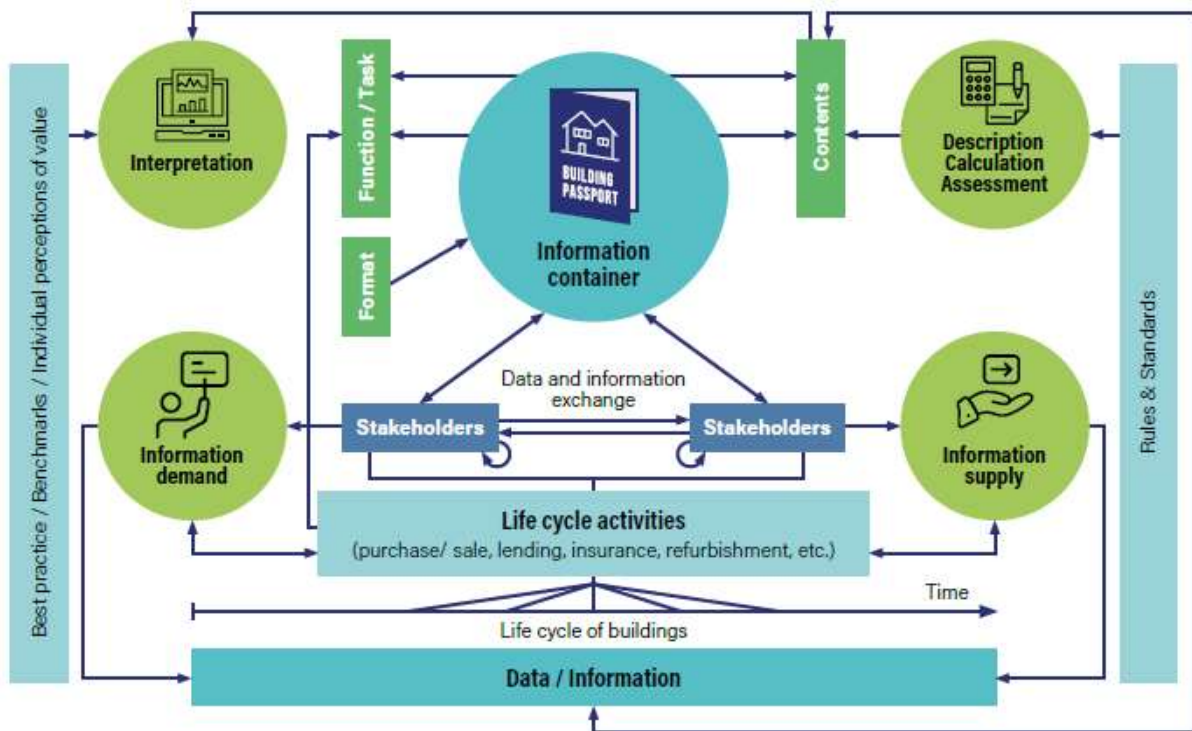
< 参考資料 >

BPIE – Buildings Performance Institute Europe (2018) The Concept of the Individual Building Renovation Roadmap, An in-depth case study of four frontrunner projects.
<https://www.bpie.eu/publication/the-concept-of-the-individual-building-renovation-roadmap/>

3. UNEP のグローバル・アライアンス (UNEP Global Alliance for Buildings and Construction)

グローバル アライアンス (GlobalABC)は、COP21 で設立され、国連環境計画 (UNEP) が主催する建築物と建設のための地球規模の連合であり、建物や建設を継続的に見直すことにより、ゼロエミッションで効率的な建物と建設を目指すものである。30 か国を含む 150 を超えるメンバーで構成される。

GlobalABC では、ビルディング・パスポート (Building Passport) という仕組みを構築している。ビルディング・パスポート (デジタル・ビルディング・ログブックまたは (電子) ビルディング・ファイルと呼ばれることもある) は、ビルディングに関する情報のライフサイクル全体のリポジトリ (収納庫) である。建物の管理文書のみならず、その場所、技術的および機能的特性、環境、社会、財政的なパフォーマンスに関するデータも情報として含まれる。



ビルディング・パスポートシステムの概要

ビルディング・パスポートは、情報の記録、リンク、転送、共有などを促進することにより、建物の所有者とそのサービス提供者による建物の使用と管理をサポートする。そしてさらに、ライフサイクル段階全体において、利害関係者間でのデータと情報の共有を実現することができる。このことにより、建物の設計、構成、管理、運用および機能終了の理解を深めるのに役立つだけでなく、透明性と信頼を高め、政策と財務上の意思決定を改善し、建物リソースの最適な使用を実現することができる。以下にビルディング・パスポートに含まれるデータや情報の項目を示す。

TABLE 1: Building Passport content and structure - based on selected examples

	Data and information / document categories	Use case				
		Use / Operation / Management	Maintenance works / Replacement of building components	Transactions	Lending, financing, insurance	Refurbishments, conversion - and dismantling planning
A1	Identification of plot and plot-related characteristics (including tenure)			X	X	
B1	Identification of building			X	X	
B2	Design documents		X			X
B3	Contracts (including any responsible procurement provisions, documentation related to workers' conditions and equity)			X		
B4	Certificates (e.g., building report / certificate / documentation related to processes of community engagement prior to construction)			X	X	
B5	Energy Performance Certificate / sustainability label			X	X	
C1	Material inventory (including, where obtainable, documentation of source, e.g., environmental product declaration and / or assessment of risk of labour abuses)		X	X	X	
D1	Surfaces, cubatures					
D2	Building description			X	X	X
D3	Technical features and characteristics		X	X	X	X
D4	Dismantling and recycling strategy (including workers' safety)			X		X
E1	Use and operation data / consumption	X			X	
E2	Maintenance manuals	X	X			
E3	Proof of maintenance (including contracts / documentation in regarding working conditions - also for sub-contractors)			X	X	
F1	Environmental performance and carbon footprint			X	X	
F2	Impact on occupant health (e.g., indoor air quality, access to natural daylight) and local environment			X	X	
F3	Results of user satisfaction surveys	X				
F4	Operational cost	X	X			

建物関連のデータと情報は、国連の持続可能な開発目標（SDG）を適切に実施するために不可欠である。建物の性能をよりよく理解することにより、設計、建設および使用中に通常は考慮されない可能性のある SDGs を明確にすることが可能となる。SDG への貢献の一つとして、SDG3（あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を推進する）があげられている。

ビルディング・パスポートでは、SDG3に関連して、居住者に対する室内での健康と福祉の支援をあげている。ビルディング・パスポートの導入とより質の高いデータの有効利用によって、室内空気質、適切な換気、自然光へのアクセス、有害物質への曝露などの評価を通じて、健康的な室内空間の確保が可能となると考えられている。

ビル管理システム（BMS）が設置されている建物では、室内環境を監視し、室内温度、二酸化炭素濃度レベル、湿度に関する情報が自動的に利用可能となり、換気、冷却、インテリジェント・ソーラーなどの技術の使用に関する情報が利用可能となる。ビルディング・パスポートが建物の居住者の健康状態を改善するために使用できる主要な室内空気質と快適性のデータの例を下表に示す。左側の列は、通常、設計段階でビルディング・パスポートに記録される屋内の健康と快適性に関連する機能である。右側の列は、建物の類型に応じて、建物の使用中にモニタリングされるデータを示している。一般に、この表に記載されている測定は、住居用建物では一般的ではないが、商業用建物では標準的な方法である、あるいは標準的な方法であるべきとしている。但し、具体的な評価値や評価方法が資料には記載されておらず、情報が不足していた。

TABLE A.3: Examples of data categories for health and well-being

Focus area	Design stage features	Monitoring / measurement of performance in use
Use of building	<ul style="list-style-type: none"> Expected user phase during day and year 	<ul style="list-style-type: none"> User satisfaction survey
Air quality	<ul style="list-style-type: none"> Design values for CO₂ level Ventilation strategies Volatilization from materials Use of ventilation, natural / mechanical 	<ul style="list-style-type: none"> Moisture levels CO₂ levels
Comfort	<ul style="list-style-type: none"> Design values on indoor temperature during summer and winter Shading strategy (including external shading) Ventilation strategy (natural / mechanical) Use of cooling 	<ul style="list-style-type: none"> Indoor and outdoor temperature levels
Daylight	<ul style="list-style-type: none"> Design values on daylight conditions Strategy for use of artificial light 	<ul style="list-style-type: none"> Light intensity levels

< 参考資料 >

UNEP (2021) THE BUILDING PASSPORT: A tool for capturing and managing whole life data and information in construction and real estate, Practical guideline. <https://globalabc.org/resources/publications/building-passport-tool-capturing-and-managing-whole-life-data-and>

4. 室内環境質 (IEQ) の評価モデル

建築物の IEQ を評価するためのモデルが研究として提案されている。本研究課題に関係のあるモデルを提案している論文を以下にあげる。

1) Heinzerling et al. (2013)

本論文では、商業用建築物に関する既存の IEQ モデルのレビューを行い、オフィスビルに従事する 52,980 人の調査データに基づいて、著者らによる新たな評価方法の提案を行っている。既存のモデルのレビューの結果について、モデルの概要を表 4-1、モデルで評価した結果のレーティングの概要を表 4-2 に示す。

これらの研究では、例えば、温熱、室内空気質、騒音、光環境などの項目について、評価結果をレーティングし、さらにそれぞれのレーティングの評価結果に重みづけを行って総合的な IEQ の評価を行っている。それぞれの研究で調査を行った結果に基づきモデルを構築しているため、各項目のレーティングや重みづけの係数が異なっており、調査を行った標本数も少ない研究が多い。

表 4-1 既存の IEQ 評価モデルのレビュー結果の要約

Table 4
Summary of IEQ models in literature.

Study	Objective measures	Subjective measures	Subjective/objective relationship	Assessment categories	IEQ category weights
[18]	Acoustics: sound level pressure (dBA) IAQ: CO, CO ₂ , PM _{10t} Lighting: illuminance TC: air speed, air temperature, relative humidity	Simultaneous right-now survey	Linear regression	Healthy range (HR) Uncertain range (UR) Non-healthy range (NR)	—
[17]	Acoustics: sound level pressure (dBA) IAQ: CO, CO ₂ , PM _{10t} , HCHO, VOCs Lighting: illuminance, illuminance uniformity at face, daylight-use ratio TC: air speed, air temperature, relative humidity, PMV	Expert survey to determine category weightings	—	20, 40, 60, 80, 100 <60 means "sanitary risk"	Acoustics: 0.203 IAQ: 0.209 Lighting: 0.164 TC: 0.208 EMF: 0.135 "Electro-magnetic field"
[22]	Acoustics: sound level pressure (dBA) IAQ: CO ₂ Lighting: horizontal and vertical illuminance TC: air temperature, globe temperature, radiant temperature	Simultaneous right-now survey	Single-variable regression (per category) Multivariate regression (overall IEQ)	Level I: 10% dissatisfied Level II: 20% dissatisfied Level III: 30% dissatisfied	Acoustics: 0.28 IAQ: 0.09 TC: 0.42
[19,20]	Acoustics: sound level pressure (dBA) IAQ: CO ₂ Lighting: illuminance TC: operative temperature	One-time survey of 293 occupants	Single-variable regression (per category) Multivariate regression (overall IEQ)	—	Regression constants; higher = greater importance: Acoustics: 4.74 IAQ: 4.88 Lighting: 3.7 TC: 6.09
[16]	Acoustics: sound level pressure (dBA) IAQ: CO ₂ Lighting: illuminance TC: operative temperature	Simultaneous right-now survey	Single-variable regression (per category) Multivariate regression (overall IEQ)	—	Regression constants; higher = greater importance: Acoustics: 0.224 IAQ: 0.118 Lighting: 0.171 TC: 0.316
[15]	Acoustics: sound level pressure (dBA) IAQ: CO ₂ Lighting: illuminance TC: PPD	Simultaneous right-now survey	Multivariate regression (overall IEQ)	I: 80 < IEQ ≤ 100; Very high quality IEQ II: 60 < IEQ ≤ 80; High quality IEQ III: 40 < IEQ ≤ 60; Medium quality IEQ IV: 20 < IEQ ≤ 40; Low quality IEQ V: 0 ≤ IEQ ≤ 20; Very low quality IEQ EN15251: I, II, III, IV	Acoustics: 0.18 IAQ: 0.36 Lighting: 0.16 TC: 0.30
[14]	Acoustics: sound level pressure (dBA) IAQ: CO ₂ Lighting: illuminance TC: operative temperature	—	—	—	Acoustics: 0.16 IAQ: 0.15 Lighting: 0.146 Summer TC: 0.189 Winter TC: 0.173

表 4-2 既存の IEQ 評価モデルによる評価結果のレーティングの概要

Table 5
Summary of assessment class conditions for IEQ models in literature.

