

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

建築物環境衛生管理基準等の検証及び
今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究

令和7年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 本間 義規

令和8（2026）年 5月

目 次

I. 総括研究報告	
建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究 本間義規	… 1
II. 分担研究報告	
1. 検証部会：現行の建築物環境衛生管理基準の検証と課題の整理 本間義規・下ノ菌慧・林基哉・鮫島弘尚・高橋京恵・鎌倉良太・杉山順一	… 11
2. 温熱部会：温熱と健康等に関する室内環境・知的生産性の評価システムの検討 東賢一・高田暁・西原直枝・下ノ菌慧	… 31
3. 相対湿度部会：建築物環境衛生管理基準における相対湿度の基準の課題整理 高田暁・伊藤佳乃子・長谷川兼一・本間義規・上田真也	… 77
4. 空気質部会：空気質・換気基準に関する検討 鍵直樹・本間義規・東賢一・大岡龍三・長谷川兼一・林基哉	… 99
5. 給水衛生部会：建築物環境衛生管理基準の検証と各国の雑用水水質基準の整理 光永威彦・本間義規・稲田朝夫・松村佳明・呉光正・小池竜輝	…117
6. 建築物衛生総合評価部会：ELPAC を用いた空調換気設備の種類と制御方法の整理 本間義規・大沢飛智・下ノ菌慧	…123
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	…132

令和 7 年度厚生労働科学研究費補助金
(健康安全・危機管理対策総合研究事業)
総括研究報告書

建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究

研究代表者 本間義規 国立保健医療科学院 建築・施設管理研究部 部長

研究要旨

本研究は、建築物衛生法並びに建築物環境衛生管理基準(以下、管理基準)の今日的検証及び現状の課題を明確にすること、そして現在及び将来の技術水準或いは社会背景を踏まえた新たな管理基準の提案を行うことを目的としている。管理基準の運用上の課題、空気管理項目や水質等の基準値範囲の妥当性検証、海外基準等との比較・検討は、以下に示す部会にて検討を実施した。

検証部会では、現行の管理基準に関し、社会背景に応じた運用のあり方や関連法令との整合性、建築・建築設備技術の進化、ICT・IoT 技術の進化、センサー技術の発展等を整理するとともに、平成 14 年及び令和 3 年の検討会報告での課題整理、衛生行政報告例データの簡易分析等を行った。

温熱部会では、WHO、ASHRAE、CIBSE、ISO、REHVA、フィンランド環境省、中国、カナダ・トロント公衆衛生局、イングランド公衆衛生局、イギリスウェールズ州、シンガポール、マレーシアの基準・規格を調査した。具体的には、室内空気温度と健康影響(呼吸器疾患、心疾患、熱中症)、室内温熱環境と知的作業効率、室内環境測定法、共用空間の扱いと空気管理基準について整理した。

相対湿度部会では、①相対湿度に関する今後の方向性に関する議論と提言案の作成、②湿度基準に対する提言のベースとなる特に重要な既往研究のレビュー、③海外の湿度基準調査、④ウイルス感染に及ぼす相対湿度の影響とそのリスク評価、の 4 点について検討を行った。

空気質部会では、室内空気質の個別要素、浮遊粉じん、CO、CO₂ のほか、総合的評価(大気環境で用いられている AQI 等)について既往研究を調査・整理し、室内空気質に関する海外文献のレビューを行った。さらに、世界標準の一つである ASHRAE Standard 62.1 の考え方を調査・整理した。

給水衛生部会では、給水管理に関する「建築物環境衛生管理基準」と「空気調和設備等の維持管理及び清掃等に係る技術上の基準」に関し、水道法施行令規則の一部改正による項目追加、条文記載表現の見直し、貯水槽の吐水口空間の定義が建築基準法と異なることに伴う統一化の検討、今後の社会の情勢を鑑みた課題について整理を行った。

建築物衛生総合評価部会では、ELPAC を用いた空調換気設備の種類と制御方法の整理を行うとともに、空調制御や省エネなどの観点から建築物衛生に及ぼす影響について整理した。

研究分担者

東 賢一・近畿大学 教授
大岡龍三・東京大学 教授
鍵 直樹・東京科学大学 教授
高田 暁・神戸大学 教授
長谷川兼一・秋田県立大学 教授
西原直枝・日本女子大学 准教授
光永威彦・明治大学 専任准教授
下ノ菌 慧・国立保健医療科学院 研究員
大沢飛智・北海道大学 助教
伊藤佳乃子・奈良女子大学 助教

研究協力者

林 基哉・北海道大学 客員教授
鮫島弘尚・東京都保健医療局環境保健衛生課長
高橋京恵・東京都保健医療局環境保健衛生課長代理
上田真也・竹中工務店大阪本店設計部設備設計部長
稲田朝夫・須賀工業株式会社技術研究所長
松村佳明・株式会社山下設計東京本社シニアエンジニア
橋本知幸・一般財団法人日本環境衛生センター部長
鎌倉良太・公財日本建築衛生管理教育センター部長
杉山順一・公財日本建築衛生管理教育センター副部長
呉光正・国立保健医療科学院 主任研究官
小池竜輝・明治大学大学院理工学研究科修士 2 年

A. 研究目的

建築物における衛生等環境の確保に関する法律（以下、建築物衛生法）は、昭和 50 年と平成 14 年の 2 回の大改正以来、大きな見直しが行われていない。平成 14 年には建築物環境衛生管理基準の見直しについて言及があったものの、不適率の多い相対湿度をはじめ、現在も未解決のものが少なくない。令和 3 年度の検討会では、建築物衛生管理における ICT・IoT の活用、PM2.5、CO₂ 濃度や面積要件の見直しなどの課題が示されている。一方、近年の技術革新（ビル空調技術の個別分散化や IoT/AI 制御）と地球温暖化防止のための省エネルギー施策との関係、カーボンニュートラル時代における不動産マーケット等で実施されている建築物環境影響評価と建築物衛生法との関係、建築物・建築設備の技術進展、特に個別分散方式空調設備（ビルマルチエアコン）の運転制御・維持管理を取り巻く環境変化は目まぐるしい。並列展開されるこれら制度等にも整合する新たな評価枠組みを考えていくことが極めて重要となる。室内環境の各管理要素の直接的な健康影響に関しては、これまでも厚労科研で指摘されているものの、その因果関係は明確に特定できていないものも多い。

以上のような背景を踏まえ、本研究では建築物衛生法及び建築物環境衛生管理基準の今日的検証及びその課題を明確化すること、また現在の社会背景（カーボンニュートラル社会における国内外の取り組みや技術発展、ワークスタイルの変化への対応）を踏まえた新たな管理基準の提案、技術的課題、同一用途の建築物を面積要件で分け、全体の約 1 割のみ対象にアナログに監視指導を実施している 55 年前の監視指導方法の今日的見直しに関する技術的課題を整理することを目的としている。

B. 研究方法

建築物環境衛生管理基準で管理・監視すべき空気環境の調整（空気管理要素：浮遊粉じん、温度、相対湿度、一酸化炭素、二酸化炭素及びホルムアルデヒド）、空気環境の測定方法、空

気調和設備に関する衛生上必要な措置、特に冷却塔のレジオネラ集団感染が近年増加しており、そうした今日の状況を踏まえた冷却水の維持管理に関して検討を加えることは必要である。また、給水の管理に関しては建築物衛生法から新たな提案の余地は多くはないものの、給水原単位の変更、オーバーフロー管の吐水口空間確保に関する水道法、JIS、空気調和・衛生工学会規格との不整合、BCP における水質管理、ゼロウォータービルディング等の新しい考え方の提案に対し検討が求められている。清掃、ねずみ等の防除に関しては、出沒感などのより高い水準設定が検討されている。

さらに、こうした変化を引き起こしている技術的・社会的な背景について、例えば建築物の使用・利用方法の変化（複合用途建築物の増大、空調制御の個別化、テレワークや ABW などの導入など）、建築技術・建築設備の技術水準の変化、ICT、IoT、AI 技術の導入のほか、こうした変化に影響を与えている社会制度・背景の変化（石油ショックと省エネルギー法、シックビル症候群、気候変動、災害、1980～1990 年代の CPU 革命的变化と GUI 導入（Apple Macintosh、Microsoft Windows）、センサー技術の進化等）等の整理を行う。

以上のような制度・社会背景のもと、55 年前に定めた基準が有効か否かの確認が求められている。現行管理基準の成立時に立ち戻り、その基準値の妥当性を検証することから始めなければならない。また、衛生行政報告例の不適率データの分析も必要であろう。

これらを効率的に進めるために、管理項目ごとに 7 つの部会をつくり検討する体制を構築した（図 1）。法制度・運用を検証する①検証部会（主査：本間）、海外基準との比較検討とそのエビデンスを確認、必要に応じてさらに研究を進める②温熱部会（主査：東）、③相対湿度部会（主査：高田）、④空気質部会（主査：鍵）、⑤給水衛生部会（主査：光永）、⑥ペストコントロール部会（主査：本間）、そして特に建築物、設備、エネルギー、健康影響（一部快適性を含む）等の総合評価を行う⑦総合評価部会

(主査：本間) の 7 つである。これらの課題に対して表 1 に示す工程で研究を実施することにした。

B.1. 検証部会

建築物衛生法の運用ルール(室中央で空気基準管理基準 7 項目を「おおむね」満たすように「調整」しなければならない)の解釈ほか、法令・政令・省令・通知・ガイドラインの整合性、保健所長通知や報告徴収、立入検査のしくみ(環境衛生監視員の機能)、建築物環境衛生管理技術者制度の課題点整理を行う。特に建築基準法第 93 条 5・6 項に定められている保健所長通知の実態について把握する。さらに労働安全衛生法・事務所基準規則と建築物衛生法とを比較する。

B.2. 温熱部会

温熱環境が利用者の快適性と健康に及ぼす影響に関し、諸外国(国レベル、州・自治体レベル、学術団体)の室内温熱環境基準の調査、室内空気温度と健康影響(呼吸器疾患、心疾患、熱中症)に関する論文レビューを行う。

B.3. 相対湿度部会

相対湿度に関する今後の方向性に関する議論と提言案の作成、湿度基準に対する提言のベースとなる特に重要な既往研究のレビュー、海外の湿度基準調査、用量反応モデルに基づくウイルス感染に及ぼす相対湿度の影響とそのリスク評価、の 4 点について検討を行う。

B.4. 空気質部会

室内環境、特に室内空気質の総合的な評価(大気環境で用いられている AQI)について既往研究を調査・整理するとともに、室内空気質に関する近年の海外研究レビューを行った。さらに、世界標準の一つである ASHRAE Standard 62.1 の示す必要換気量(人体起源と建材起源)の考え方の調査・整理を行った。

B.5. 給水衛生部会

給水管理に関する建築物環境衛生管理基準と、空気調和設備等の維持管理及び清掃に係る技術上の基準を検証し、今後の社会の情勢を鑑みた課題について整理する。

また、雑用水水質基準について、諸外国の水

質基準などを調査・整理するとともに、特に冷却塔の雑用水利用に関するシンガポールの基準について整理した。

B.6. ペストコントロール部会

ペストコントロールに関しては、日本ペストコントロール協会が衛生害虫の出没感に対する消費者意識の高まりを受けた IPM 改定の動きがあるが、コスト、ベクター感染症、クレーム(出没感とも関連)に関するアンケート調査及び分析を行う。

B.7. 総合評価部会

ELPAC(一般社団法人建築設備技術者協会・建築設備情報年鑑・竣工設備データ)を用いた空調換気設備の種類と制御方法の整理を行うとともに、空調制御や省エネルギーなどの観点から建築物衛生に及ぼす影響について整理する。

C. 研究結果

C.1. 研究結果の概要

平成 14 年、令和 3 年の建築物衛生管理に関する検討会の指摘項目の整理、対人保健、対物保健双方の視点を踏まえた国内外の最新研究成果のレビューを行うこと、また、建築物環境性能、空調・給水設備の運転・維持管理、エネルギー評価、B/C などの情報収集・整理を行った。以下に 7 つの部会の研究実施の結果概要を示す。

C.2. 検証部会(現行の建築物環境衛生管理基準の検証)

令和 7 年度は法令、政令、省令、通知及び厚生労働省ホームページ等に示されるガイドラインのほか、保健所長通知(建築基準法第 93 条第 5・6 項)、労働安全衛生法・事務所衛生基準規則等について内容を精査し課題を整理した。建築物衛生法は、昭和 40 年に設置された公害審議会生活環境部会を受けて昭和 40 年度厚生科学研究「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」(小林陽太郎)の成果に紐づいて提出された昭和 41 年の答申「多数人利用建築物の衛生基準について」が原点になっている。従って、昭和 40 年度厚生科学研究の建築物環境衛生管理基準の制定経緯及び管理基準範囲

設定の経緯確認は極めて重要である。また昭和48年(法一部改正)、昭和49年(施行規則改正)、昭和50年(法一部改正)、昭和55年(法一部改正)、平成15年(対象建築物の範囲拡大、個別分散空調方式の適用追加、ホルムアルデヒド濃度基準の追加)、令和4年(温度基準、CO基準の変更)は社会背景に応じた検討が行われているがそこでの議論も重要である。また昭和59年ビル管理研究会(金光克己座長・ビル管理センター)の見直し提案も確認した。局長或いは課長通知は建築物衛生法の枠組み検討に必要な情報であるので、得られる範囲で整理した。このほか、衛生行政報告例のデータを用いて不適率のマップ表示および分析を行った。さらに保健所長通知に関する課題(通知がない、技術的な審査の困難度等)を整理するため、都道府県建築主事、大臣認定及び知事認定の指定確認検査機関計3か所にヒアリングを行った。建築主は当該工事着手前に建築基準関係規定に基づいて建築関連関係規定(建築基準法施行令第9条に掲げられた法律及び都市緑地法、バリアフリー法、建築物省エネ法並びに条例)に適合することを確認する必要がある。関連する法律は多岐に渡るため、建築主事並びに指定確認審査機関は独自のチェックリストを作成しているところも多いが、建築物衛生法は施行令第9条及び民間法令集、自治体の建築関連規定チェックリストに記載されていない場合が多いことを確認した。総務省所管の消防法は、施行令第9条の一番目に記載されているが、建築物衛生法は記載がない。こうしたことが積み重なり、多数の通知漏れが起こっていることを建築主事及び建築確認検査機関へのヒアリングで確認した。令和8年2月には、大手指定確認検査機関では建築基準法第93条第5項の通知違反147件が指摘され、国土交通省より行政処分を受けている。

C.3.温熱部会(温熱感・温度・測定法に関する検討)

令和7年度は、諸外国の室内温熱基準に関する調査を実施した。WHOガイドラインのほか、ASHRAE(アメリカ暖房冷凍空調学会)、フィ

ンランド環境省、中国、カナダ・トロント公衆衛生局、イングランド公衆衛生局(現:英国保健安全保障庁)、イギリスウェールズ州の基準についてその内容に関して精査した。トロント公衆衛生局では、外気温と死亡率及び救急医療の増加との関係から室内の温熱基準を導出していること、また、イングランド公衆衛生局(当時)では、室温と疾患や症状との関係を報告した研究論文のシステマティックレビューをベースとした基準策定を実施していることなどを確認した。

室内環境と健康影響に関する論文レビューとして、PubMedを利用して室内空気温度と健康影響(呼吸器疾患、心疾患、熱中症)に関して抽出された文献20編を調査した。SBS(Sick Building Syndrome)のリスクが有意に高くなる空気温湿度範囲や室内空気温度のMMT(Minimum Mortality Temperature)を算出している研究など、健康影響に及ぼす温度の閾値が示されている6編について整理した。また、オフィス環境を中心に国内外の知的作業効率に温熱環境が与える影響に関する研究動向の整理を実施した。室内温熱環境と知的作業効率について、暑すぎる、あるいは寒すぎる室温は知的作業効率を低下させることについては共通認識が得られているが、その具体的な最適温度或いは適正温度範囲に関しては統一した見解が得られていないことがわかった。近年では、特定の1点に最適温度があると想定した逆U字モデルよりも、拡張U字モデルを支持する複数のレビュー論文が発表されていることを確認した。室内環境の測定法の関係では、ASHRAE、CIBSE(英国建築設備技術者協会)、ISO(国際標準化機構)、REHVA(欧州空調・換気設備学会)のほか、国独自に規格を設定していたシンガポール、マレーシアの規格をレビューし、我が国との比較を含めて①空気環境の基準と②空気環境の測定法について整理した。このほか、これまで殆ど検討されていない建築物共有空間の扱いに関する検討を行った。建物全体が一つの会社のオフィスというケースでは、執務場所の多様化、自由化が進んでいるこ

とから (ABW : Activity Based Working、ヒューマンファクターデザイン等)、仕切りの曖昧な共用空間での執務機会も増加している。いくつかの事例を調査した結果、特定建築物の共用空間の温熱環境の測定および評価を行い、当該空間も含めた環境評価の必要性について検討する必要があることを確認した。

C.4. 相対湿度部会 (相対湿度と健康影響に関する検討)

相対湿度部会では、現行の建築物環境衛生管理基準のうち、相対湿度基準に係る課題を明らかにし、今後の基準提言を行うことを目的としている。特に相対湿度は継続的に不適率が高く、かつ漸増し、監視指導による改善が見られない一方で健康被害が増加しているという事実もない。新型コロナウイルス蔓延時はウイルスと相対湿度との関連を確認する機会であったが、緊急事態宣言やテレワークの普及などのバイアスがあり、世界的にも明確な結論は得られていない。令和7年度は、相対湿度に関する建築物環境衛生管理基準の中での位置づけを明確にし、その上で今後の方向性に関する議論と提言案を作成すること、湿度基準に対する提言のベースとなる特に重要な既往研究のレビュー、海外の湿度基準調査、用量反応モデルに基づくウイルス感染に及ぼす相対湿度の影響とそのリスク評価の4点について検討を行った。

今年度実施した文献調査の範囲では、特に湿度下限値について、衛生面を考慮した許容限度を設ける必要性を明瞭に示した研究は見つかっていない。また平成14年度検討会においてウイルス生存に対する相対湿度の影響に関し言及があったものの、その後の結論は得られていない。一方、平成14年から現在までの間に、2003年 SARS-CoV-1、2009年 Pandemic (H1N1) 2009、2012年 MERS、2019年 COVID-19 等の複数のパンデミックが発生しており、これらの過程で一定の研究進展があったことから、特にウイルスと相対湿度の関係について検討を加えた。用量反応モデルは、TCID₅₀を対象としているため、感染力を有するウイルスの移動を直接対象としていること、移動過程の

環境中での不活化を考慮できること、そして物質移動と同等の扱いができるため、換気ネットワークシミュレーションやCFD等と相性がよい。こうした Dose-Response QMRA モデルは水系感染症でも用いられており、湿度の扱いとして連続的に扱えることもメリットであることを明らかにした。

C.5. 空気質部会 (空気質・換気基準に関する検討)