Study	Assessment class	Acoustics	IAQ	Lighting	Thermal comfort
[18]	Healthy	dBA < 44	CO < 8 ppm CO ₂ < 550 ppm PM ₁₀ < 0.09 mg/m ³	lx > 110	18.5 ≤ air temp ≤ 24.5 °C 43 < RH < 67% air speed < 0.45 m/s
	Uncertain	44 ≤ dBA ≤ 46	8 < CO ≤ 10 ppm 550 ≤ CO ₂ ≤ 650 ppm 0.09 ≤ PM ₁₀ ≤ 0.11 mg/m ³	90 ≤ lx ≤ 110	17.5 ≤ air temp ≤ 18.5 °C 24.5 ≤ air temp ≤ 25.5 °C 37 < RH < 43% 67 < RH < 73%
	Non-healthy	dBA > 46	CO > 10 ppm CO ₂ > 650 ppm PM ₁₀ > 0.11 mg/m ³	lx < 90	0.45 ≤ air speed ≤ 0.55 m/s air temp < 17.5 °C air temp > 25.5 °C RH < 37% RH > 73% air speed > 0.55 m/s
[17]	100	dBA ≤ 50	CO < 2 ppm CO ₂ < 600 ppm PM ₁₀ < 0.025 mg/m ³ VOCs < 0.05 mg/m ³ HCHO < 8 ppb	lx > 500	0 ≤ PMV < 0.5
	80	50 < dBA ≤ 53	2 < CO < 4.5 ppm 600 < CO ₂ < 800 ppm 0.025 < PM ₁₀ < 0.05 mg/m ³ 0.05 < VOCs < 0.1 mg/m ³ 8 < HCHO < 16 ppb	300 ≤ lx ≤ 500	0.5 ≤ PMV ≤ 1
	60	53 < dBA ≤ 56	4.5 < CO < 9 ppm 800 < CO ₂ < 1000 ppm 0.05 < PM ₁₀ < 0.15 mg/m ³ 0.1 < VOCs < 0.3 mg/m ³ 16 < HCHO < 100 ppb	150 ≤ lx ≤ 350	1 ≤ PMV ≤ 1.5
	40	56 < dBA ≤ 59	9 < CO < 15 ppm 1000 < CO ₂ < 2500 ppm 0.15 < PM ₁₀ < 0.35 mg/m ³ 0.3 < VOCs < 3 mg/m ³ 100 < HCHO < 1000 ppb	70 ≤ lx ≤ 150	1.5 ≤ PMV ≤ 2
	20	dBA > 59	CO > 15 ppm CO ₂ > 2500 ppm PM ₁₀ > 0.35 mg/m ³ VOCs > 3 mg/m ³ HCHO > 1000 ppb	lx < 70	PMV > 2
[22]	Percent dissatisfied (0-100); regression model for each IEQ category and overall IEQ	$[0.0389 \cdot \text{dBA} - 1.9652] \cdot 100\%$	$[0.281n \text{CO}_2 - 1.68] \cdot 100\%$	-	$[0.021t_0^2 - 0.919t_0 + 10.225] \cdot 100\%$
[19,20]	Level of acceptance (0-1); regression model for each IEQ category and overall IEQ	$1 - \left(\frac{1}{1 + e^{(9.54 - 0.134 \cdot \text{dBA})}} \right)$ where 45 ≤ dBA ≤ 72	$1 - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{1 + e^{(3.118 - 0.00215 \cdot \text{CO}_2)}} - \frac{1}{1 + e^{(4.23 - 0.00117 \cdot \text{CO}_2)}} \right)$ where 500 ≤ CO ₂ ≤ 1800	$1 - \left(\frac{1}{1 + e^{(-1.017 + 0.00558 \cdot \text{lx})}} \right)$ where 200 ≤ lx ≤ 1600	$1 - \left(\frac{\text{RH}}{100} \right)$
[16]	Occupant satisfaction (-1 -1); regression model for each IEQ category and overall IEQ, where -1 = dissatisfied and 1 = satisfied	$-0.0230 \cdot \text{dBA} + 1.382$ where 39 ≤ dBA ≤ 56	$-0.0002 \cdot \text{CO}_2 + 0.244$ where 275 ≤ CO ₂ ≤ 2360	$-5 \times 10^{-7} \text{lx}^2 - 0.0011 \text{lx} - 0.106$ where 140 ≤ lx ≤ 2150	$-0.0063t_0^2 + 0.287t_0 - 2.934$ where 16.6 ≤ t ₀ ≤ 30.3 °C; 15 < RH < 75%; 0.01 ≤ air speed ≤ 0.44 m/s
[15]	Sub-index for each IEQ category (0-100); apply sub-index to overall IEQ index; apply overall IEQ index to quality categories listed in Table 4	100 - 2(Actual dBA - Design dBA)	Choice 1: $100 - \{395 \times \exp(-1.83q^{0.25})\}$ where q is ventilation rate (l/s) Choice 2: $100 - \{395 \times \exp(-15.15\text{CO}_2^{0.25})\}$ where CO ₂ is concentration above outdoor concentration Choice 3: $100 - \left\{ \exp \left[5.98 + \left(\frac{C_1}{-172} \right)^4 \right] \right\}$ where C ₁ is perceived air quality measured in decipol	$-176.16X^2 + 738.4X - 690.29$ where X = (ln(ln(lux)))	100 - PPD
[14]	I	dBA < 40	CO ₂ above outdoor concentration CO ₂ < 350 ppm	lx > 750	(Operative temperature) Winter: 21 ≤ t ₀ ≤ 25 °C Summer: 23.5 ≤ t ₀ ≤ 25.5 °C air speed < 0.15 m/s
	II	40 ≤ dBA ≤ 45	350 ≤ CO ₂ < 500 ppm	500 ≤ lx ≤ 750	Winter: 20 ≤ t ₀ ≤ 21 °C 25 ≤ t ₀ ≤ 26 °C Summer: 23 ≤ t ₀ ≤ 23.5 °C 25.5 ≤ t ₀ ≤ 26 °C 0.15 ≤ air speed < 0.18 m/s
	III	45 ≤ dBA ≤ 50	500 ≤ CO ₂ < 800 ppm	300 ≤ lx ≤ 500	Winter: 18 ≤ t ₀ ≤ 20 °C 26 ≤ t ₀ ≤ 28 °C Summer: 22 ≤ t ₀ ≤ 23 °C 26 ≤ t ₀ ≤ 27 °C 0.18 ≤ air speed < 0.21 m/s
	IV	dBA > 50	CO ₂ > 800 ppm	lx < 300	Winter: t ₀ < 18 °C t ₀ > 28 °C Summer: t ₀ < 22 °C t ₀ > 27 °C air speed > 0.21 m/s

Study[14]の IEQ 評価分類

Table 3
Categories for IEQ (EN15251, 2007).

Category	Explanation
I	High level of expectation only used for spaces occupied by very sensitive and fragile persons
II	Normal expectation for new buildings and renovations
III	A moderate expectation (used for existing buildings)
IV	Values outside the criteria for the above categories (only acceptable for limited periods)

本論文の目的は、オフィスビルに従事する 52,980 人の大規模な調査データに基づいて、既存のモデルの評価方法やレーティングを踏まえて、著者らが居住者の満足度に基づく IEQ 評価モデルを提案することにある。表 4-3 に著者らの提案を示す。騒音、室内空気質（二酸化炭素濃度）、光環境、温熱の 4 項目に対して、建物内の部屋のタイプ別（継続的なコンピュータの使用を伴うオープンスペース、間欠的なコンピュータの使用を伴うオープンスペース、会議室、ロビー、個室など）に満足度に基づいた評価値を設定し、調査結果に基づき重みづけを設定し、総合的な満足度に関する IEQ 評価スキームを提案している。この提案は、満足度に基づくものであり、健康影響を評価したのではない。

表 4-3 著者らが提案する居住者の満足度に基づく IEQ 評価モデル

Table 6
IEQ model based on assessment of occupant satisfaction.

Space-type	Acoustics	IAQ	Lighting	Thermal comfort
Default (open plan office with intensive computer use and no sound masking)	dBa ≤ 40	CO ₂ ≤ 700 ppm above outdoor CO ₂	300 ≤ lx ≤ 2500	ASHRAE Standard 55 – 2010
Open plan office with intensive computer use and sound masking	dBa ≤ 45	"	"	"
Open plan office with intermittent computer use and no sound masking	"	"	500 ≤ lx ≤ 2500	"
Open plan office with intermittent computer use and sound masking	dBa ≤ 45	"	500 ≤ lx ≤ 2500	"
Conference room – televideo conference	dBa ≤ 30	"	500 ≤ lx ≤ 2500	"
Lobby/stairway	dBa ≤ 50	"	100 ≤ lx ≤ 2500	"
Private office	"	"	500 ≤ lx ≤ 2500	"

Table 7
Summary of IEQ category weighting schemes.

Study	Number of occupants surveyed	Acoustics	IAQ	Lighting	Thermal comfort
1. [17] ^a	12 professionals	0.23	0.34	0.19	0.24
2. [19]	293	0.24	0.25	0.19	0.31
3. [16]	500	0.27	0.14	0.21	0.38
4. [15]	68	0.18	0.36	0.16	0.30
5. [14] ^a	—	0.25	0.23	0.23	0.29
6. Proposed PMP-based	52,980	0.39	0.2	0.29	0.12

^a Adjusted weights.

著者らが提案する各評価項目の重み付け係数

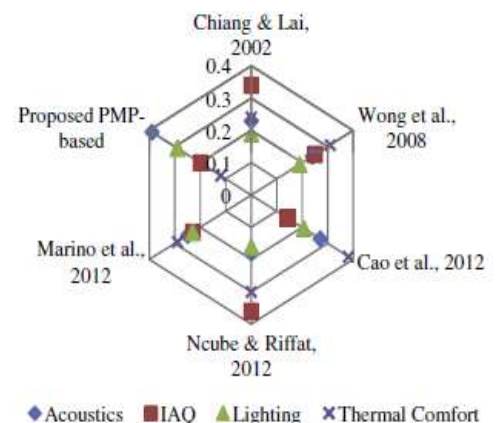


Fig. 4. Summary plot of IEQ category weighting schemes.

2) Roumi et al. (2022) : モデルの最新レビュー

本論文では、2022年からさかのぼって過去20年間における、IEQの評価及びレーティングモデルをレビューしている。前述のHeinzerlingら(2013)以降の論文も含まれており、最新のレビュー論文といえる。456件の論文がレビューされている。IEQの評価モデルを提案する論文は近年増加しており、このような評価が重視されていることがわかる。これまで提案されてきたモデルでは、a) 温熱快適性とエネルギー効率、b) 利用差の満足度と快適度、c) 室内空気質と健康問題、d) 方法と手順の4つに焦点があてられている。表4-4には、レビューされたモデルのいくつかに関して提案されてきたIEQの総合評価の重みづけ係数と計算式を示す。前述のHeinzerlingら(2013)の論文同様に、騒音、室内空気質、光環境、温熱の4項目に対して評価を行い、総合的なIEQが評価されている。

表4-4 IEQの総合評価の重みづけ係数と計算式の要約

Table 6. IEQ models and indexes in literature.

Study	Method	R ²	IEQ Prediction Model
[37]	Linear regression	-	$IEQ = 0.28 \times AC + 0.09 \times IAQ + 0.42 \times TC$
[40]	Linear regression	0.46	$IEQ = 0.224 \times AC + 0.118 \times IAQ + 0.316 \times TC + 0.171 \times VC + 0.075$
[14]	Linear regression	-	$IEQ = 0.39 \times AC + 0.2 \times IAQ + 0.12 \times TC + 0.29 \times VC$
[119]	Linear regression	0.94	$IEQ = 0.18 \times AC + 0.36 \times IAQ + 0.3 \times TC + 0.16 \times VC$
[42]	Linear regression	0.911	$IEQ = 0.529 \times AC - 0.136 \times IAQ + 0.463 \times TC + 0.423 \times VC - 2.384$
	Linear regression	0.908	$IEQ = 0.525 \times AC + 0.438 \times TC + 0.401 \times VC - 3.106$
	Arithmetic mean model	0.893	$IEQ = -3.282 + 1.381 \times (TC + VC + AC)/3$
	Geometric mean model	-	$IEQ = -2.656 + 1.306 \times \sqrt[3]{TC \times VC \times AC}$
[120]	Linear regression	0.89	$IEQ = 0.063 \times TC + 0.126 \times VC + 0.736 \times space$
[39]	Linear regression	0.63	$IEQ = 0.15 \times AC + 0.07 \times IAQ + 0.20 \times VC + 0.27 \times space + 0.12 \times cleanliness \text{ and } maintenance + 0.07 \times colours \text{ and } texture + 0.12 \times Furnishing$
[121]	Linear regression	-	$IEQ = +0.49 \times CO_2 + 0.12 \times Temperature + 0.19 \times PM_{2.5} + 0.12 \times air \text{ movement } + 0.11 \times Humidity$
[38]	Logistic regression	-	$IEQ = 1 - 1/(1 + \exp(-15.0 + 6.09 \times TC + 4.88 \times IAQ + 3.7 \times VC + 4.74 \times AC))$

AC: acoustic comfort, TC: thermal comfort, VC: visual comfort.

<参考文献>

- Heinzerling D, Schiavon S, Webster T and Arens E (2013) Indoor environmental quality assessment models: A literature review and a proposed weighting and classification scheme Build Environ 70;210–222. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.08.027>.
- Roumi S, Zhang F, Stewart RA (2022) Global Research Trends on Building Indoor Environmental Quality Modelling and Indexing Systems—A Scientometric Review. Energies 15;4494. <https://doi.org/10.3390/en15124494>.

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）
「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」
分担研究報告書

建築物環境性能レーティングシステムの室内環境要素及び労働生産性評価ツールの調査

研究代表者	本間義規	国立保健医療科学院 統括研究官
研究分担者	東 賢一	近畿大学医学部 准教授
研究分担者	小林健一	国立保健医療科学院 上席主任研究官
研究分担者	島崎 大	国立保健医療科学院 上席主任研究官
研究分担者	阪東美智子	国立保健医療科学院 上席主任研究官
研究分担者	下ノ 蘭 慧	国立保健医療科学院 研究員

研究要旨

国内外には省エネルギー・環境影響評価を目的とした環境性能レーティングシステムが多く存在している。一部では知的生産性やウェルビーイングのほか、清掃・維持管理を含めた環境的・経済的評価も可能なものも存在している。また、産業保健分野では、企業の健康経営・健康投資に資する労働生産性ツールが研究されている。本邦の建築物衛生の維持管理に資する自主評価・管理手法の構築に向けて、これらシステムの解説書や評価ツール、およびこうしたレーティングシステムや労働生産性評価ツールを収集・整理し、自主的な建築物維持管理手法の構築に向けた課題を明らかにすることを目的とする。

建築物の視点における環境・知的生産性レーティングシステムと、労働者の健康・生産性の視点における健康・労働生産性評価ツールはいずれも労働生産性（文脈によっては知的生産性）を評価しているものの、環境保全効果もしくは経済指標の測定を各々目指しているため労働生産性に影響する要素選択に相違がみられた。特に、現在の労働者の健康・生産性の主観評価と現在の健康状態および過去1～4週間前の個人の身体的・心理的・経済的要因や住まい要因・コミュニティ要因等の過去の影響が混在することになるため、単純にその相関性から因果推論も因果探索もすることはできない。これら2種類の評価ツールを架橋する因子を組み込み、各要素の重み付けを考慮したモデル構築が必要である。

A. 研究目的

3000m²を超える事務所の室内衛生環境は、建築物衛生環境管理基準（建築物衛生法第4条）でその項目と範囲が定められ、その基準の達成状況は自治体（保健所）の立入検査・監視指導の対象となる。しかし、こうした衛生管理が行われている事務所ビルは全体の12%程度であ

り、残り88%を占める3000m²未満の事務所ビルは、同等の衛生環境を保持できている保証はどこにもなく、またその実態も十分に把握できていない。過去には厚労科研で中規模建築物の課題についてまとめているものの、そもそも法適用とならない建築物全体を代表するサンプルになっているのかどうか、あるいは特殊解の

集合である建築物に対してどこまで一般化に耐えるかという観点では、常に課題は残らざるを得ない。しかしながら、建築物衛生法の適用とならない面積規模の事務所ビルであっても、利用する労働者の健康リスクは等しく低減しなければならない。なお、労働安全衛生法に基づく事務所衛生基準規則(昭和47年労働省令第47号)では、建築物衛生法とは別に、気積、換気、温度、空気調和設備に関する調整、燃焼器具、照度等、騒音伝ばの防止、給水、排水、清掃のほか、トイレ、洗面設備、休憩室等について規定している。この規定は全ての事務所に適用となるため、内容について常に統一性に配慮しながら進める必要がある。

また、本研究で目指している建築物衛生管理に関する簡易評価システムは、IoT技術や執務者の主観的評価を積極的に活用することができれば、比較的 low コストで必要最小限の品質を確保することが可能と考えている。どんなにいいシステムであっても導入に伴う様々な障壁(コストや手続きの面倒さ、ツール利用の難解さ等)が残っていれば、自由意志に基づいて自主的管理に利用してもらうなどほぼ無理であろう。このような背景意図をもちつつ、可能な限り簡易化しつつも実効性・汎用性のある自主的物維持管理手法の構築を目標としている。一方、不動産市場における ESG 投資の浸透、健康経営に資するオフィスニーズの高まりを受け、環境不動産もしくは健康不動産への期待も膨み、オフィス空間の環境・知的生産性レーティングシステムが国内外で開発されている。さらに、企業の健康経営・健康投資に資する労働生産性(知的生産性)評価ツールも産業衛生分野で活用されている。

本報では、こうした環境性能レーティングシステムや労働生産性評価ツールを研究分担者独自の視点で収集・整理し、自主的な建築物維

持管理手法の構築に向けた課題を明らかにすることを目的とする。

B. 研究方法

B1. 情報収集

日本には、建築環境総合性能評価システム CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) が既に開発されており、一般財団法人住宅・建築 SDGs 推進センターが管理・運用している。新築・既存・改修・街区など 21 種類もの評価システムがあるが、このうち衛生管理と健康に関連している CASBEE-WO (ウェルネスオフィス) のマニュアルを入手した。同様なシステムは BREEAM (イギリス) やアメリカ LEED, WELL (ともにアメリカ) があり、BREEAM In-Use, WELL Building, LEED O+M のマニュアルをオンラインで入手した。これらは主にエネルギー・環境の視点から作られているが、ビルメンテの観点からまとめられた The BOMA360 Performance Program (アメリカ) も比較対象に加えた。

労働生産性評価ツールは、経済産業省が進める「健康経営」ガイドブックを取り掛かりととして産業保健分野の論文を検索し、WHO-HPQ, SPS-6, WLQ, WPAI-GH, SPQ, 日本版 Presenteeism 尺度, WFun, CASBEE-OHC を調査した。これらはすべてアンケート形式であるが、WFun, WLQ は有償であるため、論文からの情報抽出のみを行い原紙の確認はしていない。

C. 研究結果

C1. 建築物環境性能レーティングシステム

建築物環境性能レーティングシステムは、イギリス建築研究所 (BRE, 現在は第 3 セクターであり国立研究所ではない) の BREEAM が最も古く 1990 年に開発されている。一方、LEED

はアメリカで1993年に開発されており、この2つの評価システムが世界で広く利用されている。CASBEEは2001年開発でBREEAMやLEEDと同様な評価項目であるが、ファクター4の概念を取り入れた環境性能効率(BEE)をセールスポイントとしている。WELL(2014年初版)は健康(ウェルネス)とウェルビーイングに重点を置いており、室内空気、温熱、湿気、光、音などの環境要素に対し、多くの項目を評価している。またBOMA360はBuilding Owners and Managers Association International(アメリカビルディング協会)がPM(プロパティマネジメント)の観点から作ったレーティングシステムであり、環境要素に傾倒していない。日本版は日本ビルヂング協会連合会が中心になって作成しており、室内環境要素は建築物衛生法の規定が準用されている。いずれも省エネルギー、地球温暖化防止をきっかけに工学的なアプローチで作られており、評価項目数が多いことが特徴である。最近では健康・室内環境品質(IEQ)の視点や不動産価値、ESGなど経済的利益を誘導する方向にシフトしている。これらの詳細を表1に示す。

C2. 事務所執務環境における労働生産性評価ツール

長時間労働は健康に害を及ぼす危険性が高い。また不適切な衛生環境下における労働も同様である。仕事と健康状態の因果関係は執務環境以外の環境要素や身体的・心理的要素が複合的に影響するため、対物保健の視点も欠かすことができない。不健康に起因する生産性低下に伴う経済的損失は、その治療に係る医療的費用の2~3倍であることが報告されており(Williams,1997)、企業が負担する健康コストはむしろ生産性を高める方向に寄与すると考えられるようになってきた。こうした健康状態と労働生産性(Presenteeism、注1)に関する研

究は1990年代から散見されるようになり、2000年代前半にはいくつかの評価ツールが開発されている。例えばアメリカ産業環境医学会(ACOEM)が推奨するツールとしてWHO-HPQ(Kessler,2004)、SPS-6(Koopman,2002)、WLQ(Lerner,2002)、WPAI(Reilly,1993)などが挙げられる(Loeppeke,2003)。「日本再興戦略改訂2014」に基づき、生産性低下防止に寄与する従業員等の健康保持・増進を目的とした「健康経営」の取り組みが行われているが(経済産業省、平成28年)、日本ではこうした流れのなかで世界にやや遅れて労働生産性に関する日本版測定ツールの開発(荒木:2016、Fujino:2015、古井:2018)およびWHO-HPQ、WLQの日本語版作成が行われている。表2に日本語で利用可能なツールを示す。

なお、対物保健系から知的生産性評価ツールとして発展したCASBEE-OHC(CASBEEオフィス健康チェックリスト)は、CASBEE-WOをベースにした51項目(健康・快適性28項目、利便性向上12項目、安全性確保1項目、運営管理6項目、プログラム4項目)の評価を行うツールである。阿部ら(2020)は、CASBEE-OHC、WFun、WHO-HPQ、国民生活基礎調査の質問項目10項目、ピッツバーグ睡眠質問票など含めてWebアンケート調査(有効サンプル3552人)を実施し、WFunスコアと負の相関があること、作業効率はCASBEE-OHCとWFunの相関係数が比較的大きいこと、またオフィスのみならず住まいやコミュニティとも相関関係があることを示している。