諸外国や国際機関では、近年、浮遊粉じん、二酸化炭素、一酸化炭素、ホルムアルデヒドに関するリスク再評価が行われ、ガイドライン値の見直し等行われている。さらに室内の微生物汚染や大気中の超微小粒子汚染など、室内発生源の浮遊粒子状物質や大気 PM_{2.5} による健康影響が示唆されている。室内 PM_{2.5} は令和3年の検討会でも議論されたが、令和7年度は、諸外国の指針値を調査し、その発生源と建築物内濃度の実態に関し文献調査を行った。WHO の指針値を達成するための対策として、空調設備のエアフィルタが重要な役割を果たすことが明らかとなっている。PM_{2.5} のローコストセンサーが市販されてきている一方で、低濃度 PM_{2.5} の信頼性 (精度・解像度) 等、測定方法に課題があることを明らかにしている。

室内環境、特に室内空気質の総合的な評価について既往研究レビューを行い、大気環境で用いられている AQI (Air Quality Index) とともに室内空気質に言及している文献調査を行った。それぞれの提案手法には長所・短所があり、特定建築物に適用する際には、更なる検討が必要である。さらに ASHRAE Standard 62.1 のレビューについても行った。

C.6. 給水衛生部会 (給水衛生に関する検討)

給水管理に関する「建築物環境衛生管理基準」と「空気調和設備等の維持管理及び清掃等に係る技術上の基準」の課題を検討・検証し、水道法施行令規則の一部改正による項目追加、条文記載表現の見直し、貯水槽の吐水口空間の定義が建築基準法と異なることに伴う統一化の検討、今後の社会の情勢を鑑みた課題について整理した。

雑用水水質基準について、日本と EU、中国、米国などの水質基準を整理した。各国は、再利用水を一律のカテゴリで扱うのではなく、緑化散水、便所洗浄、洗濯用や冷却塔といった用途や接触リスクに応じて区分し、それぞれに必要な水質条件や管理要件が設定されており、その項目について把握した。加えて、今後の更なる節水や水循環を促進する上で、雑用水の利用用途拡大が望まれることから、その用途の 1 つとして冷却塔補給水に着目・調査し、冷却塔補給水に雑用水利用が認められているシンガポールなどの基準についても整理した。

C.7. ペストコントロール部会（ペストコントロールに影響する建築物構造と環境要素）

令和 7 年度は、現在の衛生害虫・ねずみ防除の基本である IPM に関する課題の整理を行った。近年、衛生害虫を原因とする感染症などの健康被害を防止するという観点ではなく、衛生害虫の出没感が忌避されるようになってきており、現行の IPM の許容水準を満たしていてもクレームとなるケースが多くなってきている。さらに高い水準を設定することの建築物衛生上の意義の検討が必要である。また、ペストコントロール業者からみた衛生害虫の重要度（健康影響、コスト、クレーム）の関係についてアンケート調査を行った。業者が把握しているネズミ、ゴキブリ、蚊・ハエ・コバエ（などの飛翔生物）が発生する建築物の特徴として、外部出入口の多さ、窓開放の影響、建物の古さ、ビル内飲食店などが要因であることを再確認した。ビルオーナーから衛生害虫駆除動機として、健康影響、コスト、クレーム対策のどれが優勢なのかの AHP 分析を行った。

C.8. 建築物衛生総合評価部会（設備仕様・エネルギーを含めた総合評価）

建築物衛生（IEQ）に影響する建築物を取り巻く各種要因（主には不動産価値）について、ビルオーナーの価値判断にどの程度影響を及ぼすのかを理解しておくことは公的基準値を定めるうえで極めて重要である。また、昭和 45 年には想定していなかった住宅、宿泊施設、公衆浴場、映画館（興行場）、物販店（テナント）

の複合施設は、生衛 6 法も関係し、その状態の検査・許可などの行政判断と技術的課題も増加してきている。そうした空間制御と室内環境（健康影響）の知見を蓄積しておくことは重要である。また、省エネルギー・カーボンニュートラルと建築物衛生（IEQ）とを最適化させるための仕組みを検討することも必要である。

令和 7 年度は、ELPAC を用いた空調換気設備の種類と制御方法の整理を行うとともに、空調制御や省エネなどの観点における課題を整理した。個別分散空調（ビル用マルチエアコン）が多く採用されるようになり、部分発停が他テナントを含む室内環境全体に及ぼす影響がどの程度になるのかは実態把握が難しく、これらを検討するためのシミュレーション技術に関し課題整理を行った。

D. 考察

D.1. 検証部会

建築物における衛生的な環境の確保は建築物所有者並びに維持管理権原者側が責任を有するが、一方で環境衛生監視員（保健所）も所管建築物の監視指導の役割がある。また、建築確認申請時に提出される保健所長通知は、設計上の不備を保健所は未然に防止することも可能なしくみになっている。しかし、過去 20 年の衛生行政報告例データをみると、相対湿度、温度、二酸化炭素の不適率が改善しないまま漸増推移している。また、報告徴収と立入検査の比率は自治体によってばらつきがあり、不適率の判定方法も都道府県によって違いがあり、「おおむね」満たせばよいとする自治体もある一方、報告書の数値で基準範囲外を機械的に不適と判断する自治体もある。海外では、基準内 100%を求めるのではなく、基準内の時間的割合で評価しグレード付けしている国もある。基準準拠評価或いは適合範囲の段階別評価は「おおむね」の扱いと基準適合範囲の格付けに利用可能である。

ICT 化、IoT 化が進み、建築物環境衛生管理技術者が複数のビルを総合的に管理し、保健所がその情報をリアルタイムに共有できれば、理

論上は全ての特定建築物を監視指導できるようになる。また、現在ではIoT センシングのハードルは低い。海外では、温湿度、CO₂の連続測定を義務付けている国もある。

建築物衛生法は、そもそも B/C はスコープ範囲ではなく、あくまで公衆衛生上のリスク回避を重視することが重要である。現状の建築物における公衆衛生上の最も大きなリスクは感染症であろう。粒子状浮遊物質を一定レベル以下にするための呼吸域の空気質確保、有害なガス状物質を速やかに排出すること、それらはCO₂濃度と比例する保証はないこと等を踏まえて基準を定める必要があるだろう。

D.2.温熱部会

海外では、外気温と死亡率及び救急医療の増加との関係から、室内温熱基準を導出している自治体や、室温と疾患・症状の研究成果に基づき冬期室温の基準を定めている国もある。一方、知的作業効率を重視する指標は、不動産の価値評価・室内環境質の評価軸として多用されている。室内温熱基準と室内環境測定法はセットであるが、放射環境評価すなわち外皮性能評価は省エネルギー性能や空調稼働、微生物汚染リスクとも関連する。これらを総合的に判断できる指標について検討すべきであろう。

また、衛生環境の不具合は、空調設備・ダクト、ドレン配管が設置される天井裏やパイプスペース、ダクトスペース、エレベータピット等の日常的に目視できない箇所で発生する。そうした空間の温湿度・空気質の実態把握も必要であろう。

D.3.相対湿度部会

不適率の多い相対湿度に関し、特に湿度下限値を満たせないことについて、衛生面を考慮した許容限度を設ける必要性を明瞭に示した研究は見つかっていない。一方で、海外では結露防止（ダンプネス防止）の観点から、冬期湿度の上限を30%とする国も少なくなく（韓国、中国、EU high level、チェコ、カナダ）、20%(EU poor level)或いは相対湿度下限値を定めないアメリカなどもある。また、目の乾燥、皮膚乾燥などの不快感は、空気環境、光環境、温熱感

との複合影響も指摘されており、単に加湿すればよいという結論は得にくい。

一方、ウイルス対策としての湿度対策は、公衆衛生上の課題として捉える必要はあるだろう。平成14年度検討会においてウイルス生存に対する相対湿度の影響に関し、その後の結論は得られていないが、一方で、平成14年から現在までの間に、2003年 SARS-CoV-1、2009年 Pandemic (H1N1) 2009、2012年 MERS、2019年 COVID-19等の複数のパンデミックが発生しており、これらの過程でウイルス研究には一定の研究進展があった。これらの知見を踏まえながら、特にウイルスと相対湿度の関係については検討を行う必要があるだろう。

D.4.空気質部会

オフィス等のCO₂濃度基準値は1000ppm～2000ppmの範囲で議論されることが多いが、低濃度暴露の健康影響の評価は難しく、換気および室内空気質におけるCO₂の扱いに関して多くの混乱を生じさせている。ASHRAE規格62-1981では、規格への適合に性能評価法（IAQP）を適用する際の室内CO₂基準値として4500 mg/m³（2500ppm）、1989年に1800 mg/m³（1000ppm）に変更している。しかし、1999年版以降、ASHRAEではCO₂濃度自体を基準値から削除し、人数当たり、面積当たりの風量を規定するという方法に変更している。一方、EN16798-1では、Category I：外気+550ppm（最高水準：高い快適性、子供や高齢者など敏感な人向け）、Category II：外気+800ppm（標準：一般的な新築・改修建物の目標値）、Category III 外気+1350ppm（並：既存建物など許容最低限のレベル）、Category IV 外気+1350ppm以上（最低ランク：短時間のみなど）という定め方をしており、また空気調和・衛生工学会も外気CO₂濃度の変動を考慮して、外気濃度プラス700ppmを提案している。ラボアジェやペッテンコーフェル以来、CO₂が室内空気質の指標として利用されてきたが、CO₂そのものではなく健康影響を及ぼす対象物質を評価すること、或いはIAQIのような新たな総合指標の提案も検討の余地がある。

D.5.給水衛生部会

近年、ZWB (Zero Water Building) 化、BCP (Business Continuity Plan) 対応等により、水道水や専用水道以外の水の飲料水利用も取り沙汰されている。日本の水資源は比較的豊富なため、再利用水の議論は多くはないが、水質の劣る原水の扱いや雑用水(散水、修景、清掃、水洗便所の用に供する水)の管理の課題を整理する必要がある。

また、レジオネラ集団感染の原因となる冷却塔補給水の水質に関しても検討が必要である。海外では、冷却塔補給水として再利用水の使用を認め、必要な水質基準や運用管理要件を定めている地域が存在する(例えば、クイーンズランド州やシンガポール等)。ASHRAE Guideline 12-2020 は、水温、堆積物、水齢、消毒残留等がレジオネラ増殖に関与するとし、バイオフィルムの重要性も指摘している。冷却塔補給水への雑用水適用はリスク増を予見させるが、許容限界点の確認と維持管理のバランスについては検討の余地がある。

D.6. ペストコントロール部会

ペストコントロールは過度に薬剤に過度に依存せず環境に負荷をかけない総合防除を主体としてきた。薬剤使用は人間の健康にも影響が大きいので、この考え方は今後も踏襲すべきであろう。一方で衛生害虫が1匹でも発見されることはクレームにつながることもあり、ビルオーナーや駆除業者は対応を迫られることにもなる。どこまでのレベルを建築物衛生法が求める防除範囲とするのかを明確にする必要がある。衛生害虫が発生する要因は何か、その対策をどうすればよいか、また、建築物に起因する構造的要因はあるか否か、気候変動の影響による個体数の増加等の情報はまとめておく必要がある。

D.7. 建築物衛生総合評価部会

温熱感や相対湿度制御、空気質の課題は、熱・換気ネットワークシミュレーション(BEST、EnergyPlus+CONTAM、Transys、ESP-R 等)や数値流体解析による検討は有用

である。特に空調制御による環境影響は、実態調査だけでは十分ではなくシミュレーションによる予測・リスク評価が必要である。

特に、個別分散空調利用は70%を超え、また複合施設の個別制御への要望も踏まえると、今後はVRFシステムの衛生管理を基本として考えることが求められるだろう。また空調設備自体の省エネ化が飛躍的に向上しており、今後もこの流れは進むと考えられる。VRFシステムのエネルギー最適化には、室内環境要素のセンシングと制御が必要であり、そうした制御が衛生上の不具合を引き起こさないか否か、或いはどのような条件であれば、制限なく運用できるのか等の検討は必要である。

E. 結論

建築物衛生法及び建築物環境衛生管理基準の今日的検証及びその課題を明確化すること、また現在の社会背景(カーボンニュートラル社会における国内外の取り組みや技術発展、ワークスタイルの変化への対応)を踏まえた新たな管理基準の提案、技術的課題、監視指導方法の今日的見直しに関する技術的課題を整理することを目的として、7つの部会を組織し研究を実施した。オフィスビルを例に考えると、健康影響が顕在化しない室内環境要素の最低基準が、日本産業衛生学会が定める許容濃度(労働者が1日8時間、週間40時間程度、肉体的に激しくない労働強度で有害物質に曝露される場合に、当該有害物質の平均曝露濃度がこの数値以下であれば、ほとんどすべての労働者に健康上の悪い影響が見られないと判断される濃度)¹⁾であるとする、建築物衛生法は、その濃度よりも低い濃度を扱っていることになるので、健康影響を判断指標とする基準値の設定はそもそも困難であることは明らかである。厚生労働省「建築物環境衛生管理基準について」²⁾にあるように「空気環境の調整、給水及び排水の管理、清掃、ねずみ、昆虫等の防除その他環境衛生上良好な状態を高い水準に維持するための法律」と解釈するのであれば、「おおむね」満たせばよいとする判断基準も理解できる。

しかしながら、Persily が示すように換気量の低減がシックビルディング症候群を引き起こしたという歴史的事実もある³⁾。本研究では、産業保健で求められる許容濃度ではなく、多様な健康状態・免疫状態の利用者が、複合影響下の建築環境空間における水準を定めるという条件設定がまず必要である。そしてその水準が望ましいものなのか、最低基準なのかによって監視指導の在り方へつなげていくことが可能となる(望ましい水準なら許容可能な範囲までのグレーディングを設け、その範囲での自治体毎の定性評価を行ってもよいが、最低基準であれば、エキスパートジャッジは認めにくい)。環境衛生監視員の監視指導の難しさは、このような基準設定の曖昧さにも原因があるだろう。また、保健所長通知の運用、通常の監視指導及び助言は、建築・設備技術の専門分野に踏み込む必要があり、環境衛生監視員(昭和42年1月11日環衛第7003号厚生省環境衛生局長通知)に定められている第1項(医師、歯科医師、獣医師、薬剤師)或いは第2、3項の要件で対応できるかどうかの検討も必要である(第3項は国立保健医療科学院の短期研修と関連するので、別途検討が必要)。

さらに、図面情報から当該室内空間の衛生上の懸念点・リスクの程度を的確に示すことは設備設計者でも難しいことが多い(そのため事後に様々なトラブルが発生する)。また、BIM 確認申請が導入されつつある状況で、設計時の不具合は BIM 情報を AI 活用により発見し指導できる可能性は極めて高い。また、測定法に関しては ICT、IoT 技術が進展している現代において積極的な導入の検討が必要であろう。そうした変更を行った場合のメリット・デメリット、他法令への影響などを積極的に検討しておくことが望まれる。特に、労働安全行政(労働安全衛生法・事務所基準規則)、建築行政(建築物省エネ法、BIM、不動産行政)、環境行政(環境配慮契約法、エコチューニング)、経済産業省の健康経営や知的生産性向上などのヘルスケア産業政策などのかかわりに関する整理も重要である。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) Yoshinori Honma. A Study on the Uncertainty of Reporting Indoor Dryness, Indoor Air 2026, Singapore, Singapore(2026/6/14-18 予定)
- 2) Ryuki Koike, Takehiko Mitsunaga, Tomoo Inada, Yoshiaki Matsumura, Yoshinori Honma. A Study on the Expansion of Non-Potable Water Use in Buildings, CIB W062 2026(2026/08/17-21 予定)
- 3) 本間義規、高田暁、長谷川兼一、伊藤佳乃子. 用量反応モデルに基づく室内相対湿度と感染症リスクの関係、2026 年度日本建築学会大会(中国)、(2026/9/8-11 予定)
- 4) 下ノ菌慧、東賢一、高田暁、西原直枝、本間義規. 建築物環境衛生管理基準等の検証に向けた温度と健康影響・室内環境測定法のレビュー、第85回日本公衆衛生学会総会(2026/10/29-31 予定)
- 5) Kenichi Azuma, Naoki Kagi, U Yanagi, Hoon Kim, Yoshinori Honma. Effects of low-level humidity on building-related symptoms in office buildings, 35th International Congress on Occupational Health, Mumbai, India (2027/02/14-17 予定)

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

引用文献

- 1) 日本産業衛生学会. 許容濃度等の勧告(2025 年度)、産業衛生学雑誌、2025(67)5,183-215
- 2) 厚生労働省「建築物環境衛生管理基準について」(<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/sei/katsu-eisei10/>)
- 3) Andrew Persily. Challenges in Developing Ventilation and Indoor Air Quality Standards: The Story of ASHRAE Standard 62, Build and Environment, Volume 91, September 2015, Pages 61-69

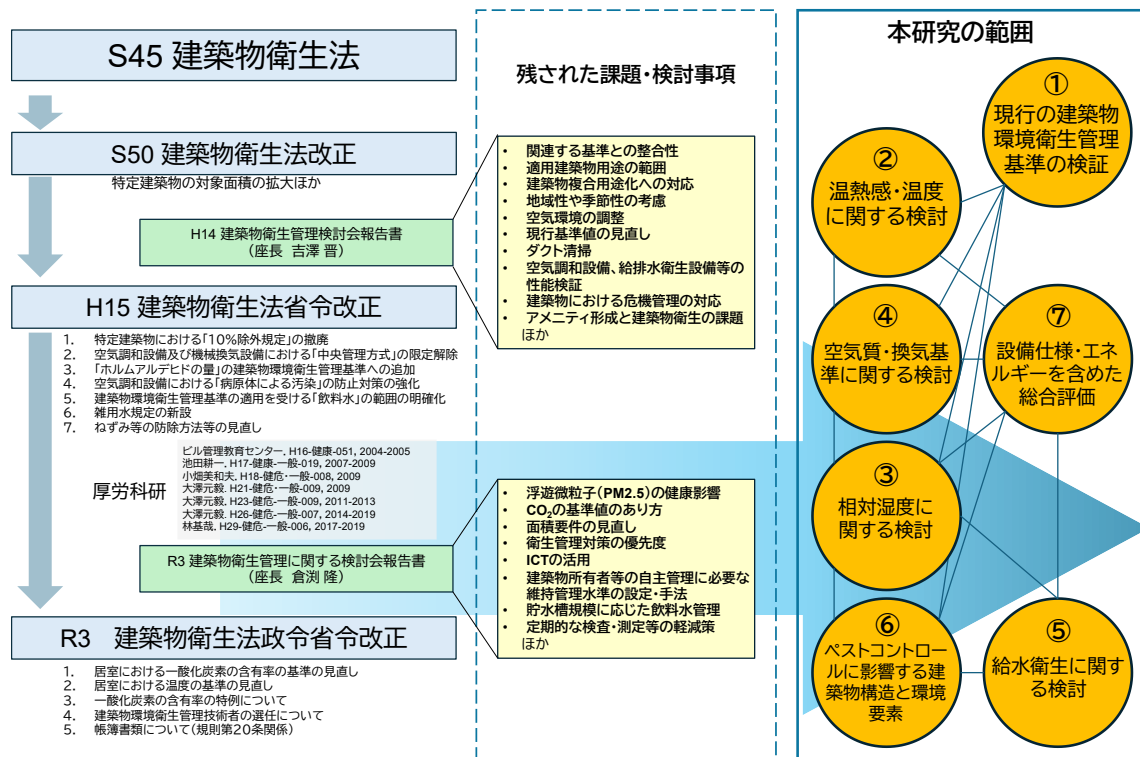


図1 建築物環境衛生管理基準の課題・要検討事項

表1 各研究部会の研究計画と工程表

	R07	R08	R09
① 現行の建築物環境衛生管理基準の検証 (本間, 下ノ園, 研究協力者: 林, 全国環境衛生職員団体協議会, 日本建築衛生管理教育センター)	建築物環境衛生管理技術者及びビルメンテナンス業の動向調査 衛生害虫発生状況とビルメンテナンスの生件数等の統計データ整理 エコチューニング手法の事例共有 特定建築物の測定データ及び建物性能, 設備仕様, 利用者申告をパラメータとした因果構造モデル作成と分析	特定建築物(オフィスビル)の詳細調査	
② 温熱感・温度に関する検討 (西原, 高田, 東, 下ノ園)	国内外の文献レビュー及び温度・温熱感基準の整理 特定建築物の温度長期測定, 温熱感申告調査	温熱感・温度に関する基準案作成	
③ 相対湿度に関する検討 (高田, 長谷川, 伊藤, 本間)	相対湿度・各国基準の整理 特定建築物の相対湿度長期測定 相対湿度の健康影響(医学的検討) 皮膚乾燥, ドライアイ, 呼吸器系の検討	相対湿度に関する基準案検討	
④ 空気質・換気基準に関する検討 (鍵, 長谷川, 大岡, 東, 本間, 研究協力者: 林)	空調換気設備種類と制御方法の整理 国内外の空気質, 換気基準の整理 特定建築物(オフィスビル)の空気質・換気量調査計画及び長期測定実施	浮遊粒子状物質(PM2.5)の健康影響(医学的検討) 特定建築物(オフィスビル)の空気質・換気量調査計画及び長期測定実施	空気質・換気基準に関する基準案検討
⑤ 給水衛生に関する検討 (光永, 呉, 本間, 研究協力者: 松村, 稲田)	水質衛生と健康に関する文献レビュー・各国基準整理	特定建築物(オフィスビル)の末端給水及び受水槽の水質調査	給水設備(上水, 中水)及び排水設備に関する基準案作成
⑥ ペストコントロールに影響する建築物構造と環境要素 (本間, 研究協力者: 橋本, 平林, 澤邊)	IPMに関する課題の整理 衛生害虫の出没感とモニタリング方法に関する調査		IPM基準に関する改善案の整理
⑦ 設備仕様・エネルギーを含めた総合評価 (本間, 大岡, 大沢, 下ノ園, 研究協力者: 林)	空調換気設備・制御方法の整理, 論文レビュー 特定建築物(オフィスビル)の室内環境シミュレーションの実施と因果構造モデルの構築		建築物衛生(室内環境)に及ぼす空調換気設備の運転・制御方法の整理

*研究協力者 林(埼玉大学), 平林(信州大学), 澤邊(東京大学), 橋本(日本環境衛生センター), 上田(竹中工務店), 松村(山下設計), 稲田(須賀工業), 全国環境衛生職員団体協議会, 日本建築衛生管理教育センター

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

建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究

検証部会：現行の建築物環境衛生管理基準の検証と課題の整理

研究代表者	本間 義規	国立保健医療科学院	建築・施設管理研究部	部長
研究分担者	下ノ菌 慧	国立保健医療科学院	建築・施設管理研究部	研究員
研究協力者	林 基哉	北海道大学大学院工学研究院	客員教授	
研究協力者	鮫島 弘尚	東京都保健医療局健康安全部環境保健衛生課長		
研究協力者	高橋 京恵	東京都保健医療局健康安全部環境保健衛生課長代理		
研究協力者	鎌倉 良太	公益財団法人日本建築衛生管理教育センター調査研究部長		
研究協力者	杉山 順一	公益財団法人日本建築衛生管理教育センター調査研究部副部長		

研究要旨

現行の建築物環境衛生管理基準に関し、法令、通知等のほか平成 14 年度及び令和 3 年の検討会報告書、2025 年までの 55 年間の状況（社会背景の変化、関連法令、建築技術、建築設備技術の進化、ICT、IoT 技術の進展、センサー技術の進化等）を整理した。特に衛生行政報告例に基づく不適率は法運用の結果でもあり、過去 20 年間のデータについて簡易的な分析を行った。さらに、空調設備の技術的進歩や地球温暖化、ICT、IoT 技術、感染症対策などの社会背景の変化などの動向についても確認した。以上の検討内容を次の 6 点に整理した。

- 1) 環境衛生監視員の監視体制については、第一に保健所長通知の運用、通常の監視指導の状況のほか、衛生行政報告例における不適率の状態について実態把握と課題整理をおこなった。事前協議体制が必ずしも十分ではない実態が明らかとなり、また建築主事・確認検査機関側でも保健所長通知を行えていない実態も把握した。
- 2) 環境衛生監視員の図面審査能力の養成、また最新建築技術や建築設備技術の習得が必要である。一方、BIM 確認申請が導入されつつあり、建築基準法との役割分担を含めて保健所長通知の在り方を検討する余地はあるだろう。
- 3) 事務所に關しては、建築物衛生法以外に事務所基準規則による規制も行われており、これらが完全に一致していない点も課題であることを確認した。
- 4) 報告徴収・立入検査と各項目不適率の関係について分析を行い、地域的な差異を明らかにした。個別事情に関する実態は、今後アンケート調査が必要である。
- 5) ICT、IoT 技術が進展しているなかで、センシングとデータの扱いに関する政令・省令改正の再検討が必要である。
- 6) 感染症事例などの健康影響事例は、広く収集・分析をしておく必要がある。

A. 研究目的

建築物衛生法は昭和 45 年（1970）に施行されている^{1, 2, 4)}。その後、特定建築物の対象面積の拡大（昭和 50 年（1975））、中央管理方式以外の空気調和設備（個別分散空調方式）と機械換気設備の追加、10%規定の廃止、ホルムアルデヒドの追加等（平成 14 年（2002））⁸⁾、温度基準の変更（下限値 17℃→18℃）及び CO 濃度の変更

（10ppm→6ppm）（令和 4 年（2022））等が行われている⁷⁾。

現行の建築物環境衛生管理基準の検証には、1970 年制定当時の基準値の設定方法とその根拠を遡って確認する必要がある。数値基準はその当時の室内環境の課題、国内外の研究レベル及び建築・設備技術レベル、社会状況等に依存することから、現状における建築物環境衛生管理基準の妥

当性を検証するためには、当時の状況と現在とを比較することが必要である。なお、こうした比較検証は、法制定後 2025 年までの 55 年間に検討会或いは研究会（ビル管センター主催）等幾度か行われている。このとき検討された空気管理基準、給水衛生基準、ペストコントロールの詳細については、各々専門部会にて検討することとし、本章では法運用の観点、特に衛生行政報告例に基づく不適率の状況、また、建築基準法第 93 条第 5・6 項（保健所長通知）⁹⁾ に関して考察を行う。

さらに、空調設備の技術的進歩や地球温暖化、ICT、IoT 技術、感染症対策などの社会背景の変化などの動向についても確認し、今後の検討資料とする。さらに海外では、政令・省令のレファレンスに相当するものがガイドラインとしてまとめられている場合も多く制度的にも参考になるものが多い。令和 7 年度は、オーストラリアの基準（NABERS）についてレビューを行う。

B. 研究方法

B.1. 建築物衛生法の成立経緯とその法運用

空気管理基準のベースとなっている厚生科学研究「ビルディングの環境衛生基準に関する研究（小林陽太郎）」⁴⁾の概要、法案成立の経緯、その後の改訂経緯やビル管理研究会での議論⁵⁾、通知、Web 等に掲載されている関係通知/Q&A の整理を行う⁶⁾。また、同一用途の建築物に適用となる法律の範囲、労働安全衛生法・事務所衛生基準規則¹⁰⁾との関係について整理する。

B.2. 衛生行政報告例不適率と監視体制

衛生行政報告例は、明治 19 年(1886)の内務報告例（内務省令第 17 号）、昭和 13 年(1938)の「厚生省報告例」（訓令第 13 号、厚生省の発足に伴う変更）、平成 12 年度(2000)の地方自治法改正に伴う変更を経て現在の形式となっている。47 都道府県、20 指定都市、62 中核市の合計 129 の自治体から毎年報告を受けている。建築物の維持管理項目に関する検査事項は表 1 に示す通り全 36 項目あり、特定建築物用途（興行場、百貨店、店舗、事務所、学校、旅館、その他）毎に収

集されている。衛生行政報告例によると相対湿度の不適率が高く、一方で、改善勧告・命令の件数は非常に少ない。過去 20 年間の推移及び最新データを用いた地域ごとの特徴について検討する。

B.3. 空気管理基準と空調制御方式との関係

空気管理基準で定められるホルムアルデヒド濃度を除く 6 項目の測定は、2 か月以内に 1 回、就業時間の午前と午後に 1 回ずつ、各階ごとに各階の代表点 1 点（居室中央部の床から 75～150cm）で測定し、その平均値をもって判断するというルールになっている。不適合項目があった場合は、詳細調査を経てビル管技術者が対策を考えるが、実際の建物は断熱気密性能や空調方式に大きく影響を受けるとともに、テナント部と共用部との移流やアトリウムなどの大空間の設置、また外気条件の短周期・長周期変動要因などを考慮すると、限られた測定ポイントにおける短期間測定のみでは、基本的に改善提案は困難である。空調制御と実現される室内環境、また執務者への健康影響に関して、現時点で考えられる課題をまとめる。

B.4. 海外規格調査

カーボンニュートラル・ネットゼロ時代にあつて、建築物を取り巻く状況は大きく変化している。省エネ適合義務化や省エネ基準の引き上げ、ライフサイクルカーボンなどの評価枠組みの充実だけではなく、ESG 投資を積極的に推進することによる不動産分野での脱炭素の取り組みも行われている。不動産を格付けするうえで、健康、快適性、ウェルビーイングや知的生産性にも影響を及ぼす IEQ(Indoor Environmental Quality)の重要性が指摘され、日本のビルも GRESB 評価や WELL 認証を受審するところが増加している。海外規格や研究成果に関しては、温熱部会、相対湿度部会、空気質部会、給水衛生部会でも実施するが、検証部会では、建築物衛生(Building Sanitary 或いは Building Service Engineering)、もしくは建築物環境 (Built Environment) に関する制度・枠組み的な内容に関し、連邦政府レベルで実施しているオーストラリアの Nabers を参照する。

C. 研究結果

C.1.1. 建築物衛生法の成立経緯

建築物衛生法が成立したのは、高度経済成長に伴いオフィスビルの需要が急増した昭和 40 年代である。昭和 36 年、高さ制限（100 尺制限）撤廃にかかる建築基準法改正により超高層ビル建設が可能となり、窓開けできないオフィスビルが増加したこと、また、そもそも深刻化した大気汚染により窓開け換気ができず、空調設備に依存する建築物が急激に増加し、冷房病、ビル病を訴える執務者の割合が増えたという背景がある。このような状況では、建築物を原因とする健康影響に危機感を抱くことは想像に難くない⁵⁾。こうした状況のなか、建築物環境衛生に係る厚生科学研究の実施、その研究成果を受けた公害審議会での検討、立法化に向けた国会審議の流れがある。この各々について概要を述べる。

第一に、厚生科学研究の実施についてである。規制対象とすべき室内環境項目とその数値基準は、昭和 40（1965）年度厚生科学研究補助金「ビルディングの環境衛生基準に関する研究（研究代表者：当時国立公衆衛生院小林陽太郎）」⁴⁾で検討された。研究自体は社団法人空気調和・衛生工学会（会長内田秀雄東京大学教授）に委託している。実質半年という短い検討期間を経て、昭和 41 年（1966）3 月に報告書が提出されている。事務所建築を主体として取り上げ、空気調和、暖冷房、換気、採光照明、騒音防止に関して「目標値」、「推奨値」及び「許容限度」の段階的基準を提案している（表 2）。厚生大臣の諮問機関である公害審議会が設置されたのは昭和 40 年

（1965）9 月であり、厚生科学研究と時を同じくしている。建築物衛生は生活環境部会で検討を行い、昭和 41 年（1966）8 月、「健康な居住水準の設定について」（川名吉衛門、平井信義、小林陽太郎、三浦豊彦、東田敏夫）と「多数人利用建築物の衛生基準について」（緒方一喜、松野淳一、木村宏、武藤暢夫、小林陽太郎、森村武雄）の 2 つを中間答申している。のちに建築物衛生法となる「多数人利用建築物の衛生基準について」の答申内容を図 1 に示す。この答申を受けて厚生省は

直ちに建築物衛生管理法（案）の立法準備を開始し、一応の成案を得たものの各省折衝が難航、その間に自民党斎藤邦吉衆議院議員他 6 名らが厚生省案とほぼ同じ内容の法律案を「建築物における衛生的環境の確保に関する法律(案)」として国会に提出したが、昭和 44 年（1969）に廃案となっている。翌年、第 63 回国会において、自民、社会、公明、民社、共産の 5 党協議に基づく議案として、本委員会提出法案に全会一致をもって決定、衆参両院で原案通り可決されている。

C.1.2. 建築物環境衛生管理基準の解釈

建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令第 2 条に建築物環境衛生管理基準（以下、引用文以外、管理基準と略す）の定義がある。空気環境の調整については、第一項イに次のように記述されている。「イ 空気調和設備（空気を浄化し、その温度、湿度及び流量を調節して供給（排出を含む。以下この号において同じ。）をすることができる設備をいう。ニにおいて同じ。）を設けている場合は、厚生労働省令で定めるところにより、居室における次の表の各号の上欄に掲げる事項がおおむね当該各号の下欄に掲げる基準に適合するように空気を浄化し、その温度、湿度又は流量を調節して供給をすること。」この表現のうち、「おおむね」の解釈が異なると、次節で検討する衛生行政報告例の不適合率の判断にばらつきが生じることになる。さらに、厚生労働省「建築物環境衛生管理基準について」

(<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei10/>)では、空気環境の調整、給水及び排水の管理、清掃、ねずみ、昆虫等の防除その他環境衛生上良好な状態を高い水準に維持するための法律であり、したがって、建築物環境衛生管理基準に適合していないという理由だけでは、直ちに行政措置や罰則の対象となるわけではないとしている。高い水準であるのであれば、多少基準値から逸脱していてもおおむね適合していれば問題がないという解釈も成立する。一方で、管理基準について違反があり、かつその特定建築物内の人の健康を損なうおそれが具体的に予見されるような事態が生じた場合には、都道府県知事は改善命令等

を出すことができ、また、事態が緊急性を要する場合については、都道府県知事は当該事態がなくなるまでの間、関係設備等の使用停止や使用制限を課することができる、とある。例えば一酸化炭素中毒や集団感染などが発生しない限り、改善命令・使用停止或いは使用制限が発出されることは考えにくく、そうした事例があった場合は、健康危機事案として厚生労働省に対し詳細報告が必要と思われる。

C.1.3. 事務所基準規則と建築物衛生法との差異

特定建築物の所有者等は、建築物衛生法（以下、法）第4条に基づき管理基準に従った維持管理の義務があり、そのための維持管理権原者の指定、建築物環境衛生管理技術者の選任も義務化され、さらに環境衛生監視員の監視指導の対象となる。一方、非特定建築物は管理基準に基づく維持管理が努力義務となるため、所有者等が自主的に衛生管理を行うことが求められる。所有者等自身が、室内環境や建築設備、清掃、衛生害虫に関して困ったことがあるときは、建築物衛生法第3条に基づき保健所に相談することができ、保健所は助言できる仕組みとなっている。一方、労働安全衛生法における事務所は、事務所基準衛生規則

（昭和四十七年労働省令第四十三号、以下、事務所則）が適用される。このルールは面積要件によらず事務所全てが対象である。事業者は、事務所則第4条により室温10℃以下の場合に暖房措置の義務を負い、空調設備或いは機械換気設備を有するときは、供給空気が図3の空気環境の調整7項目（以下、7項目）を満たす義務がある。その結果、室温が18℃以上28℃以下及び相対湿度40%以上70%以下になるように努めなければならない、とされる（事務所則第5条）。一方、建築物衛生法は、測定位置（室の中央）で7項目を「おおむね」満たす空気の供給を求めている（建築物衛生法施行規則第三条の二）。従って、給気（SA）は室内の測定点で7項目に合致するような品質の空気を供給すればよく、空調設備は、そのための補助装置として機能していればよい（すなわち、暖房時SA温度は40℃程度、冷房時は15℃といったことも生じうるし、CO₂濃度は、外

気濃度である場合とRA比率を増やす場合もあり得る）。以上をまとめると、この2つの法令による事務所の室内環境の差異は図4ようになる。従って事務所用途の建築物は、2つのルールの共通部分を設備仕様とすることが求められる。

C.1.4. 建築物衛生法に係る通知

建築物衛生法に係る通知（局長通知或いは課長通知）は令和7年12月時点で72存在する。その中には、水道法改正に伴う通知、事業者関連の通知が多い。建築物環境衛生管理基準（空気）に関係する部分では、基準値そのものを個別に通知するのではなく、空気調和設備等の維持管理及び清掃等に係る技術上の基準（平成15年平成15年3月25日厚生労働省告示第119号）や建築物環境衛生維持管理要領（平成26年3月31日最終改正、健発0331第30号）といったような全体的な内容改正の周知が多い。また、病原体関連では「レジオネラ対策（冷却塔）」が多くなっている。直近30年で、室内空気関連では15の通知が出されている（図5）。これ以外に事務連絡等があり、また、公式見解に係るWebページもある（例えば、特定建築物の定義に関するQ&A⁶⁾）。

特定建築物に指定されていない用途であっても不特定多数の人が使用する建築物は少なくない。また、新しい用途の建築物或いは装置、複合用途建築物になると、旅館業法や興行場法、公衆浴場法或いは食品衛生法などを適用するケースもあり判断が難しくなるが、健康リスクを個別に判断しQ&Aに追加しておくことが良いだろう。そのためには、判断に迷わない新たな基準（室用途や使用時間割合など）の策定等も将来的に考えてもよいだろう。HIAなどの包括的リスクアセスメント評価の実施や、判断に迷う場合は建築物衛生法第4条第3項により対応するといった判断が求められる。