D. 考察

建築物環境性能レーティングシステムによる知的生産性評価は、回答時点での状態或いは設計状態をその時点で評価する方法である。建築物は経年劣化や維持保全方策が求められる

が、それは求められていない。その意味で POE (Post of Evaluation, 事後評価) は重要であるが、実際にはそこまで実施している事業者(施工業者や設計者)は稀である(余計なコストにしかないため)。

一方、労働生産性評価ツールを執務者の主観評価のなかで取り入れていこうとすると、いくつかの構造的な違いが生じる。労働生産性ツールの出自が産業保健的観点からの医学的アプローチであることが根本的な違いである。

このようなツールを本研究で開発するシステムにそのまま準用するためには、いくつか視点をかえなくてはならないだろう。

E. 結論

建築物の視点における環境・知的生産性レーティングシステムと、労働者の健康・生産性の視点における健康・労働生産性評価ツールの収集・整理を行った。いずれも労働生産性(知的生産性)を評価しているものの、環境保全効果もしくは経済指標の測定を各々目指しているため、労働生産性に影響する要素選択に相違がみられた。特に、現在の労働者の健康・生産性の主観評価と、現在の健康状態および過去1~4週間前の個人の身体的・心理的・経済的要因や住まい要因・コミュニティ要因等の過去の影響が混在することになるため、単純にその相関性から因果関係を類推することはできない。ましてや良いとこ取りをしたコンポジットシステムとすることも難しい。これら2種類の評価ツールを架橋する因子を組み込み、各要素の重み付けを考慮したモデル構築が必要である。

注1) Presenteeism は健康状態に応じたオフィスでの知的生産性の状態を表すが、アウトカム指標なのか意識評価なのかの出発点に相違があるため、研究者によって微妙に定義が

異なる。例えば「出勤している労働者の健康問題による労働遂行能力の低下」(山下ら, 2006), 「出勤しているけれども仕事に集中できない状態」(Gilbreath, 2012), その他, 調子が悪くて通常よりも業務処理に時間を要する状態であるとか, 調子悪いにも関わらず出勤し成果を挙げている状態など多様に表現されている (Johns, 2010)。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

本間義規, 東賢一, 小林健一, 島崎大, 阪東美智子, 下ノ菌慧. 国内外における既存建物の環境性能レーティングシステムの収集・整理. 第46回人間-生活環境系シンポジウム報告集. 2022. p.147-150.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

参考・引用文献

Fujino, Y. et. al.; Development and validity of a work functioning impairment scale based on the Rasch model among Japanese workers. Journal of Occupational Health, 57(6), 521-531, 2015

Gilbreath, B., Karimi, L. : Supervisor Behavior and Employee Presenteeism, International Journal of Leadership Studies, Vol7Iss1, 114-131, 2012

Johns, G., Presenteeism in the workplace: A

- review and Research agenda, Journal of Organizational Behavior, 31, 519-542, 2010
- Kessler, R. C. et. al.; Using the World Health Organization Health and Work Performance Questionnaire (HPQ) to evaluate the Indirect Workplace Costs of Illness, Journal of Occupational & Environmental Medicine, S23-S37, vol.46, No.6, 2004
- Koopman, C. et. al.; Stanford Presenteeism Scale: Health Status and Employee Productivity, Journal of Occupational & Environmental Medicine, 14-20, vol.44, No.1, 2002
- Lerner, D. et. al.; The Work Limitations Questionnaire's Validity and reliability among patients with osteoarthritis, Journal of Clinical Epidemiology, 197-208, vol.55, 2002
- Loeppke, Ronald, Pamela A. Hymel et.al.: Health-Related Workplace Productivity Measurement: General and Migraine-Specific Recommendations from the ACOEM Expert Panel, Journal of Occupational & Environmental Medicine, 349-359, vol.45, No.4, 2003
- Reilly, MC et.al.; The validity and reproducibility of a work productivity and activity impairment instrument, Pharmacoeconomics, 353-365, 1993
- Williams, B. et.al.; Defining Total Corporate Health and Safety Costs Significance and Impact: Review and Recommendations, Journal of Occupational & Environmental Medicine, 224-231, Vol.39, No.3, 1997
- 阿部祐子・白石靖幸・林立也・伊香賀俊治・安藤真太郎・藤野善久：執務者の作業効率改善・健康増進に向けた執務環境主観評価ツールの有効性の検証, 空気調和・衛生工学会論文集 No.278, 27-35, 2020年5月
- 荒木田美香子・森晃爾・渡部瑞穂・古畑恵美子：日本版 Presenteeism 尺度の開発, 「厚生指標」(第63巻第13号), 2016年11月号
- 経済産業省, 企業の「健康経営」ガイドブック～連携・協働による健康づくりのススメ～(改訂第1版), 経済産業省商務情報政策局ヘルスケア産業課, 平成28年4月
- 古井祐司・村松賢治・井出博生：中小企業における労働生産性の損失とその影響要因, 日本労働研究雑誌(No.695), 49-61, 2018年6月号
- 山下未来・荒木田美香子, Presenteeism の概念分析及び本邦における活用可能性, 産業衛生学雑誌第48号(6), 201-213, 2006

表1 建築物環境性能レーティングシステムの評価項目および室内環境要素の評価内容

名称	CASBEE-WO (Wellness Office)	BREEAM In-Use	WELL Building V2	The BOMA 360 Performance Program	LEED O+M (Operations and Maintenance) v4
開発国	Japan	UK	USA	USA	USA
開発者/開発組織	JSBC	BRE	IWBI	BOMA(全米ビル協会)	U.S. Green Building Council
目的・概要	建物利用者の健康性、快適性の維持増進を支援する建物の仕様、性能、取組を評価する仕組みである。一方で入居組織の成果(利益、ブランド価値など)を最大化することも重視する。	主要な環境要素に対応するアセスメントツールを提供することで、弛まない環境性能向上とコミユニケーションやマネジメントの向上を促すこと、以て企業収益、社会・環境にとつての利益を最大化することを目指す。資産・運用に別れて、環境性能が細かく規程されている。	人々の健康とウェルビーイングに焦点を合わせて、居住環境を評価するしくみ。ASTMやCEN、EPAなどの基準を引用しており、室内環境性能の規定が細かく記述されている。	環境を含めたプロパティマネジメント総合評価方法。BOMA360基準をクリアしている優良ビルは、新規テナントの獲得、賃料更改、維持管理費用の削減等に効果がある等の不動産の価値とマーケット形成に寄与すると想定。日本版は日本ビルディング協会連合会が策定。	運用管理の要素を含めてその取組みを評価するLEEDの認証システム。LEED O+Mは基本性能、パフォーマンス、管理方針を含めた総合環境性能評価が可能。既存建築物に適用可能で、日本においても認証取得する建築物が増加している。
評価対象	建築物(事務所用途の部分)	建築物およびマネジメント性能	建築物および外構(街区)	50%以上入居のオフィスビル(単独テナント、複合テナント、自社ビル、政府系ビル、医療施設ビル等)	既存建物、学校、店舗、データセンター、宿泊施設、倉庫と配送センター
評価表示	計算式を用いたポイント(100点満点)に基づく5段階評価	カテゴリごとの重み付けをしたポイントに基づく6段階評価	ポイント(最大110点、通常評価100点、イノベ10点)に基づく3段階(コアに関しては4段階)評価	最大102ポイント中、68ポイント以上獲得(各項目ごとの最低ポイントあり)で認定	ポイントに基づく4段階評価
評価項目数	60項目	建築物(資産)40項目とマネジメント(運用)34項目	全体113項目(必須24項目、加点項目89項目)	41項目(基本4項目含む)	51項目(必須12項目)
評価項目カテゴリ	空間内装(10項目) 音環境(2項目) 光・視環境(4項目) 熱・空気環境(6項目) リフレッシュ(8項目) 運動(2項目) 移動空間・コミュニケーション(4項目) 情報通信(1項目) 災害対応(4項目) 有害物質対策(4項目) 水質安全性(1項目) セキュリティ(1項目) 維持管理計画(6項目) 満足度調査実施(1項目) BCP・消防訓練等の災害時対応(3項目) プログラム整備(3項目)	管理(資産0、運用5) 健康(資産11、運用6) エネルギー(資産5、運用4) 交通・移動(資産4、運用0) 水(資産4、運用4) リソース(資産4、運用2) レジリエンス(資産5、運用5) 土地利用・生態(資産2、運用2) 公害(資産5、運用6)	空気(必須4、加点10) 水(必須3、加点6) 食物(必須2、加点12) 光(必須2、加点7) 運動(必須2、加点9) 温熱快適性(必須1、加点8) 音(必須1、加点8) 材料(必須3、加点9) ところ(必須2、加点9) コミュニティ(必須4、加点14) イノベーション(必須0、加点6)	運営管理マニュアル、エネルギー評価(基本4項目) 建物の運営管理および維持管理(5項目) ライフセーフティ、セキュリティ、リスクマネジメント(9項目) 運営管理、維持管理分野の実務教育・訓練(7項目) 省エネルギー(5項目) 環境・サステナビリティ(7項目) テナントリレーション、コミュニティとの関わり(3項目)	立地と交通(1項目) 持続可能な敷地(8項目) 水の効率的利用(6項目) エネルギーと大気(12項目) 材料と資源(7項目) 室内環境品質(13項目) 革新性(2項目) 地域での重要項目(1項目)
空気	機械換気量、自然換気量、化学物質(ホルムアルデヒド)	たばこルール、空気質のルール、気密性、換気設備、CO2センサー、COセンサー	PM2.5、ホルムアルデヒド、VOCs、ラドン、機械換気、自然換気、モニタリング	建築物衛生法に準拠した管理(日本版)	HVACシステム(外気導入量規定)、タバコ煙、空気質マネジメント(CO2モニタリング、外気量モニタリング)
温熱	空調方式、温度、湿度、断熱性能	温度・温熱環境測定装置の有無、冷暖房設備	HVACシステムの設計・制御、PMV、PPD、輻射制御	建築物衛生法に準拠した管理(日本版)	PMV、PPD
湿度	特になし	加湿	微生物制御(結露管理、紫外線殺菌)、水分浸透管理、結露管理、相対湿度制御	建築物衛生法に準拠した管理(日本版)	換気・温熱に一部含まれる
光	窓の開閉率、グレア、照度	照明器具の種類、昼光、グレア、フリッカー	昼光デザイン、照明デザイン、サーカディアン照明、グレア、照度コントロール	特になし	照明制御、照明の質、演色性、昼光利用照度、表面反射率
音	騒音レベル、吸音	吸音・遮音、騒音レベル、室内音響	残響時間、サウンドマスキング	特になし	特になし
水	水質安全対策、ウォーターサーバーの有無	レジオネラ対策、飲料水マネジメント	沈殿物、微生物、溶存金属、有機汚染物質、レジオネラ	建築物衛生法に準拠した管理(日本版)	水量測定