C2.1. 報告・検査と監視手法

特定建築物の衛生環境が適正に確保されているかどうかの確認は、竣工前チェック（建築基準法第93条第5・6項保健所長通知）と竣工後のチ

ェック体制（報告徴収・立ち入り検査、建築物衛生法第 11 条）の 2 つに大別される。

まず、竣工前チェックについてである。竣工してからでは不具合を改善することは難しいため、設計段階から適切にその衛生環境に関する確認を受け、問題がある場合は早い段階でそれを是正しておく必要がある。そのために建築基準法第 93 条が規定されている。この規定は、特定行政庁、建築主事又は指定確認検査機関（以下、確認機関等）が、防火上のチェック（消防長或いは消防署長に通知し同意を得ること）と保健衛生上のチェック（保健所長に通知し、必要と認める場合において意見を述べるができる、建築基準法第 93 条第 6 項）を行える法的なしくみである。ただ、確認申請時にチェックしなければならない建築基準関係法令は、建築基準法施行令第 9 条に定められたものだけで 16 の法令（消防法、屋外広告物法、港湾法、高圧ガス保安法、ガス事業法、駐車場法、水道法、下水道法、宅地造成及び特定盛土等規制法、流通業務市街地の整備に関する法律、液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律、都市計画法、特定空港周辺航空騒音対策特別措置法、自転車の安全利用の促進及び自転車盗の駐車対策の総合的推進に関する法律、浄化槽法、特定都市河川浸水被害対策法）があり、このほかに都市緑地法、バリアフリー法、建築物省エネ法の 3 法令並びに条例と多岐に渡る。一方、建築物衛生法は残念ながら記載はない。建築主事並びに指定確認検査機関は、独自にチェックリストを作成しているところもあるが、3000m²以上の特定建築物の申請が毎年複数ある自治体はそれほど多くなく（場合によっては申請ゼロも少なくない）、保健所長通知が行われないことも少なくないというのが実態である。また、日常の監視指導を行っている環境衛生監視員が、図面情報を見てその室内空間や設備に問題を生ずるリスクがどの程度あるのかを的確に判断するのは難しい。大規模自治体では、建築物・建築設備に詳しい職員の配置、チェックリストの申請者への公開、事前相談制度などの対応をとっているところも少なくない。

C2.2. 衛生行政報告例における不適率と監視体制

竣工後の監視体制は次の通りである。まずは、特定建築物の衛生環境を管理する維持管理権原者（以下、権原者）の明確化、次に管理状態をチェックし必要に応じて指導（意見具申）する建築物環境衛生管理技術者（以下、管理技術者）の選任（法第 6 条）とその活動、そして最終的に保健所による監視指導（環境衛生監視員、施行規則第 21 条第 2 項）の実施という複数段階のチェック体制となっている。

図 6～8 に 2007～2024 年の特定建築物の管理項目ごとの不適率の推移を示す。空気管理項目では、相対湿度、温度、CO₂が高い。相対湿度はここ数年約 60%を推移している。温度は 2007～2012 年に増加、2012～2019 年が横ばいで 2019 年から再上昇し、直近で約 40%が不適である。CO₂は 20%前後で漸増していたが、2019 年から急激に低下し、近年再度上昇に転じている。COVID-19 でテレワークが進んだ影響といわれているが、温度の不適状況と合わせて考えると窓開けによる室温低下と換気量増加とも考えられ、原因は定かではない。浮遊粉じんの量、CO、気流、ホルムアルデヒドは 0%台（CO）から 2～3%台（気流）で問題は少ない。また、設備の維持管理では、排水受けの汚れ、閉塞状況の点検、加湿装置の汚れ点検（1 月以内ごと）、加湿装置の清掃（1 年以内ごと）の不適率が 10%を超えている。近年、問題になっている冷却塔関連は、汚れ点検、水管清掃の不適率が 5～8%となっている。環境省の調査では冷却塔は 19 万台程度だとすると、単純推計で 1 万から 1.5 万台程度の不具合が生じていることになる。貯水槽、貯湯槽、排水設備、ねずみ等防除に関しては微減傾向にあるが、近年の排水設備の清掃、貯湯槽清掃は 7～8%台の不適率、貯水槽の清掃は 1%以下である。図 9～図 15 は、令和 6 年度衛生行政報告例の主要な管理項目の不適率をマッピングしたものである。このうち、不適率の高い 3 項目についてみると、相対湿度の不適率（図 9）は北海道、東北 6 県、北関東で比率が高く、関東以西でも南九州まで含めて比率の高い地域がみられる。相対湿

度不適率が 80%を超えているのは、岩手県 87%、神奈川県 84%、静岡県 82%、愛知県 83%、香川県 84%である。温度不適率（図 10）に関しては、香川県 75%、岩手県 71%、広島県 66%等で高い。同様に二酸化炭素（図 11）は、滋賀県 40%、大分県 33%、岩手県 30%となる。岩手県が 3 項目とも高いことがわかるが、その要因までは不明である。図 16 は特定建築物施設数、報告徴収数、立入検査数を示す。都道府県＋政令市＋中核市の合計数でみた都道府県別の特定建築物数は、東京都 8684 件、大阪府 6871 件、神奈川県 5291 件、愛知県 4617 件、北海道 3988 件と続く。報告徴収数（特定建築物数に対する比率）は、秋田県 2006 件（321%）、岡山県 1711 件（164%）の 2 件が年に 2 回以上実施している施設があるとのことである。件数では、東京都 5608 件（65%）、大阪府 4914 件（72%）、北海道 3656 件（92%）が上位である。年立入検査数（特定建築物数に対する比率）（図 18）は、愛知 1340 件（29%）、神奈川県 1104 件（21%）、大阪府 1087 件（16%）、東京都 811 件（8%）となっている。報告徴収・立入検査と各項目不適率の関係については、衛生行政報告例だけでは判断できないところもあり、別途アンケート調査が必要である。

C3.1.加湿・除湿に関する空調制御の課題

空気管理基準では、室の代表点の相対湿度は 40～70%の範囲を満たすように制御しなくてはならない。供給外気の温湿度状態に応じて冬期は加湿装置が、夏期は除湿装置が必要となる。典型的な AHU の場合、冷却コイルで供給空気（OA＋RA）を冷却除湿する方式である。厳密な湿度管理は技術的に可能であるものの、省エネ性能を優先して除湿は成り行きとすることが多い。特に近年の ZEB 建築物では、外皮貫流熱の減少、LED 照明器具の採用、省電力 PC 等による内部負荷削減などにより再熱コイル能力を低く設定し、結果として除湿能力不足が生じてしまうケースが増加している。例えばデシカント空調や自己予冷自己再熱外調機はこうした問題の解決に寄与する。一方、加湿方式は、気化式（滴下式、透湿

膜式、エアワッシャ式）、蒸気式（電熱式、電極式など）、水噴霧式（超音波式など）に分類されるが、加湿方法に応じて湿り空気の温湿度状態が変化する点、また必要な湿度に加湿するためには取り入れ外気を予熱して飽和水蒸気圧を高めておく必要がある点など、いくつかの技術的注意点がある。蒸気式は予熱不要であるが、蒸気を作り出すためのエネルギーが必要で、ダクト内や室内での結露リスクや加湿量変動への追従などにも対応しなければならない。さらに気化式や超音波式などは微生物汚染のリスクも高いため、余裕をもった加湿は通常行わず、設計温湿度 22℃40%とするケースも多い。内部発熱や日射熱により 24～25℃程度の室温になるケースが多いが、この場合、当然のことながら相対湿度は 40%を下回ることになる。

個別分散型空調システムは、中央管理式空調システムのような加湿を行わないため別途、加湿装置を準備することが必要となる¹²⁾。除湿に関しては、パッケージエアコン（PAC）エレメントでの除湿に依存する成り行き制御が多くみられ、この場合も内部負荷が減ると除湿量も減少することから夏期高湿化の危険性が出てくる。ビル用マルチエアコンは組み込み制御により微調整する場合が多く、PI 制御やファジィ制御などのマイルドな温度調整は、余計に除湿量を減少させる原因となる。

建築物衛生法は施行令第 2 条で「空気調和設備を設けている場合は、空気を浄化し、その温度、湿度又は流量を調節して供給をすること。」と規定している。従って、加湿・除湿の機能が必ず備わっていることが条件であり、加湿・除湿システムを持たないシステムは空気調和設備に該当しないので、空気管理基準を順守しなくてもよい、と解釈されたこともある。この点については、2003 年に PAC＋熱交換換気システムも法律上の空気調和設備として扱うという解釈変更（通知）が行われている。中央管理式空調設備は加湿水供給やドレン排水処理は容易であるが、一方で個別分散空調である PAC システム、ビル用マルチ空調（VRF）システムはいずれも加湿装置はオプシ

ョン扱いが殆どである。個別室内機に対し給水管を施工するのは工事が煩雑化することに加え、地震時の漏水リスクもある。別途設けられる換気システムは、二酸化炭素濃度 1000ppm 以下を保つ必要があるため（つまり風量が大きいため）、熱交換型が一般に設置される。個別分散空調システムは 1980 年代から普及が始まっているが（PAC の生産開始は昭和 26 年より始まっている）、近年、主流になってきた大きな理由は、設定温度の変更や残業時或いは休日時の空調運転対応が容易である等のユーザーニーズに加え、1 台の室外機に接続できる室内ユニット数の増加（VRF システムの場合）、室外機の連結制御のほか、冷媒配管長及び高低差の自由度が大きくなったことの影響が大きい。図 15 は空気・調和衛生工学会竣工設備データベース（2013 年度から 10 年分の事務所用途, n=199）をまとめたものである。これを見ると 10000m² を超える大規模建築物は中央管理式空調方式が増えるものの、個別分散空調方式が全体の 70%弱を占めていることがわかる。

C3.2. 個別分散空調方式に関する空調制御の課題

個別分散空調を採用する特定建築物は、基本的に VRF システムを利用することになるが、2000 年代の DC ファンモーター、DC インバータ採用や 2010 年代以降の IoT・AI 技術の利用が進み、空調設備自体の省エネ化が飛躍的に向上している¹³⁾。今後もこの流れは進むと考えられ、建築物環境衛生管理基準もこうした流れを理解する必要がある（そうでなければ、環境衛生監視員は立入検査で不適を指摘する際、改善に向けた適切な指導ができない）。VRF システムは 1 つの室外機で複数の室内機を制御するため、長さの異なる複雑に分岐した冷媒配管の末端にある各室内機に分・秒単位の正確な冷媒流量を供給する必要があり、複雑な冷媒回路は組み込みコンピューターによる制御を行うことになる。一般的な VRF の室温制御は室内機の吸い込み空気温度で行うケースが多いが、室内代表点温度とずれていることも多いため、近年では室温センサーと吸い込み空気センサーの 2 点を測定しその室温偏差を常時なるべく小

さい値に保持するように PI 制御、Fuzzy 制御、AI 制御等が行われる。前述したように VRF システムのエネルギー最適化には、室内環境要素のセンシングが必須であり、制御項目に必要なデータと建築物衛生法が求めるデータが合致していれば、ログデータ或いは自動的なレポート作成も期待でき、2 か月以内に 1 回の現地有人検査は基本的に不要となるだろう。さらにスマートグリッドにおけるデマンドレスポンス制御や、系統ごとの最適制御ではなく、ビル全体の最適制御を目指した AI 技術の応用なども行われつつある。こうした内容については、室内環境の制御目標値（温湿度、空気質）、断熱気密性能、負荷特性（機器、在室密度等）を入力条件とし空調制御アルゴリズムを盛り込んだ、建物・空調システム連成熱負荷・室温湿度変動シミュレーションにより検討することが必要である。詳細については総合評価部会で検討を行う。

C.4.海外規格調査（オーストラリア建築環境評価システム NABERS）

世界には建築物環境性能を評価するツールは数多く存在する。NABERS もそうした環境評価システムのひとつである¹⁴⁾。NABERS は The National Australian Built Environment Rating System の略で、オーストラリア連邦政府（運営はニューサウスウェールズ州政府）が運用する建築物環境評価制度である。NABERS シリーズは、NABERS Energy（エネルギー）、NABERS Water（水）、NABERS Indoor Environment（IE：室内環境質）、NABERS Waste（廃棄物）、NABERS Carbon Neutral（カーボンニュートラル）がある。オフィス、ホテル、ショッピングセンター、データセンター、集合住宅、病院、高齢者施設、小売店などが対象である。エネルギーに関しては 1000m² 以上の建築物は結果を表示する義務があるが、IE レーティングに関しては任意である（政府系建物は IE レーティングが義務化されている）。不動産取引時には IE レーティングが求められることが多い。ファクトシートによると¹⁵⁾、オーストラリアのオフィススペースの

90%は NABERS で評価され、過去 20 年間の積算で 19.6 億オーストラリアドル（日本円で約 2018 億円）の節約と 1341 万 CO₂ トンの削減を達成しているという。

NABERS Indoor Environment の特徴は、運用時室内の温湿度、放射温度、CO₂ を 1 年間連続測定することが特徴である（連続測定は測定すべき期間のうち有効データが 90%以上必要である）。これら 3 項目の連続測定のほかに、PM10、ホルムアルデヒド、TVOCs、CO のほか、等価騒音レベル、水平面照度、主観者評価を含め 1 年に 1 回集中的に対象評価空間のスポット測定も実施する（評価には 3 日程度要する）。測定評価項目と基準値を表 4 に、測定箇所とセンサー個数を表 5 に、センサースペックを表 6 に示す。測定項目と基準範囲は ASHRAE、ISO、WHO、AS/NZS の規格・指針値を参照している。スタンドアロンデータロガーでも良いが、測定点が多いため基本的に IoT センサーシステムが利用されるケースが多い。センサー品質については、センサーの測定範囲、確度、分解能が規定化され、1 年に 1 回は NATA（National Association of Testing Authorities, Australia）の校正が必要である。建築物の熱湿気特性と時定数を踏まえれば、一定品質のローコストセンサーを用いた 10 分から 1 時間程度のサンプリングレートで十分であろう。センサーのドリフト問題は課題として残るが、例えば温度センサーのドリフト補正に確率的ニューラルネットワーク技術を適用することも可能である。ただ、この問題は空調機本体のセンサーにも同様に言えることである。従って将来的には建築物衛生の監視に特化したセンシングは不要ということになる可能性は高い。

スコアの算出方法は、温度、相対湿度などの基準範囲が定められている項目と CO₂ 濃度、CO 濃度のように基準値以下としなければならない項目とで異なる。範囲の場合は、基準範囲を満たしている割合を算出し、その値が評価項目の全体平均値と比較してレーティングスコアが決まる。例えば、9～17 時で年間 260 日の空調運転をした場合（2080 時間）、基準範囲内が 1800 時間であった

とすると算出されるスコアは 86.5 となる。基準値以下（以上）の測定項目は下限値及び上限値の幅のなかで算出する。カテゴリごとに複数の指標がある場合は、各々の項目でさらに重み係数を乗じる。そのスコアを Whole Building、Base building、Tenancy の用途毎の重み付けをして、最終的なスコアが求められる。こうした算出ルールはやや複雑であるが、基本的に算出シートに測定値を入力することで自動算出されるため、運用上の問題は少ない。このような評価レーティングを経て、次期 12 か月間の格付けが決定するしくみである。

D. 考察

D.1. 建築物衛生法の法運用及び監視体制

建築物衛生法第 1 条にあるように、公衆衛生の向上及び増進に資することを目的として、①多数の者が使用又は利用する建築物の維持管理に関して環境衛生上必要な事項等を定めること、②その建築物における衛生的な環境の確保を図ること、を規定している。

前者①に関しては、健康影響を生じさせ得る物理要素を明確にしながら、国際的な室内評価方法とも整合するような項目整理と、エビデンスに基づいた基準範囲の設定が必要であろう。健康障害に関連する建築物環境の物理要素は、温湿度、空気、光、音・振動などがある。特に呼吸器疾患や循環器疾患に影響を及ぼす空気質汚染物質は化学的要因と生物学的要因とがあるが、前者はガス状物質及び浮遊粒子状物質等が、後者はウイルスを含む浮遊微生物やレジオネラ属菌の細菌等がある。現行の評価項目（測定項目）は、浮遊粉じん、温度、相対湿度、CO₂、CO、気流であるが、この項目のままでよいのか否かの検討が必要である。労働安全衛生法・事務所基準規則で定めている照度、令和 3 年度検討会で継続検討課題となっている PM2.5、わが国では法的に定められていない必要換気量、温熱への影響が大きい放射温度（或いは PMV）は項目として追加検討を考えてもよいだろう。基準値範囲の検討では、CO₂ 濃度基準値（欧州規格は外気濃度基準として Δp

を3水準設ける)、或いは換気量基準を設けてCO₂濃度は測定しない(アメリカのASHRAE Standard 62.1)、相対湿度下限値の変更(海外では20~30%を下限値とする欧州等のほか、アメリカのように下限値を設けない国もある)は、健康影響の観点及び省エネルギーやイニシャルコスト、ランニングコスト、維持管理上の容易性などを勘案した総合的判断の是非を検討すべきであろう。

後者②は、誰がどのような方法で衛生的環境の確保を行うかであり、維持管理権原者側と監視指導側(保健所)の双方の課題がある。建物の維持管理はビルメンテナンス業者が1号から8号までのビル管理業務で外製する体制のもと(もちろん内製で実施してもよい)、特定建築物所有者に選任された建築物環境衛生管理技術者が維持管理権原者に意見をする仕組みが定められている。建築物衛生管理に関する検討会報告書(令和3年7月)⁷⁾において建築物環境衛生管理技術者の兼任の検討が行われ、令和4年度より業務遂行に支障がない場合に限り兼任が可能となり、管理技術者の効率的な配置が可能となっている。これまで3000m²以上の特定建築物を対象としていた大きな理由は、管理技術者の兼任ができないということであったが、ICT化、IoT化が進み、例えば、一人当たり10件程度のビルを総合的に管理できるようになれば、理論上は面積制限なく全ての特定建築物を監視指導できるようになる。昭和40年代や50年代はまだ事務処理へのパソコン利用は一般的ではなかったが、現在、パソコンで実施できない事務処理はほぼゼロに等しい。また、環境測定機器も1990年代前半に自動記録が可能な温湿度測定器に置き換わっており、気象庁も同時期にアスマン温湿度計から電子的データが取得可能な気象観測機器に変更になっている。測定法に関しては建築物衛生法施行令第2条及び施行規則第3条の2において定められているが、センシングとデータの扱いに関する政令・省令改正の検討が必要であろう。

センシングの観点では、温湿度センサー、CO₂センサー、COセンサー、照度センサー、圧力セ

ンサー、(振動計測用)加速度センサー、PM2.5センサーは、いずれもセンサー自体は数百円から数千円であり、エッジ端末も数千円から数万円で調達可能である。昭和40年代に比べるとはるかに高性能でローコストなセンサーが普及している。またこれらのセンサーはIoT技術を実装しているものも多く、多点連続測定に関しては将来的にも特段問題がないであろう(世界のIoTセンサー市場は、Fortune Business Insightsによると2024年で2410.6億米ドルと評価されており、今後も伸びていく分野として捉えられている)。また実際、NABERS Indoor Environmentでは、温湿度、CO₂の連続測定を義務付けている。粒子状浮遊物質に関しては、大気PM2.5は発がん物質であり健康影響があるというWHOの見解もあるものの、室内PM2.5に関しては十分な蓄積がない。室内発生源、屋外流入源の双方からの検討が必要である。中央管理式空調ではプレフィルター、中性能フィルターが標準化されており、これまでの研究でもI/O比は1を切っている事例が多いことから、外気要因に関しては特段問題があるようには思えない。また、健康増進法に基づき令和2年4月より多くの人が利用する施設において原則屋内禁煙となっていることから、喫煙に伴うPM2.5発生も考慮不要と考えられる。一方、インフルエンザウイルスや新型コロナウイルス、レジオネラ属菌をはじめとする細菌、真菌などの浮遊微生物は、感染症対策として重要であるものの直接測定のハードルは高い。PM2.5センサーはこうした浮遊微生物測定の代替として活用できる可能性がある。室内でのセンシング数はNABERSのように面積基準で個数と設置場所を決めているケースもあるが、温度むら等の生じる建物か否か、すなわち外皮断熱気密性能やペリメータゾーン比率、呼吸域換気効率(空気齢)、室内の特定の場所に特定汚染物質の発生が生じるか否かなどで判断してもよいだろう。

D.2.空調制御に関する課題

空調設備のうち、温度と空気質(風量)の制御は、個別機能を有する機器が家庭内でも必ず設置されているため、これらの機能についても一定レ

ベルの理解が得られている。一方、相対湿度は、加湿装置・除湿装置はあるものの成り行き制御となる場合が多く、暖冷房設備・換気設備と比較すると使用頻度も低い。また人間には湿度の感覚器はなく、その近くは主に温熱要素としての知覚と呼吸器粘膜乾燥や皮膚乾燥などを防止するため、冬期にポータブル加湿器が利用されることも多い。建築物衛生法では感染症予防の目的で加湿が位置付けられている。平成 14 年建築物衛生管理検討会報告書⁸⁾では、『相対湿度の下限値について、夏季は相対湿度が 40%以下になっても加湿の必要はない旨を規定する、冬季には衛生的環境の確保の観点からは 40%を維持すべきであるが、現状では換気装置の性能等に問題があり 30%を下回る極端な低湿度状態の建築物が少なからず存在している現状があることから、最低限確保すべき湿度として 35%を基準値とし、これを下回る低湿度状態の建築物に対する指導を重点的に行うことが望ましい、といった意見もある』ことが紹介され、『現時点においては、主としてインフルエンザウイルスの生存時間の観点から基準値の引下げを合理化する科学的知見は得られていないので基準値を改訂するには至らないが、現在、温湿度条件とインフルエンザウイルスの生存時間の関係についての再現試験が行われており、この結果が得られ次第、相対湿度の基準値を再検討することが適当であると考えられる。』とまとめている。しかし、平成 14 年のこの報告書以降、20 年経過しているが相対湿度に関しては特段基準改定の検討は進んでいない。一方、海外においても、相対湿度範囲基準値は、特に高湿側で微生物汚染に起因する呼吸器系疾患やアレルギーなどを防止する目的で定めている国も多い。2009 年に WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould¹⁶⁾が報告され、海外研究者による湿度研究や COVID-19 に合わせた相対湿度に関する検討が進んでいる¹⁸⁾。詳細は相対湿度部会の分担報告書に詳しいが、ここでは建築物環境衛生管理基準の観点で、相対湿度のあり方を考察する。2018 年の Wolkoff のシステムティックレビュー¹⁷⁾では、低湿度環境への長時

間暴露と室内空気質、眼球や気道の感覚刺激、ワークパフォーマンス、睡眠の質、ウイルス生存時間、発声障害等の影響など広範囲の文献をレビューし、そして空気質の知覚に関連する乾燥感と健康影響の 2 つに焦点を絞ってまとめている。感覚器が存在しない乾燥感の知覚は、発汗による濡れ、眼球乾燥、VOC や浮遊微粒子などの影響、埃っぽいという感覚等が原因であり、さらに低湿低温でウイルスの生存時間が長くなることは多くの研究で示されているが、最新のウイルス学でも低湿度と上気道感染との関係について未だ解明できていないことが述べられ、最終的に温度、湿度、ウイルス、エアロゾルが複合的に影響する微粒子の挙動や眼・気道への生理学的影響の解明が重要であると結論づけている。このほか、感染症の主たる発生個所となる気道についても触れておく必要がある。肺胞に達する空気は 37°C100%(絶対湿度 41.1g/kgDA)の空気であることが絶対条件である。室内環境側では 41.1g/kgDA もの絶対湿度に調整することはありえないため、呼吸時には必ず気道（鼻腔、咽頭、喉頭、気管、気管支）にて加湿が行われる。1 回の呼吸量を 500mL、1 分間の呼吸数を 16 回/分、肺容量 4000mL、呼出空気温度 35°C、相対湿度 100%と仮定すると、単純な物質収支式より気道における加湿量（経気道水分蒸散量）を推算できる¹⁸⁾。検討の結果、18°C40%の吸入空気温湿度条件の場合、呼吸容量に対し 18.07mg/L の加湿量となった。18°C～28°C、相対湿度 10～70%の範囲で試算した結果を基準条件 18°C40%における加湿量に対する比で表現したものが図 16 である。網掛けの部分が基準条件（18°C40%RH）よりも加湿しなければならない範囲である。例えば、22°Cであれば相対湿度 30%程度でも基準条件と殆ど変わらない。気道表面温度計算や物質伝達率等を見捨てているので、実態をどの程度再現できているかの検証は相対湿度部会等での検討が望まれる。

D.3.国内外の基準とその運用

B.4 では、全体的な枠組みの事例としてオーストラリア連邦政府の NABERS を取り上げた。NABERS の構成は、室内環境のみではなく、エ

エネルギー、水（供給量・水質）、廃棄物、カーボンニュートラルなど総合的な基準の一つとして定められていた。イギリスの BREAM やアメリカの LEED、WELL 等も、国家が法律で定めたしくみではないものの、UNEP-FI の活動に寄与するしくみとして位置づけられている。これらは、省エネルギー性や知的生産性、健康（Well-Being）などの向上を目的としているが、不動産価値を測るツール、すなわち B/C（費用便益分析）のツール或いは不動産投資の判断指標の位置づけにもなっている。一方、建築物衛生法では、そもそも B/C はスコープの範囲にはなく、あくまで公衆衛生上のリスク回避を重視することが重要である。

現状の建築物における公衆衛生上のリスクは、例えば産業革命時代のコレラ大流行やニューヨークや香港などの集合住宅での感染症（SARS、結核等）、ホテル・医療施設・高齢者施設のレジオネラ集団感染、シックハウス症候群、環境アスベストなどであり、直近では COVID-19 もその事例として取り上げてよいだろう。これらの事例は 24 時間滞在型施設に類する用途での発生が多いが、医療施設やクルーズ船などは使い方が類似しているものの特定建築物には該当せず、また法的枠組みが異なる（医療施設は医療法、クルーズ船は海上運送法）。COVID-19 の経験を踏まえて一部では建築物衛生法の特定建築物に高齢者施設や医療施設を含むべきという意見も聞かれるが（第 95 回日本衛生学会学術総会シンポジウム「ポスト COVID-19 の医療福祉施設における建築物衛生法の遵守」：2025/03/21 等）、現時点では学会レベルで個別に議論されているに過ぎない。今後の建築物環境衛生管理基準を見直す上で、建築物が原因で生じる公衆衛生上の懸念・課題については幅広く収集し、そのメカニズムを明らかにしておく必要があるだろう。

E. 結論

建築物衛生法の成立経緯とその運用、環境衛生監視員の監視体制（報告徴収、立入検査）、建築基準法で定められた保健所長通知などの制度的な観

点、また、実際の運用結果である衛生行政報告例における不適率分析、昭和 45 年に法律が制定されてからの技術的な進化（空調技術の進化、デジタル化に伴うデータ収集・整理・分析技術の高度化など）、建築物環境関連研究の進展や諸外国における当該分野の進展状況などについてとりまとめと課題整理を行った。以下に要点を列挙する。

- ・ 環境衛生監視員の監視体制については、第一に保健所長通知の運用、通常の見視指導の状況のほか、衛生行政報告例における不適率の状況について実態把握と課題整理をおこなった。東京都や札幌市、横浜市などではチェックリストの整備がされていて事前協議可能な体制を整備している自治体がある一方、3000m²を超える特定建築物の建設が年間で 1 棟もない自治体もあり、事前協議体制が必ずしも十分ではない実態が明らかとなった。また建築主事・確認検査機関側でも保健所長通知を行えていない実態も把握できた。
- ・ 図面情報から当該室内空間の衛生上の懸念点・リスクの程度を的確に示すことは難しく、これまでの監視指導を踏襲するのであれば、その能力養成も必要であろう。環境衛生監視員の図面審査能力の養成、また最新建築技術や建築設備技術の習得は、環境衛生監視員向けの養成訓練プログラムを実施している国立保健医療科学院の課題でもある。一方、BIM 確認申請が導入されつつある状況で、設計時の不具合は BIM 情報を AI 活用により発見し指導できる可能性は極めて高く、審査過程を保健所にゆだねる保健所長通知という現行制度を維持する必要性も少なくなる。建築基準法との役割分担を含めて検討する余地はあるだろう。
- ・ 特に事務所に關しては、建築物衛生法以外に事務所基準規則による規制も行われており、これらが完全に一致していない点も

課題であることを確認した。

- ・ 報告徴収・立入検査と各項目不適率の関係について分析を行い、地域的な差異を明らかにした。気象条件やこれまでの特定建築物或いは非特定建築物での実測事例から、どういう時期に何が原因で不適な状況が発生しているのかは把握しているものの、個別事情に関して衛生行政報告例だけでは判断できない。個々の自治体による「おおむね」の解釈の把握・理解が建築物環境衛生管理基準の検討には必要である。なお、地方自治の主体性を尊重しながらも、不適率を認知してからの保健所の指導体制等を含め標準化は必要であろう。こうした実態については、別途アンケート調査が必要である。
- ・ 測定法に関しては建築物衛生法施行令第2条及び施行規則第3条の2において定められているが、ICT、IoT技術が進展しているなかで、センシングとデータの扱いに関する政令・省令改正の再検討が必要である。
- ・ 特定建築物用途に限らず SARS、レジオネラ属菌、SARS-CoV-2 など集団感染事例は、広く収集・分析をしておく必要があるだろう。また、旅館業法や興行場法、公衆浴場法或いは食品衛生法など、保健所の所掌範囲でオーバーラップする業務についても、健康リスクの観点から整理しておくことは重要である。

建築物衛生管理のしくみについて、現状の課題と本研究の検討の方向性について検討した。次年度は、環境衛生監視員の法運用の実態（特に「おおむね」の解釈）、不適項目が存在する建築物への指導状況を把握すること、また労働安全行政（労働安全衛生法・事務所基準規則）、建築行政（建築物省エネ法、BIM化、不動産行政）、環境行政（環境配慮契約法、エコチューニング）、経済産業省の健康経営や知的生産性向上などのヘル

スケア産業政策などとのかかわりも整理する必要があるだろう。環境測定項目とセンシングに関する政令・省令改正の課題については、各部会で検討を実施する。また、特定建築物の用途拡大、面積要件の撤廃も視野にいて幅広く検討しておくことも重要であろう。

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

<引用文献・参考文献>

- 1) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律、昭和45年法律第20号
- 2) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令、昭和45年政令第304号
- 3) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行規則、昭和46年厚生省令第2号
- 4) 小林陽太郎：ビルディングの環境衛生基準に関する研究、昭和40年度厚生科学研究、昭和41年3月
- 5) 財団法人 ビル管理教育センター20年史、財団法人ビル管理教育センター、平成3年12月20日
- 6) 厚生労働省、特定建築物の定義に関する Q&A、
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seik>

- atsu-eisei12/index.html
- 7) 厚生労働省、建築物衛生管理に関する検討会
報告書、令和 3 年 7 月 30 日、
<https://www.mhlw.go.jp/content/11130500/000813283.pdf>
 - 8) 厚生労働省、建築物衛生管理検討会報告書、
平成 14 年 7 月、
<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2002/07/s0708-1.html>
 - 9) 建築基準法、昭和 25 年法律第 201 号、
<https://laws.e-gov.go.jp/law/325AC0000000201>
 - 10) 厚生労働省 労働安全衛生法・事務所基準規則、昭和 47 年労働省令第 43 号、
https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=74089000&dataType=0&pageNo=1
 - 11) 空気調和システムの設計・制御の高度化に関する調査研究、公益社団法人空気調和・衛生工学会空気調和設備委員会、空気調和システムの設計・制御の高度化検討小委員会、
R5/3/31
 - 12) ビル用マルチパッケージ型空調システム、公益社団法人 空気調和・衛生工学会、丸善、
平成 29 年 12 月
 - 13) 蜷川忠三．分散型ビル空調 IoT・AI 制御、
技報堂出版、2021 年
 - 14) NABERS、The Rules Indoor Environment
for Offices version 3.0 September 2025
 - 15) Nabers Annual Report 2023/24
<https://nabers.info/annual-report/2023-2024/major-achievements/> (2025/12/4 確認)
 - 16) WHO, guidelines for indoor air quality:
dampness and mould, 2009
 - 17) Peder Wolkoff, Indoor air humidity, air
quality, and health – An overview,
International Journal of Hygiene and
Environmental Health, 221, 376-390,2018
 - 18) Indoor air humidity special, The REHVA
European HVAC Journal. Volume:58,
issue:6, December 2021
 - 19) 本間義規．人と湿度、日本建築学会環境工学
委員会熱環境運営委員会第 53 回熱シンポジ
ウム、87-92、2024.9

表 1 衛生行政報告例 第 4 章生活衛生（空気環境・空気調和の衛生，飲料水の管理，その他）

空気環境・空気調和の調整	空気環境	ホルムアルデヒド量検査の実施有無，浮遊粉じん，CO，CO ₂ ，温度，相対湿度，気流
	空調設備の維持管理	冷却塔への供給水に必要な措置 加湿装置への供給水に必要な措置 冷却塔、冷却水の汚れ点検(1月以内ごと) 冷却塔、冷却水の水管清掃(1年以内ごと) 加湿装置の汚れ点検(1月以内ごと) 加湿装置の清掃(1年以内ごと) 排水受けの汚れ、閉塞の状況点検
飲料水の管理	飲料水の管理	遊離残留塩素の含有率の検査実施、遊離残留塩素の含有率 中央式給湯設備における給湯水の遊離残留塩素含有率の検査実施、中央式給湯設備における給湯水の遊離残留塩素含有率 水質検査実施、水質基準 中央式給湯設備における給湯水質検査の実施、中央式給湯設備における給湯水質基準 貯水槽の清掃 貯湯槽の清掃
	雑用水の管理	遊離残留塩素の含有率の検査の実施 遊離残留塩素の含有率 雑用水の水槽点検 水質検査実施 pH値、臭気、外観、大腸菌、濁度
その他		排水設備の清掃、大掃除、ねずみ等の防除、帳簿書類の備付け

「多数人利用建築物の衛生基準」

大都市地域への異常な人口集中とその解決を目的とした建築物の高層化，巨大化が進んでいる。これを利用する人間の存在する場所として，建築物内の環境衛生を維持することは重要な技術課題である。

1.衛生基準の設計に関する主要事項

建築基準法は建築物の敷地，構造，設備及び用途に関する最低の基準を定めている。しかし，その衛生基準の維持管理についても十分な考慮がはられなければならない。

- (1)給排水設備，空気調和設備，電気，ガスなどの安全衛生的な仕様，建築物の清掃，し尿処理，ねずみ，衛生害虫の駆除など，全般にわたる維持管理基準を設定すべきである。地下街については公共的地下道内の環境衛生の規制が必要である。
- (2)衛生的維持管理基準にみあった建築設計の基準を設定し，設計者，施工者に対し，必要な安全衛生上の点検項目を整備すべきである。
- (3)給排水工事基準その他については，関係当局が相協力してその整備を検討してゆく必要がある。
- (4)衛生的維持管理基準に関連する，機械・設備の水準を維持するため，機械設備の質的標準化を図るべきである。
- (5)騒音防止に対する建築構造を必要とする。
- (6)建築物の外部環境についても適宜検討する必要がある。

2.厚生行政において，当面取り上げるべき措置

建築物の管理者の責任を明確にすること。維持管理技術者の設置及び監視体系の強化，啓もうなどを実施すべきである。

- (1)維持管理技術者を早急に制度化すべきである。
- (2)建築物の維持管理業務を管理者から委託を受ける企業の業務の適正化を育成し，指導する必要がある。
- (3)一般国民に対する啓もうが必要。
- (4)規制には関係行政機関の密接な提携が必要，特に保健所における監視指導体制を整備する必要がある。

図 1 「多数人利用建築物の衛生基準」 答申概要

(ア)特定建築物の範囲の拡大

特定用途の範囲の追加拡大を検討するべきであるとして，例として共同住宅，病院，工場，寺院(礼拝堂)，空港ビル，駅舎，福祉施設(老人ホーム)等を挙げている。特定建築物のほかに「準特定建築物」という概念を導入して，管理基準の項目を限定して遵守させることを提案している。延べ面積 3000m²以下のビルに衛生的問題が多いので，3000m²の水準を引き下げることを検討すべきであるとしている。特定用途以外に供される部分の延べ面積が特定用途部分の延べ面積の 10%以上であるビルは特定建築物でないと定めた規定を再検討すべきである。

(イ)管理基準の見直し

現行の管理基準は①空気環境の調整，②給排水の管理，③清掃及びねずみ昆虫等の防除について定められているが，研究会意見として騒音防止や照明についても検討するよう求めている。現行の基準についても，国民の意識の変化，メンテナンス技術の水準，ビルオーナーの負担などに配慮して常に検討すべきものであり，その際，ビルの用途，設備の種類，地域性などに応じた基準があってもよいのではないかと提案している。①空気環境の調整については，臭気，空中浮遊微生物，有害ガスなどについて，ビルの用途や使用態様に応じて基準を定めるよう努力すること。現行基準は中央管理方式の設備を有する場合の基準であるが，別方式の場合の基準を定めるか，または何れの方式を問わず同一基準をすべての場合に適用するかを選択すべきである。③給排水の管理に関しては，特定建築物における簡易専用水道として管理されているものは，従前に比して管理上の改善が進んでいるが，依然として要注意のケースもあり，簡易専用水道以外のものに問題が多いことを考慮して管理基準適用範囲を拡大するよう求めている。

図 2 ビル管理研究会（金光克己座長）の建築物衛生法改正に向けた意見

表2 環境要素制御の目標値，推奨値および許容限度（厚労科研 S40（1965））⁴⁾

	目標値	推奨値	許容限度	備考	担当者
冬期温度		17-23℃ (昭和17年石川知福) 19.5-23.5℃ (女子工場, 労働化学 38(7), 1962)			
夏期温度		21-26℃(冷房あり) 22-24℃(冷房あり)	27℃(冷房なし) 23-27.5℃ (冷房なし, 女子工場, 阿久 津・三浦) 21-28℃ (冷房あり, 平山, 真許, Yaglou)	水平分布, 垂直分布に注意を払う。 冷房時の上下温度分布の許容限度は1.7℃, 暖房時で±2℃	小林陽太郎
湿度		55-70% 人体に対し夏は少湿、冬は多 湿が望ましい。	冬の最低限度35% 夏の最高限度70%	湿度についての基準を単独に期すことは意 味は少ないとの記述。	小林陽太郎
粉塵(計数法)			100 p/cc(清浄) 100-200(軽度発塵) 200-400(高度発塵) 400(如限度)	1000以下 (遊離ケイ酸分50%未満) 700以下 (遊離ケイ酸分50%以上) 労働省通牒	木村宏
粉じん(重量法)			5mg/m ³ 以下(中程度) 5-10 g/m ³ (許容度) 10-20 mg/m ³ (禁忌度) 20mg/m ³ 以上(危険度)	15mg/m ³ 以下 (遊離ケイ酸分50%未満) 10mg/m ³ 以下 (遊離ケイ酸分50%以上) 労働省通牒	木村宏
細菌	落下法 75P/m ³ 以下 (ほとんど人間に由来するもの) 100P/m ³ 以下 (そうでないもの) フィルタ法 2000P/m ³ 以下	フィルタ法 2000-10000p/m ³	フィルタ法 10000p/m ³ 以上 スリット法 1760p/m ³	落下法 (日本薬学会, 衛生試験法註解(1965)) フィルタ法 (佐守信男他, 日本衛生学雑誌12(5), 1957) スリット法 (R. B. Bourdillon他, Studies in Air Hygiene, 1948)	吉澤晋
CO	20ppm	20ppm	50ppm	ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienist), ICI(The Imperial Chemical Industries, Ltd.), 日本産業衛生協会許容濃 度向井の勧告値, ソ連の許容濃度	今野啓一
CO ₂	1000ppm	1500ppm	5000ppm		
ホルムアルデヒド	0.1 ppm	0.1 ppm	1 ppm		