表 2 日本語で利用可能なおまな労働生産性評価ツール（一部有償）

名称	HPQ Health and Work performance Questionnaire	SPS-6 Stanford Presenteeism Scale, 6- item version	WLQ Work Limitations Questionnaire	WPAI-GH Work Productivity and Activity Impairment Questionnaire: General Health
開発組織	Harvard Medical School WHO	Stanford University	Tufts University	Harvard University
主たる開発者	Ronald C. Kessler	Cheryl Koopman	Debra Lerner	Margaret Reilly
内容	A:自身の健康に関する項目(31項目)、 B:自身の仕事に関する項目(16項目)、C: 年齢・性別・収入などの統計項目(8項 目)からなる。健康と仕事のパフォー マンスに関する調査票はB3~B9の7項目。	基本的に病気状態(不調状態)における ワークパフォーマンスやワークエンゲ ジメントを5段階尺度で質問している。	「時間管理」(5項目)、「身体活動」(6項 目)、「集中力・対人関係」(9項目)、「仕 事の結果」(5項目)の4つのカテゴリに 対して5段階尺度で回答。	健康上の問題により休んだ時間数、実 際に働いた時間数、仕事をしている間に 健康上の問題が生産性に影響を及ぼし た程度(10段階)、仕事以外の日常に及 ぼした程度(10段階)など
評価項目数	7項目(55項目)	6項目	25項目	6項目
評価期間	過去28日間	過去1か月	過去2週間	過去7日間
日本語版	あり	あり(研究として)	あり	あり
備考	短縮版はB3~B9の7項目であり、日本語 訳がある。日本語訳は宮木らが逆翻訳 をしており、正式版としてHPQ公式HPに 掲載されている。	和田らが日本語版を作成。著作権はMerck & Co. Inc.およびStanford Univ.が所有。	WLQ-Jという日本語版があるが有償。	アトピー性皮膚炎等の特定疾患を有す るワーカーの労働生産性に関する質問 票もあり
妥当性検証	因子分析	因子分析	因子分析	多変量一般化線形モデルを用いた相関 係数
名称	SPQ Single-Item Presenteeism Question 東大1項目版	日本版Presenteeism尺度	Wfun Work Functioning Impairment Scale	CASBEE-OHC
開発組織	東京大学政策ビジョン研究センター 健康経営研究ユニット(渡部俊也ほか)	国際医療福祉大学 荒木田美香子ほか	産業医科大学 藤野善久ほか	CASBEE-OHC開発部会(JSBC)
主たる開発者	同上	同上	同上	伊香賀俊治ほか
内容	「病氣やけががないときに発揮できる仕 事の出来を100%として過去4週間の自 身の仕事を評価してください。」という1 項目の質問を1~100%で回答を求め、 100%マイナス回答値をプレゼンティ ーズムとする方法。	仕事への集中度、仕事量、間違いや失 敗、コミュニケーションなど、7項目で 構成されている。	健康問題による労働機能障害調査票。7 つの設問で構成されており、客観的に この程度のプレゼンティーズムがあるの かを定量化するため、集団や個人の特 性に依存せず、また性別、年齢、業種に 結果が影響されないとされる。	CASBEE-WOの評価項目を参考にした主 観評価ツールとして開発されている。① オフィス内の作業場所の環境・設備(19 項目)、②ビル全体の環境・設備(19項 目)、③入居ビルでの取り組みや組織 (13項目)について、各々ポジティブ要因 の充足およびネガティブ要因の排除の 観点で作成されている。
評価項目数	1項目	7項目	7項目	51項目(簡易版16項目)
評価期間	過去4週間	過去1か月間	過去1か月間	-
日本語版	あり	あり	あり	あり
備考	非常に簡便であるが、信頼性・妥当性の 確認が困難という意見もある。	国内外の既往のツールでは、日本では 回答しにくい部分を改善したもの。	CASBEE-OHCの妥当性評価に利用されて いる。有償で質問項目は確認できてい ない。	簡易版は16項目(①4項目、②8項目、③ 4項目)で評価。
妥当性検証	COSMIN Study Design checklist	共分散構造分析	COSMIN Study Design checklist 主成分分析	重回帰分析、ANOVA、ロジスティック回 帰分析

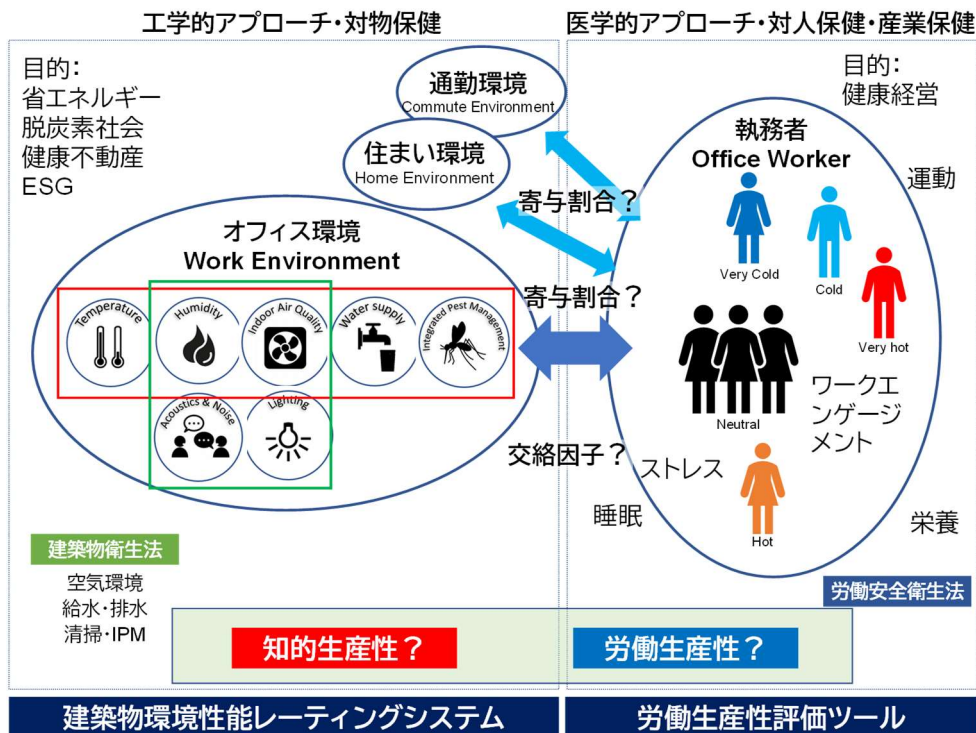


図 1 生産性に関するオフィス環境と執務者の相互影響

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）
「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」
分担研究報告書

健康・水質に関わる海外のレーティングシステムに関する調査

研究分担者 島崎 大 国立保健医療科学院 上席主任研究官

研究要旨

海外における室内環境・知的生産に係るレーティングシステムの評価項目ならびに運用状況を調査し明らかにすることで、当研究における建築物衛生環境管理評価システム（B-HERS）に用いる主観評価アンケート項目設定の参考とすることを目的とした。

海外の室内環境・知的生産に係るレーティングシステムとして、LEED O+M, GBAC STAR, fitwel を対象に、評価項目ならびに運用状況等の情報を抽出し整理したところ、勤務者の健康に関連する項目として、LEED O+M では①最低限の室内空気質、②たばこコントロール、③室内環境質の効率、④統合的ペストコントロールの4項目が、GBAC STAR では①施設における感染症対策および②監査・検査が、fitwel では室内空気質の管理・測定、結果の共有、統合的ペストコントロール、遮光、室温、水質等の多数の項目が含まれていた。特に fitwel では、人の健康に関連する水質項目の遵守が考慮されていた。一方、水道水の衛生状態を反映する残留消毒剤に関連する項目は、いずれも含まれていなかった。

A. 研究目的

海外における室内環境・知的生産に係るレーティングシステムの評価項目ならびに運用状況を調査し明らかにすることで、当研究における建築物衛生環境管理評価システム（B-HERS）に用いる主観評価アンケート項目設定の参考とする。

- LEED O+M
- GBAC STAR
- fitwel

B. 研究方法

海外の室内環境・知的生産に係るレーティングシステムとして以下3つを選定し、各システムのウェブサイトから評価項目ならびに運用状況等の情報を抽出し整理した。当研究に関わる項目の設定状況、とりわけ、水道水や給水・給湯に関連する項目の設定状況について考察を行った。

C. 調査結果

(1) LEED O+M

i) 概要

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) は、非営利団体 U.S. Green Building Council が開発、運用し、Green Business Certification Inc.が認証の審査を行っている。各評価項目の合計ポイントに応じて4段階の認証レベル（プラチナ・ゴールド・シルバー・標準）が設けられている。

多種多様な建設プロジェクトに対応できるよう、以下の認証に分類されている。

・BD+C - Building Design and Construction (新築または大規模改修・テナントビル工事・教育施設・小売業・データセンター・物流センター・宿泊施設・医療施設)

・ID+C - Interior Design and Construction (内装工事)

・O+M - Building Operations and Maintenance (大きな改修工事を伴わない、運用や保守向上のための改善)

・ND - Neighborhood Development (新規の土地開発及び再開発)

・HOMES - (戸建・低層住宅、中高層住宅)

・Cities and Communities (人々のQoL向上を目的とする認証プログラム、自然生態系、エネルギー、水、廃棄物、交通等を網羅)

ii) LEED O+M の趣旨と評価項目

当研究では建築物の日常的な運用管理に注目していることから、各認証のうちO+Mを対象とした。最新バージョンは4.1であり、評価は以下の7カテゴリ・22項目であった。

○立地と交通 (1項目)

○持続可能な敷地 (4項目)

- ・雨水管理
- ・ヒートアイランド低減
- ・光公害低減
- ・敷地管理

○水の効率的利用 (1項目)

○エネルギーと大気 (5項目)

- ・エネルギー効率に係る最良管理
- ・冷蔵冷凍設備管理 (基本)
- ・エネルギー性能
- ・冷蔵冷凍設備管理 (強化)
- ・エネルギーグリッド網の調和

○材料と資源 (4項目)

- ・購買計画

・施設管理、補修計画

・廃棄物処理の効率

・購買

○室内環境質 (6項目)

・最低限の室内空気質

・たばこコントロール

・グリーン清掃

・室内環境質の効率

・統合的ペストコントロール

○革新性 (1項目)

(2) GBAC STAR

i) 概要

非営利団体 International Sanitary Supply Association の一部門 Global Biorisk Advisory Council (GBAC) が開発、運用しており、建築物の清掃、消毒、感染症予防に関する、施設認証またはサービス認証 (清掃業者向け) である。

ii) 評価項目

施設認証の評価については、以下の20項目が挙げられていた。

・組織・体制

・宣言書

・継続性と改善活動

・法令・規則の順守

・短期/中期/長期目標の設定

・プログラムコントロールとモニター

・リスクアセスメントとリスク緩和

・標準作業書 (SOP) の策定

・用具と装備

・清掃と消毒に使用する薬品

・在庫管理

・個人用保護具 (PPE)

・廃棄物管理

・教育プログラムと能力開発

・緊急事態に対する準備と対応

- ・施設における感染症対策
- ・従業員の健康管理
- ・監査・検査
- ・協力会社の管理
- ・文書管理

また、これに関連して同部門が公開する建築物衛生の評価・監査に関する資料集には、環境衛生の監視に係る技術として以下が挙げられており、GBAC 登録制度に登録されている製品・製造業者が示されていた。

○ 表面監視技術 (Surface Monitoring Technology)

- ・ ATP 測定器
- ・ 定量 PCR 検査
- ・ 拭き取り検査
- ・ 蛍光マーキング
- ・ 表面イメージング
- ・ 消毒範囲指示剤
- ・ UVC 線量計

○ 空気監視技術 (Air Monitoring Technologies)

- ・ 浮遊微粒子カウンタ
- ・ 浮遊病原体センサー

○ 水監視技術 (Water Monitoring Technologies)

- ・ ATP 測定器
- ・ 定量 PCR 検査

(3) fitwel

i) 概要

米国疾病対策センター (CDC) および米国一般調達局 (GSA) が共同提案、非営利団体 The Center for Active Design (CfAD) が運用している、居住用・商用建築物に関する Building Health 認証である。

ii) 評価項目

最新バージョン 2.1 における評価項目 (商

用・複数テナント向け – Multi-Tenant Whole Building) は以下の 12 カテゴリ・65 項目であり、各項目に応じて配点の重み付けがなされていた。

○ 立地 (4 項目)

- ・ 歩きやすい立地(3)
- ・ 交通機関への隣接

○ 建築物へのアクセス (6 項目)

- ・ 交通機関からの歩行ルート
- ・ 従業員への調査
- ・ 駐輪場
- ・ シャワーとロッカー設備
- ・ 公共交通利用者へのインセンティブ
- ・ 駐車場の効率

○ 屋外の空間 (8 項目)

- ・ 屋外空間のアメニティ
- ・ 散歩道
- ・ 屋外運動設備
- ・ 健康増進となる庭園
- ・ 農産物の売店
- ・ 果物または野菜農園
- ・ 歩道や駐車場の照明
- ・ 全面禁煙

○ 出入り口および 1 階 (8 項目)

- ・ 全面禁煙の表示
- ・ 歩行者用出入り口の表示
- ・ 出入り口のアメニティ
- ・ 出入り口の安全用照明
- ・ 1 階エリアの公共的利用
- ・ 屋外歩行路への誘導
- ・ 地域アメニティの表示
- ・ 風除室等の設置

○ 階段 (6 項目)

- ・ 階段の設置
- ・ 階段の配置
- ・ 階段のデザイン

- ・ 階段の表示
- ・ 階段の視認性
- ・ 階段の安全性
- 室内環境（8 項目）
 - ・ 全面禁煙
 - ・ アスベスト対策
 - ・ 室内空気質の管理計画
 - ・ 室内空気質の測定
 - ・ 室内空気質の測定結果の共有
 - ・ グリーン購入計画
 - ・ 化学物質使用、貯蔵箇所の換気
 - ・ 統合的ペストコントロール
- 職場（5 項目）
 - ・ 自然光へのアクセス
 - ・ 自然の景観
 - ・ 遮光の調整
 - ・ 活動的な仕事場所の提供（スタンディング
ゲディスク等）
 - ・ 室温の調整
- 共有スペース（13 項目）
 - ・ トイレの清掃手順
 - ・ 手洗いの表示
 - ・ 共用休憩所
 - ・ 共用休憩所の清掃手順
 - ・ 静音室
 - ・ 搾乳室
 - ・ 多目的室
 - ・ 運動室
 - ・ フィットネス施設
 - ・ 農作物のデリバリー販売
 - ・ 健康増進プログラム
 - ・ 従業員の満足度調査
 - ・ 利害関係者の協働
- 飲料水（3 項目）
 - ・ 水へのユニバーサルアクセス
 - ・ ボトル給水設備

- ・ 水質
 - 食事（4 項目）
 - ・ 健康に配慮した飲食物の提供
 - ・ 健康に配慮した飲食物を選択できる仕組み
 - ・ 健康に配慮した飲食物へのインセンティブ
 - ・ 飲料水へのアクセス
 - 自動販売機（4 項目）
 - ・ 健康配慮した飲食物の提供
 - ・ 健康に配慮した飲食物を選択できる仕組み
 - ・ 健康に配慮した飲食物へのインセンティブ
 - ・ 飲料水へのアクセス
 - 緊急時対策（4 項目）
 - ・ 緊急時対策計画
 - ・ AED 装置
 - ・ 認定初期対応者
 - ・ 緊急時連絡先の表示
- そのうち、飲料水については調査対象としたレーティングシステムのうち唯一、水質検査に関する評価項目が存在していた。詳細は以下のものであった。
- ・ 定期的に年 2 回以上、ならびに、給水システム関連の施工や修理等の後に実施
 - ・ 各階ごとに水源（貯水槽等）から最遠となる給水栓を 1 箇所以上対象に含める
 - ・ 公共水道等から給水を受ける場合には、以下項目の最大汚染濃度を満たす
 - ヒ素: 0.010 mg/L
 - 銅: 1.3mg/L
 - 大腸菌群: 陽性率 5.0%
 - 鉛: 0.015 mg/L
 - レジオネラ: 0.000 mg/L
 - 硝酸イオン: 50mg/L

- 塩化ビニル: 0.002 mg/L
- ・ 公共水道等から給水を受けない場合には、米国環境保護庁、世界保健機関、あるいは地方自治体が定める飲料水水質基準や水質ガイドラインを満たす
- ・ 水管理計画（Water Management Program）を策定する
- ・ 冷却塔など給水システムと切り離された設備について飲用水の供給を確認する

各レーティングシステムの概要、評価対象、評価表示ならびに評価項目等を表1にまとめた。

D. 考察

(1) LEED O+M

当レーティングシステムにおける評価項目のうち、室内環境質に関する項目が6項目含まれた。特に勤務者の健康や知的生産性に関わる項目として、①最低限の室内空気質、②たばこコントロール、③室内環境質の効率、④統合的ペストコントロールの4項目が挙げられていた。

一方、給水や飲料水については雨水貯留と利用ならびに節水に関する各事項やメータ計量による使用量の把握が挙げられているものの、水質に関する評価項目は見受けられなかった。

(2) GBAC STAR

当該レーティングシステムの施設認証については、清掃・消毒作業の標準作業手順書や感染症対策に関する項目が主であり、直接的に室内環境・知的生産に関わる項目は見受けられなかった。

一方、①施設における感染症対策および

②監査・検査において、表面・空気・水を媒体とした病原体への対処が意識されており、勤務者の健康に関連すると考えられた。ただし、水に関しては ATP 検査および定量 PCR 検査のみが挙げられており、病原体や各種細菌の現存指標となる項目としては不十分であるように考えられた。

(3) fitwel

当レーティングシステムは、勤務者ならびに利用者の健康や知的生産性に関わる多様な項目が網羅されていた。室内環境については室内空気質の管理・測定、結果の共有、統合的ペストコントロールが含まれており、職場環境には室温および遮光調整・自然光が含まれていた。

とりわけ、飲料水については人の健康に関連する水質項目の遵守が考慮されており、水道の資機材等を由来とする金属類（銅・鉛）、有機化合物（塩化ビニル）、日和見感染菌（レジオネラ）、糞便汚染指標（大腸菌群）が含まれていた。特にレジオネラについては、さらに水管理計画の策定が求められている点は特筆すべきである。水管理計画とは、CDC が立案する建築物内の給水・給湯系を対象とした包括的レジオネラ対策であり、その方法論は WHO が提唱する水安全計画を基本としている。諸外国にて建築物内の給水・給湯システム等を通じた日和見感染の増加が報告されていることから、レジオネラ対策が重視されている可能性がある。

一方、水道事業者から供給される水道水の衛生状態について重要な指標である、残留消毒剤（遊離残留塩素等）は含まれていなかった。

また、身体運動の促進（階段の利用、フィットネス施設等）、飲食物における健康配慮（食堂、自販機、農産物売店等）、メンタルヘルス関連、母子保健など多岐にわたっており、包括的な Building Health 認証を指向していると考えられた。

E. 結論

海外の室内環境・知的生産に係るレーティングシステムとして、LEED O+M, GBAC STAR, fitwel を対象に、評価項目ならびに運用状況等の情報を抽出し整理した。勤務者の健康に関連する項目として、LEED O+M では①最低限の室内空気質、②たばこコントロール、③室内環境質の効率、④統合的ペストコントロールの4項目が、GBAC STAR では①施設における感染症対策および②監査・検査が、fitwel では室内空気質の管理・測定、結果の共有、統合的ペストコントロール、遮光、室温、水質等の多数の項目が含まれていた。fitwel では人の健康に関連の水質項目の遵守が考慮されており、水道の資機材等を由来とする金属類や、日和見感染の原因となるレジオネラへの対処が盛り込まれていた。一方、水道水の衛生状態を反映する残留消毒剤に関連する項目は、いずれも含まれていなかった。

F. 研究発表

1. 論文発表

（該当なし）

2. 学会発表

（該当なし）

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

（該当なし）

2. 実用新案登録

（該当なし）

3. その他

（該当なし）

表1 各レーティングシステムにおける概要および評価項目等

名称	LEED O&M V4.1	fitwel	GBAC STAR	
開発国	USA	USA	USA	
開発者/組織	U.S. Green Building Council	U.S. CDC, U.S. General Services Administration The Center for Active Design (CfAD)	Global Biorisk Advisory Council, under Int'l Sanitary Supply Assoc.	
概要	運用や管理の取組を含めた建築物の環境性能認証	居住用・商用建築物に関するBuilding Health認証	建築物の清掃、消毒、感染症予防に関する、施設認証または清掃サービス認証	
評価対象	建築物全体、インテリア	居住用建築物（集合住宅・高齢者施設）、商用建築物（複数テナント・単一テナント・複合施設）、小売業、コンビニエティ、他	施設または清掃業者	
評価表示	4段階（プラチナ・ゴールド・シルバー・標準）	3段階（★・★★・★★★）	なし	
評価項目数	22項目	65項目（商用・複数テナント向け）	20項目	
評価項目	立地と交通（1項目）	立地（4項目） ・歩きやすい立地(3) ・交通機関への隣接	室内環境（8項目） ・全面禁煙 ・アスベスト対策 ・室内空気質の管理計画 ・室内空気質の測定 ・室内空気質の測定結果の共有 ・グリーン購入計画 ・化学物質使用、貯蔵箇所の換気 ・統合的ベストコントロール	飲料水（3項目） ・水へのユニバーサルアクセス ・ボトル給水設備 ・水質
	持続可能な敷地（4項目） ・雨水管理 ・ヒートアイランド低減 ・光公害低減 ・敷地管理	建築物へのアクセス（6項目） ・交通機関からの歩行ルート ・従業員への調査 ・駐輪場 ・シャワーとロッカー設備 ・公共交通利用者へのインセンティブ ・駐車場の効率	職場（5項目） ・自然光へのアクセス ・自然の景観 ・遮光の調整 ・活動的な職場の提供（スタンディングデスク等） ・室温の調整	食事（4項目） ・健康に配慮した飲食物の提供 ・健康に配慮した飲食物を選択できる仕組み ・健康に配慮した飲食物へのインセンティブ ・飲料水へのアクセス
評価項目	水の効率的利用（1項目）	屋外の空間（8項目） ・屋外空間のアメニティ ・散歩道 ・屋外運動設備 ・健康増進となる庭園 ・農産物の売店 ・果物または野菜農園 ・歩道や駐車場の照明 ・全面禁煙	共有スペース（13項目） ・トイレの清掃手順 ・手洗いの表示 ・共用休憩所 ・共用休憩所の清掃手順 ・静音室 ・搾乳室 ・多目的室 ・運動室 ・フィットネス施設 ・農作物のデリバリー販売 ・健康増進プログラム ・従業員の満足度調査 ・利害関係者の協働	自動販売機（4項目） ・健康に配慮した飲食物の提供 ・健康に配慮した飲食物を選択できる仕組み ・健康に配慮した飲食物へのインセンティブ ・飲料水へのアクセス
	エネルギーと大気（5項目） ・エネルギー効率に係る最良管理 ・冷蔵冷凍設備管理（基本） ・エネルギー性能 ・冷蔵冷凍設備管理（強化） ・エネルギーグリッド網の調和	材料と資源（4項目） ・購買計画 ・施設管理、補修計画 ・廃棄物処理の効率 ・購買	出入り口および1階（8項目） ・全面禁煙の表示 ・歩行者用出入り口の表示 ・出入り口のアメニティ ・出入り口の安全用照明 ・1階エリアの公共的利用 ・屋外歩行路への誘導 ・地域アメニティの表示 ・風除室等の設置	緊急時対策（4項目） ・緊急時対策計画 ・AED装置 ・認定初期対応者 ・緊急時連絡先の表示
評価項目	室内環境質（6項目） ・最低限の室内空気質 ・たばこコントロール ・グリーン清掃 ・室内環境質の効率 ・統合的ベストコントロール	革新性（1項目）	階段（6項目） ・階段の設置 ・階段の配置 ・階段のデザイン ・階段の表示 ・階段の視認性 ・階段の安全性	組織・体制 宣言書 継続性と改善活動 法令・規則の順守 短期/中期/長期目標の設定 プログラムコントロールとモニター リスクアセスメントとリスク緩和 標準作業書（SOP）の策定 用具と装備 清掃と消毒に使用する薬品 在庫管理 個人用保護具（PPE） 廃棄物管理 教育プログラムと能力開発 緊急事態に対する準備と対応 施設における感染症対策 従業員の健康管理 監査・検査 協力会社の管理 文書管理
	革新性（1項目）			