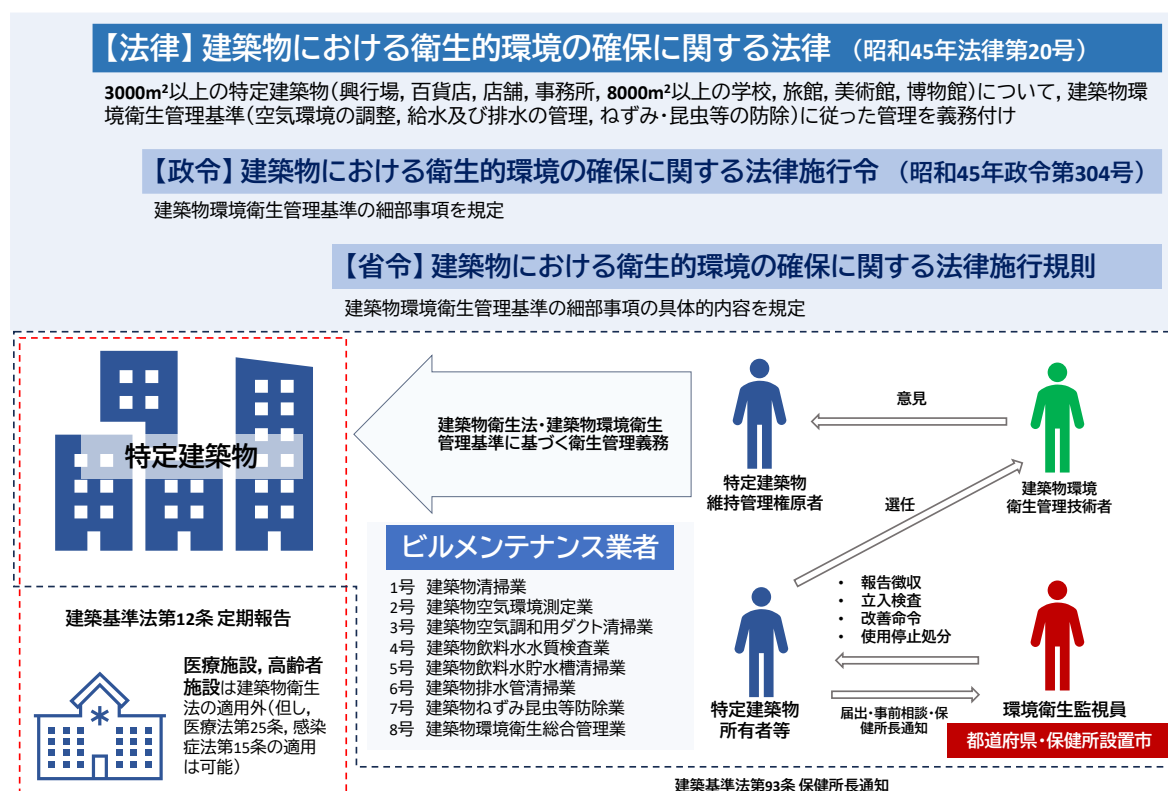


図3 建築物衛生法の全体像及び関連法令

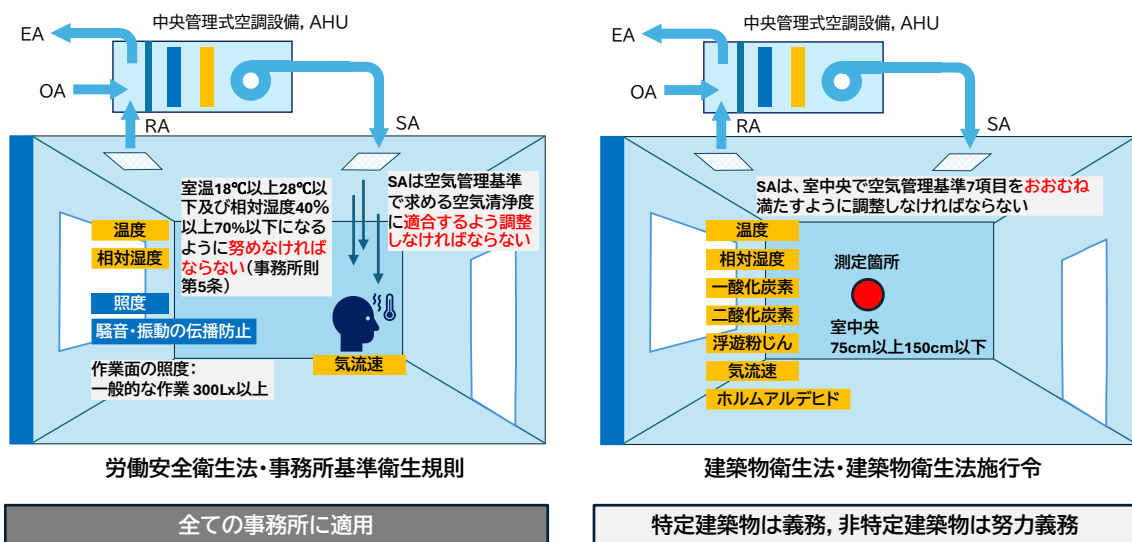


図 4 事務所基準規則と建築物衛生法との差異

件名	制定年月日	種別・番号
4・建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令の一部を改正する政令等の公布について	◆令和03年12月27日	生食発第1227001号
10・特定建築物に係る個別管理方式の空調設備の加湿装置及び排水受けの点検等について	◆平成27年03月31日	健衛発第331009号
14・今夏の電力需給対策に係る特定建築物の維持管理について	◆平成24年06月06日	健衛第606001号
19・建築物における衛生的環境の維持管理について	◆平成20年01月25日	健衛第125001号
22・建築物における維持管理マニュアルについて	◆平成20年01月25日	健衛発第125001号
23・レジオネラ症防止対策の周知等について〔建築物における衛生的環境の確保に関する法律〕	◆平成19年10月30日	健衛発第1030001号健感発第1030001号
26・ホルムアルデヒドの量の測定に関する留意事項の変更について	◆平成15年10月07日	健衛発第1007003号
27・建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令の一部を改正する政令等の施行に関する留意事項について	◆平成15年03月14日	健衛発第314002号
28・建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令の一部を改正する政令等の施行について	◆平成14年12月26日	健衛第1226006号
32・建築物におけるねずみ、こん虫等の防除における安全管理について	◆平成13年08月22日	医業発第909号健発第855号
33・「技術上の基準(告示)に規定する別に定める基準」及び「建築物環境衛生維持管理要領」の一部改正について	◆平成13年04月27日	健衛第511号
34・室内空気中化学物質の室内濃度指針値及び標準の測定方法について	◆平成12年06月30日	生衛発第1093号
35・建築物等におけるレジオネラ症防止対策について	◆平成11年11月26日	生衛発第1679号
36・飲食店等の施設基準について	◆平成10年04月17日	衛食第48号
37・建築物における冷却塔等の衛生確保について	◆平成08年09月13日	衛企第113号

図 5 直近 30 年における室内空気関連の通知

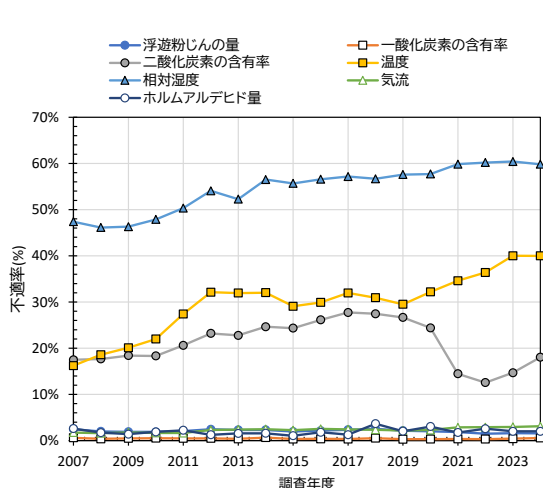


図 6 空気管理項目の不適合率 (2007～2024)

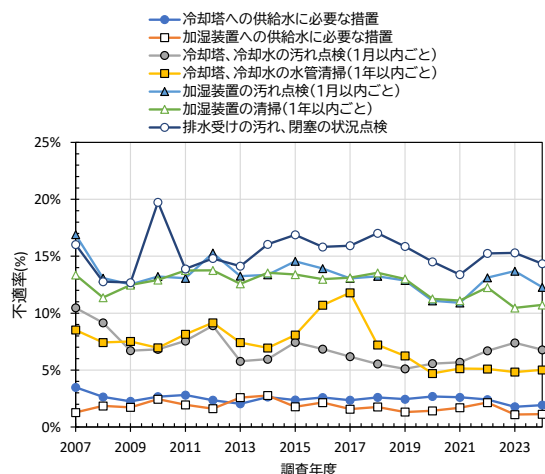


図 7 空調装置の維持管理に関する不適合率

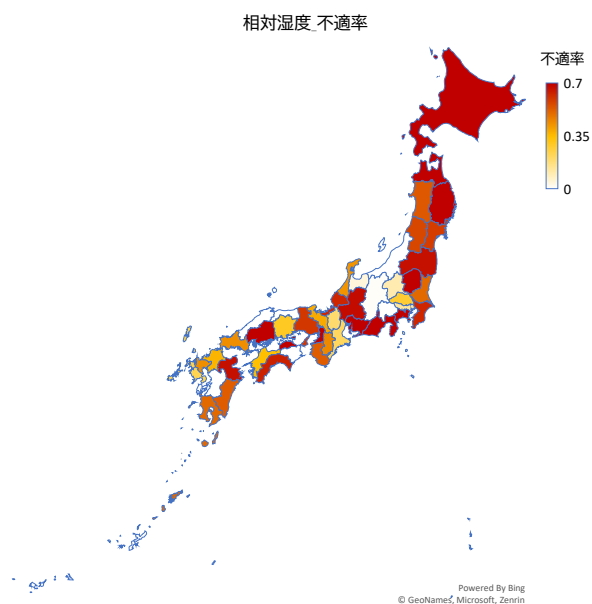


図 8 相対湿度不適率の全国分布（2024）

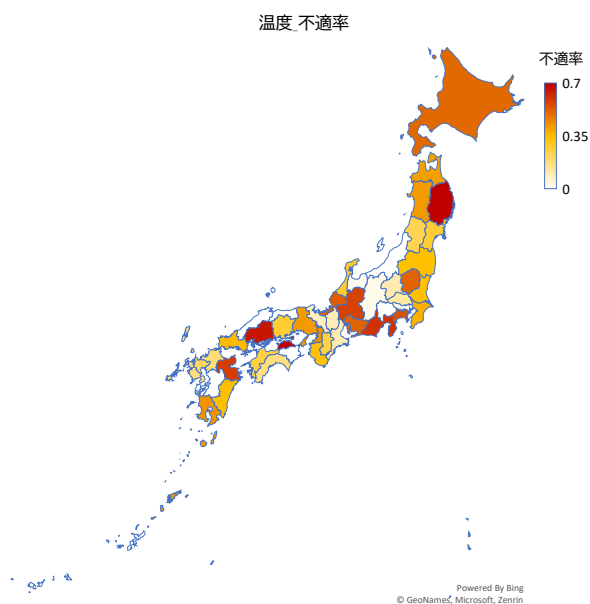


図 9 温度不適率の全国分布（2024）

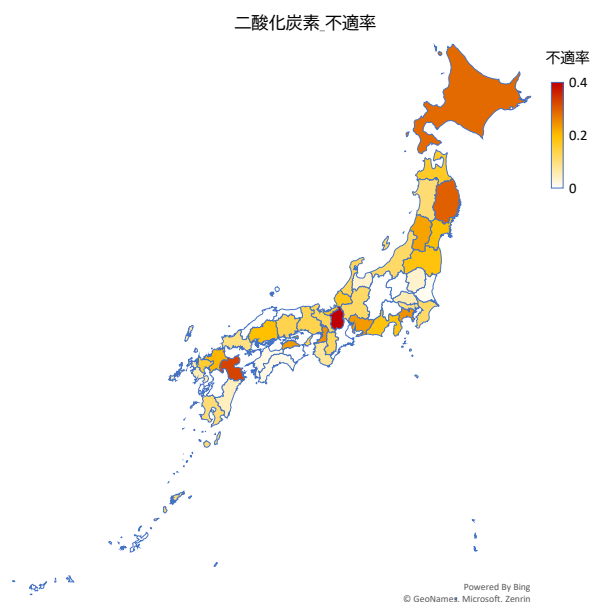


図 10 CO₂ 不適率の全国分布（2024）

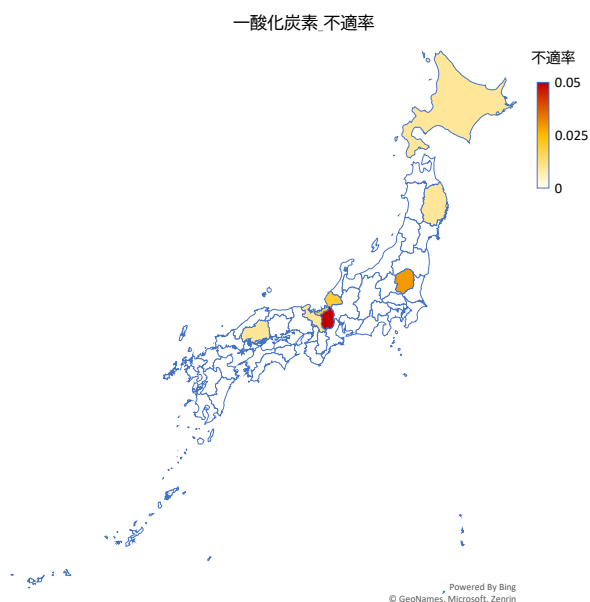


図 11 CO 不適率の全国分布（2024）

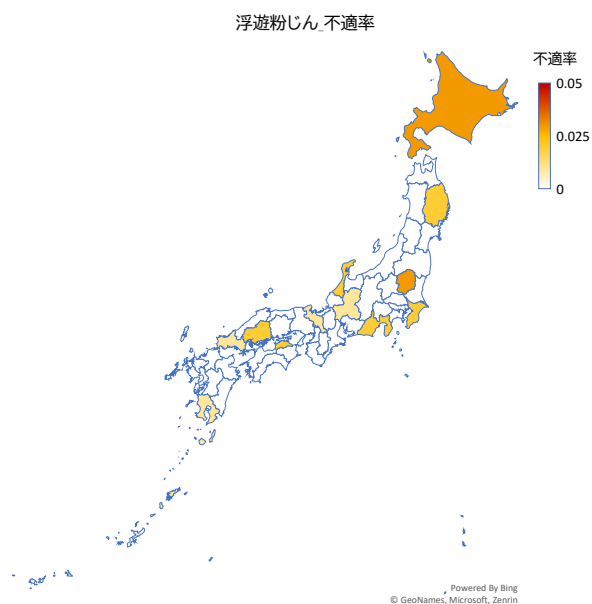


図 12 浮遊粉じん不適率の全国分布（2024）

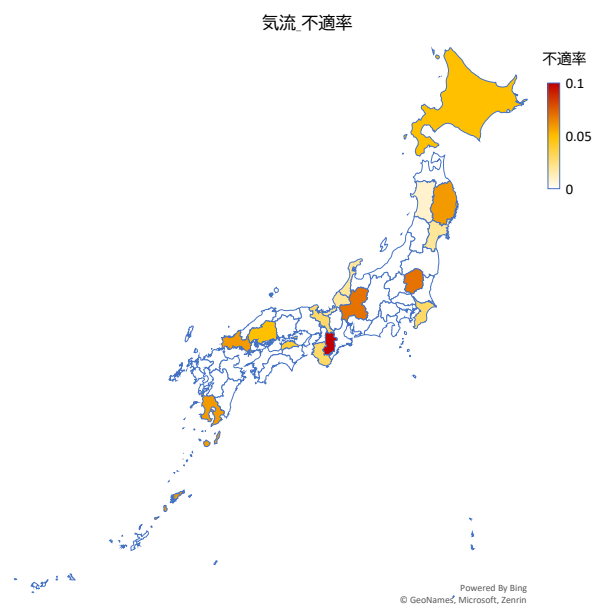


図 13 気流不適率の全国分布（2024）

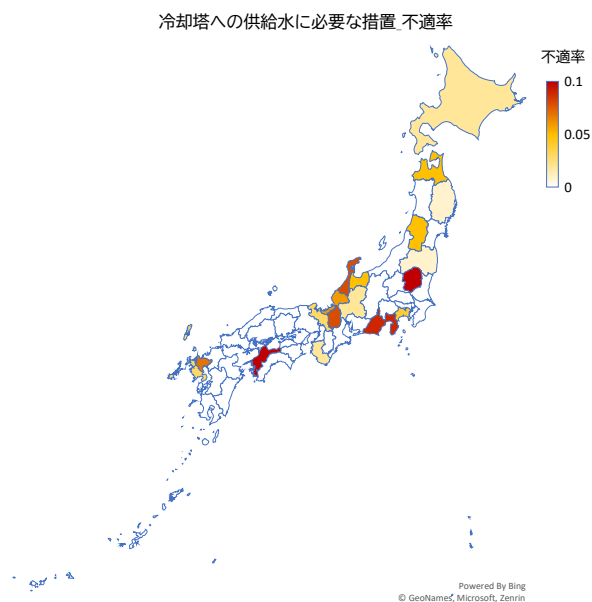


図 14 冷却塔への供給水に必要な措置に係る不適率の全国分布（2024）

表3 都道府県別報告徴収及び立入検査、管理技術者の状況（都道府県＋政令市＋中核市合計）

都道府県	特定建築物	報告徴収数	報告徴収率	立入検査	立入検査率	建築物環境衛生管理技術者数	充足数
北海道	3988	3656	0.92	618	0.15	3945	0.99
青森県	745	0	0	168	0.23	741	0.99
岩手県	689	339	0.49	75	0.11	689	1
宮城県	1848	392	0.21	167	0.09	1846	1
秋田県	624	2006	3.21	13	0.02	622	1
山形県	617	0	0	66	0.11	617	1
福島県	1210	278	0.23	365	0.3	1193	0.99
茨城県	1002	4	0	168	0.17	1000	1
栃木県	891	0	0	84	0.09	890	1
群馬県	904	15	0.02	37	0.04	902	1
埼玉県	2087	0	0	100	0.05	2087	1
千葉県	2329	180	0.08	713	0.31	2327	1
東京都	8684	5608	0.65	811	0.09	8667	1
神奈川県	5291	2564	0.48	1104	0.21	5288	1
新潟県	1178	666	0.57	19	0.02	1178	1
富山県	677	0	0	159	0.23	677	1
石川県	859	426	0.5	59	0.07	859	1
福井県	439	36	0.08	95	0.22	428	0.97
山梨県	379	0	0	12	0.03	362	0.96
長野県	1243	0	0	118	0.09	1243	1
岐阜県	682	626	0.92	65	0.1	677	0.99
静岡県	2069	572	0.28	399	0.19	2063	1
愛知県	4617	2351	0.51	1340	0.29	4613	1
三重県	612	0	0	13	0.02	609	1
滋賀県	510	16	0.03	69	0.14	510	1
京都府	1752	0	0	282	0.16	1752	1
大阪府	6871	4914	0.72	1087	0.16	6847	1
兵庫県	3059	1844	0.6	231	0.08	3045	1
奈良県	478	0	0	47	0.1	478	1
和歌山県	428	210	0.49	153	0.36	428	1
鳥取県	380	0	0	7	0.02	380	1
島根県	380	0	0	7	0.02	380	1
岡山県	1045	1711	1.64	79	0.08	1044	1
広島県	1908	1242	0.65	56	0.03	1907	1
山口県	562	232	0.41	82	0.15	561	1
徳島県	207	0	0	2	0.01	200	0.97
香川県	631	476	0.75	41	0.06	631	1
愛媛県	703	83	0.12	110	0.16	703	1
高知県	387	0	0	54	0.14	386	1
福岡県	3494	2500	0.72	313	0.09	3468	0.99
佐賀県	283	0	0	55	0.19	283	1
長崎県	730	144	0.2	209	0.29	722	0.99
熊本県	797	0	0	11	0.01	797	1
大分県	544	18	0.03	53	0.1	543	1
宮崎県	478	21	0.04	90	0.19	478	1
鹿児島県	638	398	0.62	22	0.03	631	0.99
沖縄県	793	0	0	19	0.02	793	1