厚生労働行政推進調査事業費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
「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」
分担研究報告書

健康と室内環境にまつわる行動変容に関する検討

研究分担者 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

研究要旨

本稿は、中小規模建築物の衛生管理について自主的な維持管理システムを効果的に構築するために、人の環境調整行動を変化させる要因を整理しその特徴や課題を明らかにすることを目的とする。令和4年度は、ナッジ理論を含めた行動変容研究について文献レビューを行い、公衆衛生分野における行動変容研究の動向や、Web アプリの開発・活用に資する情報の整理を行った。

室内環境の維持管理を対象とした研究は、省エネルギーに関するものを除くと少なく、知見が不十分であること、健康や生産性の向上などの観点からの動機付けや便益費用の整理が必要であることが明らかになった。また、デジタルツールの利用について検証されている研究は海外で実施されたものしかなく、国内で実装されているツールとはMINDSPACE要素が異なっていることから、さらなる検証が必要である。

A. 研究目的

建築物衛生法の対象である特定建築物では、建築物環境衛生管理基準に従った衛生管理や建築物環境衛生管理技術者の選定が義務付けられており、これによって一定の衛生管理を担保することが可能であるが、法の対象外である中小規模の建築物においては、自主的な維持管理に頼っているのが実情である。

自主的な維持管理を適切かつ効果的に進めるためには、建築物の所有者・管理者や従業員等、建築物を利用する個々人の取組みが重要となる。

本研究では、オフィス空間において室内環境を主観的に評価しかつ物理測定と併せて点数化を行い、それをWeb アプリ等で周知して、従業員の環境調整行動を変化させることにより、自主的な維持管理の推進・向上を行うことを最終目的としている。

本稿では、自主的な維持管理のシステムを効果的に構築するために、人の環境調整行動を変化させる要因を整理しその特徴や課題を明らかにする。特にナッジ（Nudge）理論に着目し、Web

アプリの開発・活用における留意点—例えば、「主観評価に取り組む意欲」の向上に寄与する要因（やる気を削がないプッシュ通知、頻度の在り方等）—を検討するための基礎資料とする。

B. 研究方法

ナッジ理論を主とする行動変容に関する書籍や論文を、書店・図書館の蔵書や医中誌・PubMedによる文献検索によって収集する。また、主要書籍の参考・引用文献から関連文献を収集する。これらの文献を使用し、ナッジ理論を含めた行動変容研究について文献レビューを行う。

C. 研究結果

1) ナッジ理論を活用した公衆衛生活動

ナッジの概念は2008年にアメリカの経済学者リチャード・セイラーと法学者キャス・サンステイーンによって提唱され、2017年にリチャード・セイラーがノーベル経済学賞を受賞したことにより注目を集めるようになった。ナッジとは、教育や法制度等による規制や統制ではなく、選択

の自由を保ちながら良い方向へと個人や集団の意思決定や行動を誘うアプローチ(仕組み, 戦略)である。日本では、2017年に環境省を主軸として日本版ナッジ・ユニットが発足しており、ナッジを「行動科学の知見(行動インサイト)の活用により、『人々が自分自身にとってより良い選択を自発的に取れるように手助けする政策手法』²⁾と定義づけている。

公衆衛生分野においても、ナッジ理論の応用は積極的に行われている。厚生労働省のサイトでは、広報誌『厚生労働』2020年1月号のナッジ理論の特集記事³⁾や、ナッジ理論を使った『受診率向上施策ハンドブック』が掲載されている⁴⁾。多くの自治体の保健事業にも応用されており、主に「健診・検診」や「健康づくり」で活用されている⁵⁾。

ナッジ理論の主なフレームワークとして、イギリスのThe Behavioural Insights Team(BIT)による「MINDSPACE」⁵⁾⁶⁾(表1)と「EAST」⁷⁾(表2)があり、これらの要素が単体また複合的な組み合わせで利用されている。

2) 公衆衛生に係る行動変容研究の動向

医中誌およびPubMedにおいて「ナッジ」または「行動科学」と健康や室内環境の関連ワードを組み合わせて検索を行い、本文ありの文献の件数を調べた(表3, 表4)。

医中誌、PubMedともに、「健康」や「予防」との組み合わせでは相当数の文献がヒットしたが、「温度」「湿度」「空気」「換気」「建築」など建物や室内環境に関するワードでの検索結果は0件が多かった。数件の結果が出た場合も、本文を読むと、建物や室内環境の衛生管理に関するものはほぼ皆無であった。例えば、「ナッジ 環境」「行動科学 環境」はそれぞれ16件、28件の検索結果が出たが、その内容は屋外環境や社会的・制度的・人的環境に関するものがほとんどであった。建物や室内環境に関するものでは、階段の利用を促すもの⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾や省エネルギーの向上につながるもの⁹⁾があったが、温湿度や換気の管理・制御などを促すような研究はなかった。

階段の利用については、国内外でピアノ階段の設置事例が効果的なナッジの活用例として紹介されていた⁹⁾。また、LEED(米国グリーンビルディング協会が開発した環境評価システム)の認証を取得した住宅における階段の利用の促進効果の報告事例もあった¹⁰⁾。ナッジが十分な効果を示さなかった事例もあり、その理由として、先験的な行動の普及、あらかじめ確立された習慣、天井効果、インフラの構築などの要因が示されていた¹¹⁾。

省エネルギーについては環境省の実証実験の結果が紹介されており、電気またはガスの使用量に関する情報等を掲載したレポートを毎月または隔月で2年間送付するというランダム化比較試験の結果、平均で2%の省エネルギー効果が継続的に見られたことや、レポート送付停止後もその効果が少なくとも1年間持続したことが報告されていた⁹⁾。OECDの事務所ビルで行われた実験では、冬季の暖房シーズンにサーモスタットのデフォルト設定を操作することにより従業員のサーモスタットの設定が変わることが実証されていた¹²⁾。

事業所を対象とした調査研究として、「健康経営」の観点からの報告も複数見られる¹³⁾¹⁴⁾。健康経営は従業員の健康および生産性の向上に資することから、健康行動を起こしやすくなるための方策や、そのための環境調整が求められており、そこにナッジ理論などが活用されている。しかし、これまでの取組みの中に、建物や温湿度・空気質などの室内衛生環境に関する項目に直接アプローチしている事例は見つからなかった。

デジタルツールの利用については、関連調査研究が多数実施されその効果が実証されていた。身体活動促進効果が示されたツール及び国内で利用されているツールの機能をナッジ理論に基づいて検討した研究では、無作為化比較介入試験で検証された32件のツール(すべて海外で実施)、および国内で実装されている36件のツールについて、MINDSPACE要素の有無を分類していた¹⁵⁾。無作為化比較介入試験で身体活動促進の効果が示されたツールに含まれる要素は、多い順に

Priming, Ego, Norms, Commitments であった。一方、国内実装事例ではこれらの要素は少なく、最も多い要素は Incentives であった。

ナッジの活用について、日本版ナッジ・ユニットを含む多数の研究者・組織は、「思うような効果が得られなかった事例も少なからずある」「ナッジ単独ですべてがうまくいくわけではない」「効果を持続・増強させるにはどうすれば良いか」などの問題点があることを指摘し、新しい政策アプローチとして「ブースト (Boost)」を提案していた¹⁶⁾。ブーストとは、「人々が行動を習慣化し、維持するには、本人の主体的な関与が欠かせない」という認識に基づき、「個人の技能と知識 (コンピテンシー, リテラシー) を向上させ、人々が自分自身で主体的に選択する能力を育成する政策アプローチ」を指す^{16) 17)}。

D. 考察

1) 室内環境の維持管理に関する行動変容研究

文献レビューでは、温湿度や空気質等の室内環境の維持管理や制御に関する報告はほとんど見られなかった。そもそも、公衆衛生分野において、室内環境など物理的環境要因を扱う研究は少なく、健康に関する物理的環境因子が十分に認識されておらず、実態把握も不十分であることが背景にあると考えられる。

数少ない先行研究では、省エネルギーの観点から温度の調節や照明の管理にナッジ理論を活用した取り組みが見られる。省エネルギーという切り口は、環境への配慮・貢献につながるという点で、ナッジ理論の MINDSPACE 要素の Commitments となじみが深い。また、取組によってエネルギー消費量が減ると使用料金が減るといった金銭的な見返りがあるので、効果がわかりやすく Incentives が働きやすい。

しかし、本研究では、省エネルギーという観点からだけではなく、建築物衛生法に準じた衛生管理 (建築物衛生法の目的は、「建築物における衛生的な環境の確保を図り、もって公衆衛生の向上及び増進に資すること」) を中小規模建築物で展開することを意図している。そのために

は、省エネルギーのようなわかりやすい Commitments や Incentives が必要である。温湿度や空気質の適切な維持管理は、健康経営の観点から、従業員の健康や生産性の向上に関わるが、具体的にその効果が掌握されにくいという難点がある。点数化などによる見える化の工夫が求められる。ただし、その際には、Commitments や Incentives が誰に向けられたものであるかに留意する必要がある。事業所の管理者と従業員では動機や利害が相反することもあるからである。

また、室内環境の維持管理における行動変容においては、次のような点にも注意が必要である。一つは、対象者が直接的かつ容易に室内環境の維持管理に携われる状況にあるかどうかということである。身体活動の促進 (運動等) や禁煙、食事など、ナッジ理論が応用されている事例は、個人が直接的に管理・制御することが可能であるが、温湿度や空気質などの室内環境は、空調方式や制御システムによっては個人が直接的に管理・制御できない場合がある。二つ目に、温湿度や空気質は周辺の他の人々とも共有する環境であり、人によって温熱感や快不快感、健康影響や生産性等への影響は異なる。このため、個人の意思決定により安易に室内環境を調節することは必ずしも「良い方向」であるとは言えない場合がある。

2) 効果的なデジタルツールのあり方

デジタルツールを利用したナッジの活用について調べた先行研究では、MINDSPACE 要素の Priming, Ego, Norms, Commitments が多く使用されているが、これらはすべて海外で実施された研究であり、国内で実装されているツールではこれらの要素は少なく Incentives も最多であったという知見は興味深い。これは海外と日本での文化や慣習、意識の違いが反映されていると考えられる。環境省の日本版ナッジ・ユニットのサイトにも「行動インサイトについては、海外で効果のあった事例が、文化や習慣等の異なる日本でも同様に効果があるとは限りません。また、国内のあ

る条件で効果の見られた行動インサイトが、別の条件で同様の効果を発揮するとは限りません。」との記載がある¹⁸⁾。したがって、本研究の推進にあたり、国内の事例をさらに収集したり、あるいは海外で効果のあった事例について日本で検証をし直すことが必要であると思われる。

また、ナッジの効果は限定的であることや、その先の取組みとしてブーストの活用が提案されていることから、本研究でも、デジタルツールの開発・運用にあたっては、ナッジだけでなくブーストも取り入れた検討が必要である。特に、無関心層に対しては、個人の知識（コンピテンシー、リテラシー）を向上させるようなプログラムをデジタルツールに組み込んだり、デジタルツールの活用にあたって、利用者に研修会を行ったりするなどの工夫が求められる。

E. 結論

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により、室内環境の維持管理を対象とした研究は少なく知見が不十分であること、健康や生産性の向上などの観点からの動機付けや便益費用の整理が必要であること等を明らかにした。また、行動変容を進める上で考慮すべき留意点や効果的なデジタルツールを開発・運用するための工夫について整理した。

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) Thaler, Richard; Sunstein, Cass (2008). *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*
- 2) 日本版ナッジ・ユニット BEST. 「ナッジ」とは？ 第 311 回 消費者委員会本会議資料.
<https://www.env.go.jp/content/900447800.pdf>
(令和 5 年 5 月 16 日閲覧)
- 3) 厚生労働省. 広報誌「厚生労働」案内 特集 ナッジ理論を活用！介護も医療も予防が大事 親に元気でいてもらうために子どもができる 7 つのこと.
https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou_kouhou/kouhou_shuppan/magazine/202001_00001.html
(令和 5 年 5 月 16 日閲覧)
- 4) 厚生労働省. 受診率向上施策ハンドブック 明日から使える ナッジ理論.
<https://www.mhlw.go.jp/content/10901000/000500406.pdf> (令和 5 年 5 月 16 日閲覧)
- 5) Cabinet Office. Institute for Government. *MINDSPACE- Influencing behaviour through public policy.* <https://www.bi.team/wp-content/uploads/2015/07/MINDSPACE.pdf> (令和 5 年 5 月 16 日閲覧)
- 6) 福田吉治. ナッジ理論の応用事例の収集と健康無関心層の実態に関する調査. 平成 31 年度厚生労働科学研究費（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）「健康への関心度による集団のグルーピングと特性把握ならびに健康無関心層への効果的な介入手法の確立」平成 31 年度総括・分担研究報告書. p.9-23. 2019 年 5 月.
https://mhlw-grants.niph.go.jp/system/files/2019/192031/201909027A_upload/201909027A0004.pdf (令和 5 年 5 月 16 日閲覧)
- 7) The behavioural insights team. *EAST- Four simple ways to apply behavioural insights.*
<https://www.bi.team/wp->

content/uploads/2015/07/BIT-Publication-EAST_FA_WEB.pdf (令和5年5月16日閲覧)

8) 帝京大学大学院公衆衛生学研究科. ナッジを応用した健康づくりガイドブック2: 運動・身体活動支援編. 2022年7月.

9) 池本忠弘. 【健康問題の解決のための経済学-ナッジ等の可能性を探る】環境政策と安全な街づくりにおけるナッジ実装の現状と展望. 公衆衛生(0368-5187)85巻12号 Page825-830(2021.12)

10) Garland E, Garland V, Peters D, Doucette J, Thanik E, Rajupet S, Sanchez SH. Active design in affordable housing: A public health nudge. *Prev Med Rep.* 2018 Jan 31;10:9-14. doi: 10.1016/j.pmedr.2018.01.015. eCollection 2018 Jun. PMID: 29868352

11) Krull S, Boecker L, Loschelder DD. The Power and Peril of Precise vs. Round Health Message Interventions to Increase Stair Use. *Front Psychol.* 2021 Jul 27;12:624198. doi: 10.3389/fpsyg.2021.624198. eCollection 2021.

12) Zachary Brown Nick, Johnstone, Ivan Hašič Laura Vong, Francis Barascud. Testing the Effect of Defaults on the Thermostat Settings of OECD Employees. *Energy Economics* Volume 39, September 2013, Pages 128-134.

13) 郡山さくら, 澤田亨. 【職場における身体活動・運動・座位行動とメンタルヘルス】健康経営

と職場の身体活動について. 産業ストレス研究(1340-7724)28巻2号 Page241-247(2021.04)

14) 栗林勝, 月間紗也. 行動医学の新しい展開: 臨床から健康増進へ 企業における健康経営の現状. 心身医学(0385-0307)58巻3号 Page255-260(2018.04)

15) 石倉恭子, 加藤美生, 甲斐裕子, 山口大輔, 吉葉かおり, 福田吉治. 身体活動促進を目的とした無作為化比較介入試験と国内実装例に用いられたツールのナッジ戦略 MINDSPACE 要素の分類. 日本健康教育学会誌(1340-2560)29巻3号 Page254-265(2021.08).

16) 日本版ナッジ・ユニット BEST. ナッジ以外の行動インサイトを活用した政策アプローチについて (ブースト). 平成30年12月12日. <https://www.env.go.jp/content/900447895.pdf> (令和5年5月16日閲覧)

17) 本田秀仁, 岩谷舟真, 大瀧友里奈, 植田一博. ナッジ vs. ブースト: 人/人々はより合理的になれるのか? 認知科学 第29巻第3号(2022) pp. 390-403 <https://doi.org/10.11225/cs.2022.023>

18) 環境省. 日本版ナッジ・ユニット (BEST: Behavioral Sciences Team) について. <https://www.env.go.jp/earth/best.html#> (令和5年5月16日閲覧)

表 3 MINDSPACE

Messenger (メッセンジャー)
情報の伝達者の影響を強く受ける。
Incentives (インセンティブ)
損失を避けたいなどの判断により、誘因に対して反応を示す。
Norms (規範)
他者の行動に影響を強く受ける。
Defaults (デフォルト)
初期設定に従う。
Salience (顕著性)
新しいことや自分に合ったことに着目する。
Priming (プライミング)
潜在的な手がかりに影響を受ける。
Affect (感情)
感情の影響を強く受ける。
Commitments (コミットメント)
常識や返報性を志向する。
Ego (エゴ)
自分にとって都合がよいように行動する

出典：福田 (2019) ⁵⁾ を改変

表 4 EAST

Easy
簡単である
Attractive
魅力的である
Social
社会的規範となっている (皆がやっている)
Timely
時期は適切である

出典：帝京大学大学院公衆衛生学研究科 (2022) ⁸⁾ を改変

表 3 医中誌の検索結果（本文ありの件数）

検索ワード	件数	検索日
ナッジ 健康 ヘルス	13	2022/11/11
ナッジ 環境	16	2022/11/11
ナッジ 建物	1	2022/11/11
ナッジ 行動	82	2022/11/11
ナッジ 健康	52	2022/11/15
ナッジ 衛生	36	2022/11/15
ナッジ 換気	0	2022/11/15
ナッジ 空気	0	2022/11/15
ナッジ COVID-19	9	2022/11/15
ナッジ 熱中症	0	2022/11/15
ナッジ 温度	0	2022/11/15
ナッジ 湿度	0	2022/11/15
ナッジ 行動療法、行動制御	43	2022/11/15
ナッジ CO2濃度	0	2022/11/15
ナッジ コロナ対策	0	2022/11/15
ナッジ 建築	1	2022/11/15
ナッジ 予防	24	2022/11/15
ナッジ アプリ	2	2022/11/15
ナッジ 感染症	4	2022/11/16
行動科学 健康 ヘルス	10	2022/11/16
行動科学 環境	28	2022/11/16
行動科学 建物	0	2022/11/16
行動科学 建築	0	2022/11/16
行動科学 健康	89	2022/11/16
行動科学 衛生	29	2022/11/21
行動科学 感染症	7	2022/11/21
行動科学 空気	1	2022/11/21
行動科学 COVID-19	4	2022/11/21
行動科学 熱中症	0	2022/11/21
行動科学 温度	5	2022/11/21
行動科学 湿度	0	2022/11/21
行動科学 行動変容	59	2022/11/22
行動科学 換気	1	2022/11/22
行動科学 CO2濃度	0	2022/11/22
行動科学 コロナ対策	0	2022/11/22
行動科学 予防	54	2022/11/22
行動科学 アプリ	2	2022/11/22

表 4 PubMed の検索結果 (本文ありのみ)

検索ワード	件数	検索日
Nudge application	90	2022/11/24
Nudge theory health	65	2022/11/25
Nudge health environment	129	2022/11/25
Nudge health behavior change	157	2022/11/30
Nudge Mobile health	48	2022/11/30
Nudge hygiene	30	2022/12/2
Nudge Building health	35	2022/12/2
Nudge modification health	17	2022/12/5
Nudge precaution	2	2022/12/5
Nudge sanitation health	6	2022/12/5
Nudge infectious disease	33	2022/12/5
Nudge app	27	2022/12/6
Nudge ventilation airflow	0	2022/12/6
Nudge ventilation	7	2022/12/6
Nudge COVID-19	94	2022/12/6
Nudge prevention health measure	42	2022/12/12
Nudge heatstroke	0	2022/12/15
Nudge behavioral therapy health	58	2022/12/15
Nudge behavioral science environment health	34	2022/12/19
Nudge behavioral science Behavior Change health	63	2022/12/21
Nudge behavioral science Behavior Change application	10	2022/12/21
Nudge behavioral science Behavior Change ventilation airflow	0	2022/12/21
Nudge behavioral science CO2 concentration	0	2022/12/21
Nudge behavioral science Prevention of Infectious Diseases	9	2022/12/21
Nudge behavioral science Temperature	0	2022/12/21
Nudge behavioral science level of humidity	0	2022/12/21
Nudge behavioral science COVID – 19	27	2022/12/21
Nudge behavioral science Building health	9	2022/12/21
Nudge behavioral science heatstroke	0	2022/12/21
Nudge behavioral science hygiene	6	2022/12/21
Nudge behavioral science health environment	35	2022/12/21
Nudge behavioral science theory health	23	2022/12/21
Nudge behavioral science Mobile health	11	2022/12/21
behavioral science Behavior Change application health environment	108	2022/12/23
behavioral science Behavior Change health Building environment	68	2022/12/23
behavioral science Behavior Change health prevention ventilation	9	2023/1/6
behavioral science Behavior Change health humidity	15	2023/1/6
behavioral science Behavior Change health prevention covid-19	3	2023/1/6
behavioral science Behavior Change health prevention atmosphere	23	2023/1/17

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Hoon K, Osawa H.	A longitudinal study on the effects of hygro-thermal conditions and indoor air pollutants on building-related symptoms in office buildings	Indoor Air	32(11)	e13164	2022
東 賢一	シックビルディング症候群に関連するオフィスの室内環境要因	クリーンテクノロジー	32(11)	1-4	2022
本間義規, 東賢一, 小林健一, 島崎大, 阪東美智子, 下ノ菌 慧	国内外における既存建物の環境性能レーティングシステムの収集・整理	第46回人間-生活環境系シンポジウム報告集		147-150	2022

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職 名 院長

氏 名 曾根 智史

次の職員の令和4年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 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

3. 研究者名 (所属部署・職名) 統括研究官

(氏名・フリガナ) 本間 義規 (ホンマ ヨシノリ)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	国立保健医療科学院	<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 近畿大学

所属研究機関長 職 名 学長

氏 名 細井 美彦

次の職員の令和4年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
2. 研究課題名 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
3. 研究者名 (所属部署・職名) 医学部 准教授
(氏名・フリガナ) 東 賢一 (アズマ ケンイチ)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職 名 院長

氏 名 曾根 智史

次の職員の令和4年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 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

3. 研究者名 (所属部署・職名) 医療・福祉サービス研究部・上席主任研究官

(氏名・フリガナ) 小林 健一・コバヤシ ケンイチ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職 名 院長

氏 名 曾根 智史

次の職員の令和4年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業
2. 研究課題名 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
3. 研究者名 (所属部署・職名) 生活環境研究部・上席主任研究官
(氏名・フリガナ) 島崎 大・シマザキ ダイ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職 名 院長

氏 名 曾根 智史

次の職員の令和4年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 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

3. 研究者名 (所属部署・職名) 生活環境研究部・上席主任研究官

(氏名・フリガナ) 阪東美智子・バンドウミチコ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	国立保健医療科学院	<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立保健医療科学院

所属研究機関長 職 名 院長

氏 名 曾根 智史

次の職員の令和4年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 健康安全・危機管理対策総合研究事業

2. 研究課題名 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

3. 研究者名 (所属部署・職名) 生活環境研究部・研究員

(氏名・フリガナ) 下ノ 蘭 慧・シモノソノ ケイ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	国立保健医療科学院	<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。