都道府県＋政令市＋中核市合計

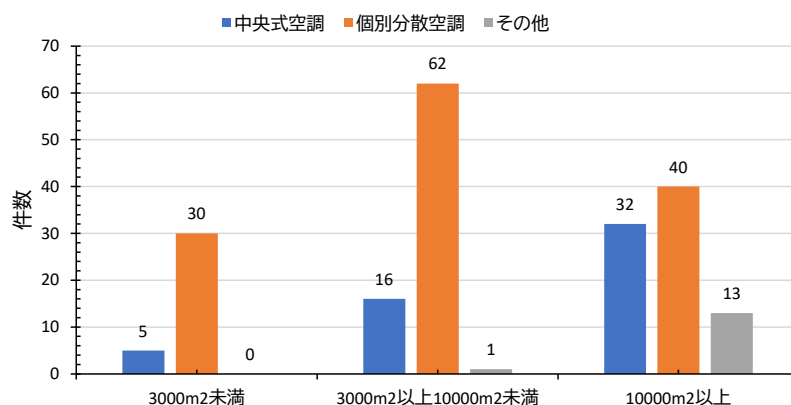


図15 床面積区分ごとの空調方式（空気調和・衛生工学会竣工設備データベース 2013～2023，事務所）

表 4 NABERS Indoor Environment の評価項目と基準範囲

評価項目	基準範囲	主な参照規格・指針	
温度	21.0～24.9℃	範囲	ASHRAE 55
相対湿度	30～70%	範囲	ASHRAE 55
放射温度(PMV)	±0.5	以下	ISO 7730
CO2濃度	1,000 ppm	以下	ASHRAE 62.1
一酸化炭素 (CO)	9 ppm	以下	ASHRAE 62.1
PM10(24h平均)	50 µg/m3	以下	WHO / NEPM
ホルムアルデヒド	100 µg/m3	以下	WHO
TVOCs(イソブチレン換算)	500 µg/m3	以下	NHMRC / WELL / LEED
等価騒音レベル	40～45 dB(A)	範囲	AS/NZS 2107
光環境(照度, 主観評価)	320Lx	以上	AS/NZS 1680
グレア(UGR)	19	以下	AS/NZS 1680
演色性(CRI)	80 Ra	以上	AS/NZS 1680

ANSI/ASHRAE Standard 55-2023, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

ISO7730:2025 Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria

ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2025 Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality

WHO global air quality guidelines

NEPM :National Environment Protection (Ambient Air Quality) Measure

National Health and Medical Research Council

AS/NZS 2107:2016 Acoustics - Recommended design sound levels and reverberation times for building interiors

AS/NZS 1680:2009 Interior lighting - Safe movement

表 5 評価すべきフロア数と評価対象フロアのセンシング箇所数

Occupied office floor area (m ²)	Occupied office floors (numbers)	Number of occupied floors to be sampled	Average floor area (m ²)	Sampling points per floor
≤2000	≤3	1	≤500	2
≤5000	≤8	2	≤900	3
≤10000	≤15	3	≤2000	4
≤20000	≤25	4	>2000	5
≤40000	≤35	5		
>40000	>35	6		

表 6 センサースペック

Parameter	Attribute	Range	resolution	Accuracy
Thermal services	Space temperature(spot measurements)	At least 5-50℃	at most 0.1℃	within ±0.6℃
	Space temperature(Annual measurements)	At least 10-40℃	at most 0.1℃	within ±0.5℃
	Mean Radiant Temperature	At least 5-50℃	at most 0.1℃	within ±0.6℃
	Relative Humidity	At least 5-95%	at most 1 %	within ±5%
	Air Speed	At least 0.01-2m/s	at most 0.01m/s	within ±3%
Indoor air Quality	Ventilation Effectiveness(CO ₂)	At least 20-3000ppm	at most 1ppm	within ±50ppm
	PM10	At least 0.001-20mg/m ³	at most 0.001mg/m ³	within ±5%
	Formaldehyde	At least 20-2000ppb	at most 1ppb	
	TVOCs	At least 10-2000ppb	at most 1ppb	
	CO	At least 0-30ppm	at most 0.1ppm	within ±3%
Acoustic comfort	Ambient sound Levels	At least 20dB to 100dB	at most 1 dB	within ±2dB
Lighting	Horizontal illuminance	At least 20-20000lux	at most 10 lux	within ±5 %

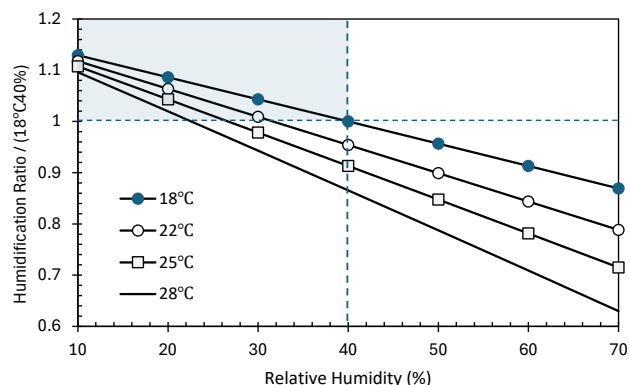


図 16 18℃40%時経気道水分蒸散量基準における 18～28℃及び 10～70%RH の範囲における蒸散量比

令和 7 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)
分担研究報告書

温熱部会：温熱と健康等に関する室内環境・知的生産性の評価システムの検討

研究分担者	東 賢一	近畿大学医学部教授
研究分担者	高田 暁	神戸大学大学院教授
研究分担者	西原直枝	日本女子大学准教授
研究分担者	下ノ藺慧	国立保健医療科学院建築・施設管理研究部研究員

研究要旨

本章では、諸外国の室内温熱基準に関する調査を行った。2018 年の世界保健機関のガイドライン以外では、アメリカの ASHRAE、フィンランド環境省、中国、カナダ・トロント公衆衛生局、イングランド公衆衛生局（現、英国保健安全保障庁）、イギリスウェールズ州で温熱の基準を設定していた。特にトロントの基準は、トロントにおける外気温と死亡率及び救急医療の増加との関係から室内の温熱基準を導出していた。イングランド公衆衛生局とウェールズ公衆衛生局では、室温と疾患や症状との関係を報告した研究論文のシステマティックレビューを行い、冬期の室温の基準を勧告していた。さらに今年度は、室内温度と健康に関する最新の文献検索を新たに行った。

2 節では、室内環境と健康影響に関する論文レビューとして、PubMed を利用して室内空気温度と健康影響（呼吸器系疾患、心疾患、熱中症）に関する文献 20 編を調査・整理した。SBS のリスクが有意に高くなる空気温湿度範囲や室内空気温度の MMT (Minimum Mortality Temperature) を算出している文献など、健康影響に及ぼす温度の閾値が示されている 6 編についてその閾値も整理した。

3 節では、オフィス環境を中心に、国内外の知的作業効率に温熱環境が与える影響についての研究動向を整理した。室内温熱環境と知的作業効率について、PubMed 及び Scopus を用いて 2010～2025 年を対象として検索を行い、7 件の Review 論文を選定した。暑すぎるあるいは寒すぎる室温が知的作業効率の低下に影響することは共通認識が得られているが、その具体的な最適温度あるいは適正な温度範囲については統一した見解が得られていないことがわかった。近年では、特定の 1 点に最適温度があると想定した逆 U 字モデルよりも、人間の適応能力を適切に割り当てることで知的作業効率が比較的安定して維持され、一定の快適範囲であれば効率が維持されるという拡張 U 字モデルを支持する複数のレビュー論文が発表されていることが明らかとなった。

4 節では、室内環境の測定法に関し、ASHRAE（米国暖房冷凍空調学会）、CIBSE（英国建築設備技術者協会）、ISO（国際標準化機構）、REHVA（欧州の空調・換気設備に関する学協会）のほか、国独自に規格を設定していたシンガポール、マレーシアの規格をレビューし、①空気環境の基準と②空気環境の測定法を整理した。ASHRAE、CIBSE、ISO、REHVA は建築物衛生法の空気環境の基準ならびに空気環境の測定法と大きく異なる結果であった。一方、マレーシアの規格は建築物衛生法に類似したものであった。

5 節では、建築物における共有空間の扱いに関して検討を行った。近年の建物では、共用空間で空調が行われている。建物全体が一つの会社のオフィスというケースでは、執務を行う場所の多様化、自由化が進んでいることから、共用空間で執務する機会も増加していると考えられる。温熱環境の測定例を既往の文献で検索したところ、共用空間の温熱環境を直接評価した研究は非常に少なかった。一方、共用空間の温熱環境を重要項目として挙げているというアンケート結果の存在も確認された。特定建築物の共用空間の温熱環境の測定および評価が課題であることを明らかにした。

2-1 温熱基準の整理と文献レビュー(東 賢一)

A. 研究目的

建築物における衛生的環境の確保に関する法律(建築物衛生法)、昭和50年と平成14年の2回の大改正以来、大きな見直しが行われていない。平成14年には建築物環境衛生管理基準の見直しについて言及があったものの、現在も未解決のものが少なくない。

令和3年度に開催された建築物環境衛生管理に関する検討会では、同管理におけるICTの活用、PM_{2.5}及び二酸化炭素濃度の環境衛生管理基準や特定建築物に対する延床面積の面積要件の見直しなどの課題が示されている。また、建築物環境衛生管理基準においては、温度、相対湿度、二酸化炭素濃度において、管理基準に対する不適合率が高い状態が継続している。

これらの状況を鑑みると、建築物において衛生的な環境を確保するうえで、建築物環境衛生管理基準の適正化や適切な管理方法の明示などが必要と考えられる。

本分担研究では、建築物室内における温度の基準に関して、国際機関や諸外国の基準を調査するとともに、室内温度と健康に関する文献調査を行った。

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

建築物室内における温度の基準に関して、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うものであり、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

C1. 世界保健機関(WHO)のガイドライン

WHOが2018年11月に住宅と健康のガイドラインを公表しており、その中で寒さ(cold)と暑さ(heat)のガイドラインを公表している。

本のガイドラインでは、室温の低下により血圧の上昇がみられ、循環器疾患のリスクが高まること、また、慢性閉塞性肺疾患(COPD)や小児の喘息のリスクが上昇することが過剰な寒さによる健康影響としてあげられた。そこで、室内の寒冷による健康影響を防止するために十分な室温を確保すること、具体的な室温としては、温暖または寒冷な気候の国では寒冷期の室温として18℃以上を推奨することがガイドラインとして勧告された。なお、建物における断熱に関しては、断熱手段によって断熱効果が異なるため、具体的な断熱手段までは勧告せず、寒冷期を有する地域では効果的で安全な断熱手段を導入することがガイドラインとして勧告された。

室温18℃以上の勧告については、高齢者、小児、慢性疾患(特に循環器疾患)を有する居住者等の高感受性集団に対しては、長期間の影響等に関してさらに科学的知見を充実すべきであることから、18℃よりも高い温度が必要となるかもしれないことが補足されている。

室内での過剰な暑さでは、睡眠障害、循環器疾患、血圧上昇のリスクが高まるとし、外気温が高い地域では室内における過剰な暑さを防ぐための対策をとることがガイドラインとして勧告された。なお、過剰な暑さに関しては、住宅の室温と健康影響を直接評価した質の高い研究が極めて少なく、具体的な室温を勧告するには至らなかった。

C2. 諸外国における室内温熱環境基準

ASHRAE(アメリカ暖房冷凍空調学会)が温熱快適性を指標として、住宅の室温として19.4℃~27.8℃(67°F~82°F)を勧告している。

フィンランド環境省は、建築基準法において、建物の室温は居住者にとって快適であるべきで、悪影響を及ぼすべきではないとしたうえで、暖房期の室温の設計値21℃を設定している。

中国では国家環境保護総局が夏場22~28℃、

冬場 16～24℃の室内空気質基準を設定している。

カナダ・トロント公衆衛生局では、トロント市法 497 章（暖房）において、9 月 15 日～6 月 1 日の間は住居内の全てのエリアにおいて、最小温度を 21℃に維持管理するよう求めている。また、629 章（不動産の基準）において、6 月 2 日～9 月 14 日の間は、室内温度を 26℃以下に維持管理するよう空調機器を稼働させるよう求めている。夏期の最大温度 26℃の基準に関しては、カナダのトロント公衆衛生局が 2015 年 6 月に集合住宅における暑熱による健康リスク低減の検討を進め、トロントにおける外気温と死亡率及び救急医療の増加との関係から 26℃の最大基準を 2015 年 11 月に導出している（図 4-1）。

イングランド公衆衛生局（現、英国保健安全保障庁）は、夏期の猛暑における備えとして、6 月 1 日～9 月 15 日までの間、高齢者が居住する介護施設や医療機関では、室温を 26℃以下に維持するよう求めている。また、住宅における冬期の室温については、適切な着衣で座りがちな生活の居住者では、健康リスクを最小限に抑えるために少なくとも 18℃に室内を暖房するよう勧告している。日中 18℃以上の室温を維持することは、特に 65 歳以上の高齢者には重要で、乳幼児突然死症候群（SIDS）のリスク低減にも寄与すると述べている。また、夜間 18℃以上の室温を維持する（十分な寝具、寝間着、ブランケット、補助暖房器具を使用することとあわせて）ことは 65 歳以上の高齢者の健康を守るには有益であろうと述べている。

室温と疾患や症状との関係を報告したシステムティックレビューがイングランド公衆衛生局とウェールズ公衆衛生局から公表されている。いずれも主として血圧との関係を取りまとめている。

これらのシステムティックレビューの結果を踏まえて、英国保健安全保障庁では、冬期の室温として 18℃以上を勧告している。Welsh Government（ウェールズ政府）は、2021 年にリビングは 21℃、その他の部屋は 18℃（60 歳以上の人がいる場合、リビングは 23℃）を勧告していたが、この勧告値が最新のエビデンスに

沿うかどうかを目的にレビューしており、レビューの結果、従来の勧告値を維持している。

C3. 室内温度と健康に関する文献調査結果

ウェールズ公衆衛生局が室温と疾患や症状との関係を報告したシステムティックレビューの結果を 2022 年に公表しており、この結果をまとめた。

また、欧州の知人とともに、室内温度と人の健康等に関する文献レビューを実施し、2021 年に国際雑誌で公表した。温度に関しては、WHO の住宅と健康のガイドラインで推奨温度が示されている。健康影響を指標とした場合（WHO の住宅と健康ガイドライン）以外では、労働生産性に対する適正温度の推奨範囲は 22～24℃と報告した。

新たな文献レビューとしては、寒さについては 2022 年 2 月のウェールズ公衆衛生局以降、暑さについては 2015 年 1 月の WHO 以降の文献を Pubmed で検索した。検索式は、ウェールズ公衆衛生局と WHO のシステムティックレビューの検索式を参考とした。検索は 2026 年 3 月 11 日に実施した。寒さについては 476 件、暑さについては 897 件の文献が抽出された。これらの文献の評価については、次年度に実施予定である。

D. 総括

諸外国の室内温熱基準に関する調査を行った。世界保健機関は 2018 年に公表した住宅と健康ガイドラインの中で、過剰な寒さと過剰な暑さに関するガイドラインを公表しているが、それ以外の諸外国の動向としては、アメリカの ASHRAE、フィンランド環境省、中国、カナダ・トロント公衆衛生局、イングランド公衆衛生局（現、英国保健安全保障庁）、イギリスウェールズ州で温熱の基準を設定していた。特にトロントの基準は、トロントにおける外気温と死亡率及び救急医療の増加との関係から 26℃の最大基準を導出していた。イングランド公衆衛生局とウェールズ公衆衛生局では、室温と疾患や症状との関係を報告した研究論文のシステムティックレビューを行い、冬期の室温の基準を勧告していた。さらに今年度は、室内温度と健康に関する最新の文献検索を新たに行った。

E. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 東 賢一. 諸外国における中規模建築物の維持管理動向—欧州連合の TAIL スキーム—. ビルと環境 第 195 号, 13-21, 2026.

2. 学会発表

- 1) Azuma K. Indoor air quality and health effects in modern office buildings. 2025 年室内環境学会学術大会国際シンポジウム, 北九州国際会議場 (北九州), 2025 年 12 月 3 日.

F. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

予定なし

詳細データ

C1. 世界保健機関（WHO）のガイドライン

WHO では近年、環境における不均衡または不平等（environmental inequality）の問題に取り組んでいる。このような問題は、健康における不均衡や不平等をもたらす。特に WHO は、住宅における不衛生や不安全的な状態を重要な問題と位置づけている。住宅における主要な健康リスクは、衛生状態が十分ではない地域では、害虫媒介感染症、水系感染症、空気感染症（結核など）、自然災害後の建築物で生じる感染症など、伝染性疾患（Communicable diseases: CDs）が主要な健康リスク要因であった。しかし近年は、喘息、慢性閉塞性肺疾患、その他の呼吸器疾患、循環器疾患（心血管系疾患、脳血管障害）、悪性腫瘍、肥満のまん延（小児含む）、傷害、生活福祉、精神保健などの非伝染性疾患（Noncommunicable diseases: NCDs）が主要な健康リスクとして取り上げられている。

表 1－1 WHO の住宅と健康のガイドラインの要約（寒さと暑さのみ抜粋）

要因	勧告内容	勧告の レベル	健康影響等
過剰な寒さ	・ 寒冷による健康影響を防止するため十分に室温を確保する ・ 温暖または寒冷な気候の国では、寒冷期の室温として 18℃以上を提案する	強	・ 呼吸器疾患の増悪（慢性閉塞性肺疾患[COPD]、小児の喘息） ・ 血圧上昇（循環器疾患）
	寒冷期を有する地域では、効果的で安全な断熱手段を導入する	条件付き	
過剰な暑さ	外気温が高い地域では、室内における過剰な暑さを防ぐための対策をとる	条件付き	睡眠障害、循環器疾患、血圧上昇、死亡（外気温）

WHO: WHO Housing and Health Guidelines. World Health Organization, Geneva, 2018.

WHO の住宅と健康のガイドラインのうち、寒さと暑さに関するガイドラインの要約を表 1－1 に示す。室温の低下により血圧の上昇がみられ、循環器疾患のリスクが高まること、また、COPD や小児の喘息のリスクが上昇することが過剰な寒さによる健康影響としてあげられた。そこで、室内の寒冷による健康影響を防止するために十分な室温を確保すること、具体的な室温としては、温暖または寒冷な気候の国では寒冷期の室温として 18℃以上を推奨することがガイドラインとして勧告された。なお、建物における断熱に関しては、断熱手段によって断熱効果が異なるため、具体的な断熱手段までは勧告せずに、寒冷期を有する地域では効果的で安全な断熱手段を導入することがガイドラインとして勧告された。室温 18℃以上の勧告については、高齢者、小児、慢性疾患（特に循環器疾患）を有する居住者等の高感受性集団に対しては、長期間の影響等に関してさらに科学的知見を充実すべきであることから、18℃よりも高い温度が必要となるかもしれないことが補足されている。

室内での過剰な暑さでは、睡眠障害、循環器疾患、血圧上昇のリスクが高まるとし、外気温が高い地域では室内における過剰な暑さを防ぐための対策をとることがガイドラインとして勧告された。なお、過剰な暑さに関しては、住宅の室温と健康影響を直接評価した質の高い研究が極めて少なく、具体的な室温を勧告するには至らなかった。表 1－2 及び表 1－3 に、過剰な寒さや暑さに対する今後の研究に関する WHO の勧告を示す。

表 1－2 過剰な寒さに関する今後の研究

項目	今後の研究に関する勧告
全体	・発展途上国、特にアフリカ地域における研究 ・一時的な極度の寒さ（ピーク温度）、慢性的な寒冷曝露（長期間の平均的な低温状態）、累積的な寒冷曝露を考慮した曝露／反応の関係 ・断熱に関する研究では、より質の高い研究デザイン（無作為化臨床試験 RCT、外気温・換気・熱の利用・熱効率などの交絡因子の調整、断熱性を独立して評価、自己申告以外の客観的な健康指標）
対象集団	・全集団が対象、特に高齢者、小児、慢性疾患を有する居住者などの長時間在室者で寒さによる健康影響の経験を有するもの ・寒さによる健康影響の閾値が異なるかどうか（18℃が全集団に適切かどうか）
介入	・室内温度を健康なレベルにするための政策や介入に関する研究（断熱材の設置、耐候性の向上、ソーラーパネル等を利用した暖房の改善など） ・介入の効果に関する比較研究
アウトカム	・室内温度／死亡・疾病、循環器疾患、喘息、慢性閉塞性肺疾患（COPD）、感染症、うつ病 ・相対湿度や換気量も考慮

表 1－3 過剰な暑さに関する今後の研究

項目	今後の研究に関する勧告
全体	・住宅の室内温度と健康を直接評価した質の高い研究（外気温の研究が多く、室内温度の研究はほとんど無い） ・一時的な極度の暑さ（ピーク温度）、慢性的な暑熱曝露（長期間の平均的な高温状態）、累積的な暑熱曝露を考慮した曝露／反応の関係
対象集団	・全集団が対象、特に高齢者、小児、女性、肥満、慢性疾患を有する居住者などの長時間在室者で暑さによる健康影響の経験を有するもの ・熱による健康影響の閾値が異なるかどうか
介入	・室内温度を低下させる手段を用いた介入研究（換気、室内温度の低い住宅への移動、その他）
アウトカム	・死亡・疾病、特に循環器疾患、血圧、呼吸器症状、睡眠障害、熱中症、異常高熱、脱水症

C2. 諸外国における室内温熱環境基準

1) ASHRAE (アメリカ暖房冷凍空調学会)

ASHRAE Standard 55-2017 において、温熱快適性を指標として、住宅の室温として 19.4℃～27.8℃ (67°F～82°F) を勧告している (ANSI/ASHRAE, 2017; ASHRAE, 2022)。

2) フィンランド環境省

環境省 (Ministry of the Environment) の住宅建築局 (Housing and Building Department) が所管している建築基準法 (National building code) の 1009/2017 Decree of the Ministry of the Environment on the Indoor Climate and Ventilation of New buildings に温熱環境基準が規定されている (ME, 2017)。これは建物を対象とした法律である。建物の室温は居住者にとって快適であるべきで、悪影響を及ぼすべきではないとしたうえで、暖房期の室温の設計値 21℃を設定している。

3) 中国

国家環境保護総局 (State Environmental Protection Administration: SEPA)、衛生部 (Ministry of Health)、国家品質監督検査検疫総局 (General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine) の3つの行政機関が共同で室内空気質基準 (GB/T18883-2002) を 2002 年 11 月 19 日に公布した (SEPA, 2002)。この基準は 2003 年 3 月 1 日に施行された。住宅とオフィスの室内空気質に対する評価に適用され、室内空気質基準、室内空気試料採取、モニタリング方法が規定されている。この基準のうち温熱環境に関わる基準を表 1-4 に示す。

表 1-4 室内空気質基準 —温熱環境因子のみ抜粋—

項目	単位	基準	備考
室温	℃	22-28 (夏)	夏の空調
		16-24 (冬)	冬の暖房
相対湿度	%RH	40-80 (夏)	夏の空調
		30-60 (冬)	冬の暖房
気流速度	m/s	0.3 (夏)	夏の空調
		0.2 (冬)	冬の暖房
風量	m ³ /(h・人)	30	

4) カナダ・トロント公衆衛生局

トロントでは、トロント市法 (City of Toronto by-law) 497 章 (暖房) において、9 月 15 日～6 月 1 日の間は住居内の全てのエリアにおいて、最小温度を 21℃に維持管理するよう求めている (Landlord shall ensure that a minimum air temperature of 21 degrees Celsius is maintained in all areas of the dwelling unit from September 15 in each year to June 1 in the following year.)

(Toronto, 2018)。また、629 章 (不動産の基準) において、6 月 2 日～9 月 14 日の間は、室内温度を 26℃以下に維持管理するよう空調機器を稼働させるよう求めている (All air-conditioning systems shall be operated from June 2 to September 14 so as to maintain an indoor temperature of not more than 26 degrees Celsius.) (Toronto, 2021)。

夏期の最大温度 26℃の基準に関しては、カナダのトロント公衆衛生局が 2015 年 6 月に集合住宅における暑熱による健康リスク低減の検討を進め、トロントにおける外気温と死亡率及び救急医療の増加との関係から 26℃の最大基準を 2015 年 11 月に導出している (図 1-1) (Kenny et al., 2019; Toronto, 2015)。

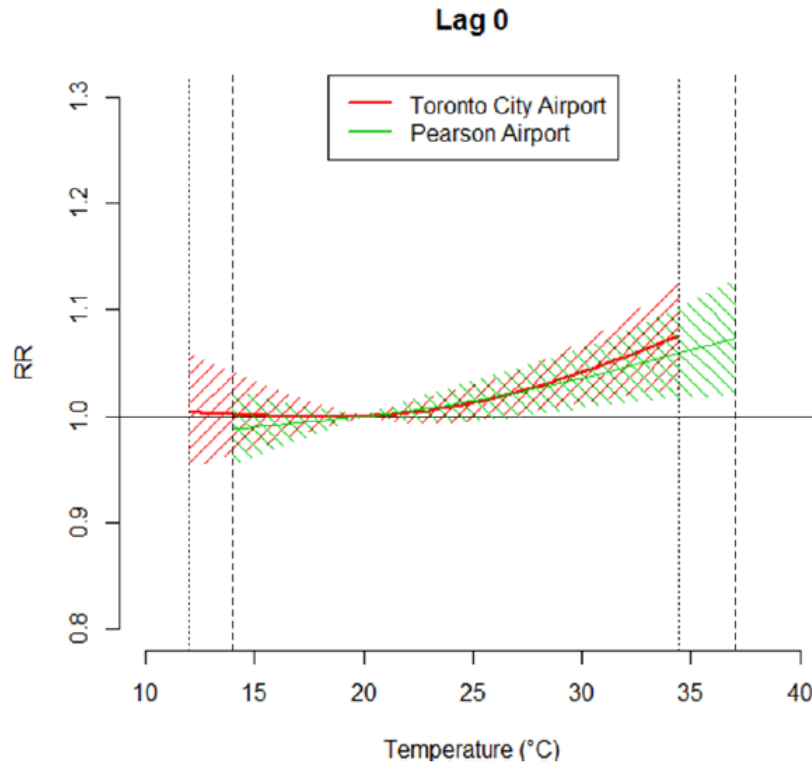


図1-1 1996年～2010年（6～8月）のトロントにおける最大温度と死亡リスク（事故を除く）

5) イギリス（イングランド、ウェールズ）

イングランド公衆局（PHE）は、イングランドの夏期の猛暑における備えとして、6月1日～9月15日までの間、高齢者が居住する介護施設や医療機関では、室温を26℃以下に維持するよう求めている（PHE, 2018）。また、英国保健安全保障庁（2021年にPHEから組織改編された公衆衛生機関）（UKHSA）は、住宅における冬期の室温については、適切な着衣で座りがちな生活の居住者では、健康リスクを最小限に抑えるために少なくとも18℃に室内を暖房するよう勧告している（UKHSA, 2021）。日中18℃以上の室温を維持することは、特に65歳以上の高齢者には重要で、乳幼児突然死症候群（SIDS）のリスク低減にも寄与すると述べている。また、夜間18℃以上の室温を維持する（十分な寝具、寝間着、ブランケット、補助暖房器具を使用することとあわせて）ことは65歳以上の高齢者の健康を守るには有益であろうと述べている。

室温と疾患や症状との関係を報告したイングランド公衆衛生局（現、UK Health Security Agency（英国保健安全保障庁））、ウェールズ公衆衛生局（Public Health Wales）から公表されている。

イングランド公衆衛生局は、室温の低さが健康に与える影響を系統的にレビューしており、ランダム化比較試験2件、コホート研究2件、ケースコントロール研究1件、横断研究15件からの結果をまとめている（PHE, 2014）。成人（16～64歳）では、18℃以下の室温は高い血圧と関係することが示されており、この結果は高齢者にもあてはまる可能性があるとしている。

ウェールズ公衆衛生局は、ウェールズで推奨されている室温の指標（リビングは21℃、その他の部屋は18℃（60歳以上の人がいる場合、リビングは23℃））が最新のエビデンスに沿うかどうかを検討することを目的にレビューしており、血圧との関連について、抽出された4本の観察研究全てで低い室温と高い血圧の有意な関連が認められたと報告している（Janssen H et al. 2022）。上昇する収縮期血圧は研究によって異なり、室温が10℃低下するごとに上昇する収縮期血圧は2.2～8.2mmHgであったと報告している。また、若年成人と比べて高齢者が、男性と比べて女性が寒い室温に影響を受けやすい可能性があるとして報告している。さらに2つの介入研究は、観察研究の結果

を支持するものであり、室温を上げることで血圧が低下したと報告している。

これらのシステマティックレビューの結果を踏まえて、英国保健安全保障庁（UK Health Security Agency）（UKHSA, 2015）と Welsh Government（ウェールズ政府）（Welsh Government, 2021）は以下のガイドラインを勧告している。

表 1－5 イギリスの行政機関における室温に関するガイドライン

行政機関	名称	推奨
UK Health Security Agency	Cold weather plan for England	18℃以上 日中の推奨：18℃の閾値は、65 歳以上で基礎疾患のある人々にとっては特に重要である。18℃より少し高めの室内温度設定が、健康に良いだろう。1-64 歳の健康な集団に対してもこの閾値は当てはまる。もし適切な服装で身体活動量も確保できるのであれば、18℃以下でも問題はなさそうである。 夜間の推奨：18℃の閾値は、65 歳以上で基礎疾患のある人々にとっては特に重要である。十分な量の寝具類、寝間着、保温性の高い毛布、暖房器具などを必要に応じて使用すべきである。1-64 歳の健康な集団に対しては、適切な寝具、寝間着、ブランケット、ヒーター等を使用している場合は、この閾値の重要性は低い。
Welsh Government	Tackling fuel poverty 2021 to 2035	リビングは 21℃、その他の部屋は 18℃（60 歳以上の人がいる場合、リビングは 23℃） （平日は 24 時間ごとに 9 時間、週末は 24 時間ごとに 16 時間、上記の温度を保つ）

<参考文献>

ANSI/ASHRAE (2017) Standard 55: 2017, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. ASHRAE, Atlanta.

ASHRAE (2022) What are the recommended indoor temperature and humidity levels for homes? (92). ASHRAE Technical FAQ. ASHRAE, Atlanta.
<https://www.ashrae.org/File%20Library/Technical%20Resources/Technical%20FAQs/TC-02.01-FAQ-92.pdf>

Janssen H et al. (2022) Cold homes and their association with health and well-being: a systematic literature review. Wrexham: Public Health Wales NHS Trust.

Kenny GP, Flouris AD, Yagouti A, Notley SR. (2019) Towards establishing evidence-based guidelines on maximum indoor temperatures during hot weather in temperate continental climates. Temperature (Austin) 6(1):11–36. doi: 10.1080/23328940.2018.1456257.

ME (2017) 1009/2017 Decree of the Ministry of the Environment on the Indoor Climate and Ventilation of New Buildings. The National Building Code of Finland. <https://ym.fi/en/the-national-building-code-of-finland>

PHE (2014) Minimum home temperature thresholds for health in winter – A systematic literature review. Public Health England.

PHE (2018) Heatwave plan for England: Protecting health and reducing harm from severe heat and heatwaves. PHE publications gateway number: 2015049, Public Health England,

London.

UKHSA (2021) The Cold Weather Plan for England Protecting health and reducing harm from cold weather. UKHSA publications gateway number: GOV-10048, UK Health Security Agency, London.

UKHSA (2015) The Cold Weather Plan for England Protecting health and reducing harm from cold weather. UK Health Security Agency.

Toronto (2015) Update on Extreme Heat and Maximum Indoor Temperature Standard for Multi-unit Residential Buildings. STAFF REPORT ACTION REQUIRED HL8.5. Toronto Public Health.

Toronto (2018) TORONTO MUNICIPAL CODE CHAPTER 497, HEATING. May 24, 2018.

Toronto (2021) TORONTO MUNICIPAL CODE CHAPTER 629, PROPERTY STANDARDS. December 17, 2021.

State Environmental Protection Administration (2002) Indoor Air Quality Standard, GB/T18883-2002

Welsh Government (2021) Tackling fuel poverty 2021 to 2035 A plan to support people struggling to meet the cost of their domestic energy needs. Welsh Government.

C3. 室内温度と健康に関する文献調査結果

1) ウェールズ公衆衛生局の文献レビュー

ウェールズ公衆衛生局が室温と疾患や症状との関係を報告したシステマティックレビューの結果を 2022 年に公表しており、図 1 - 2 のようにまとめている。

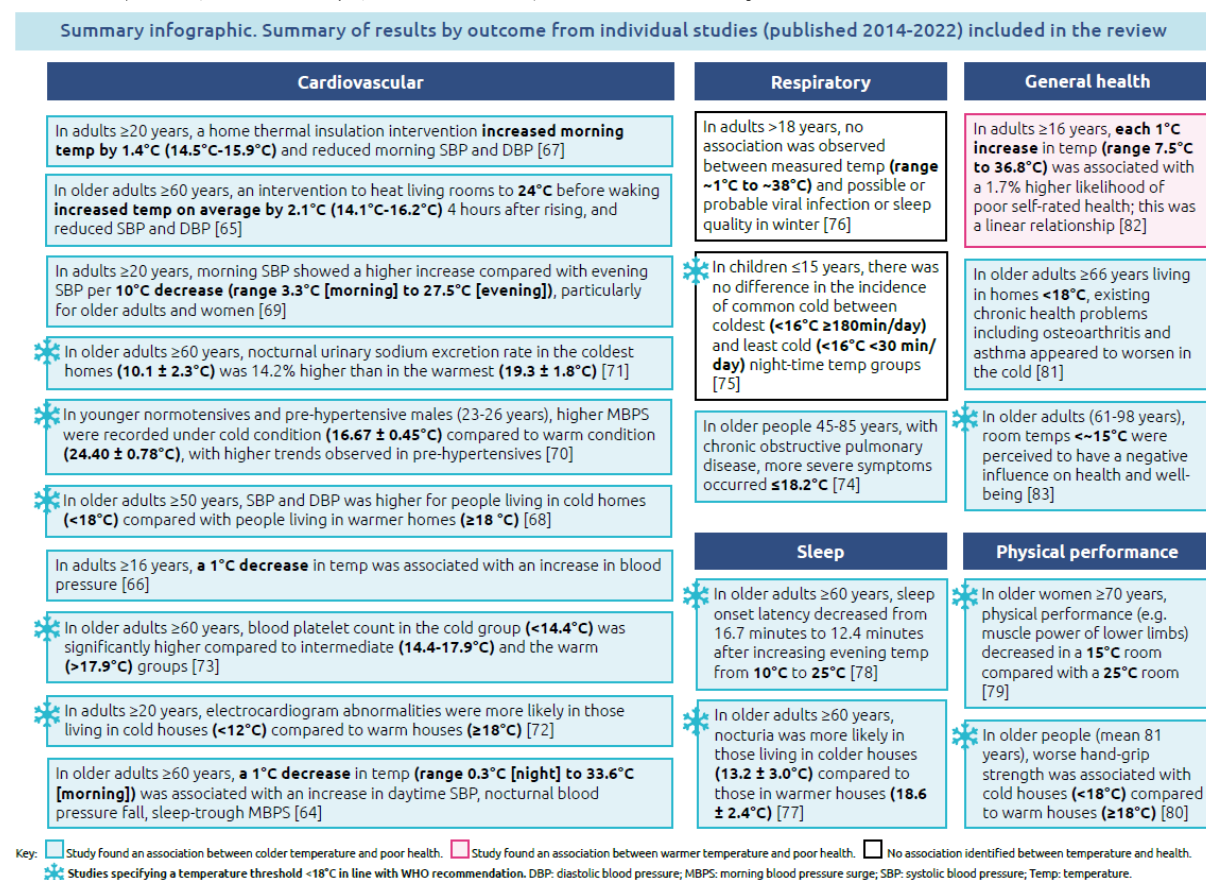


図 1 - 2 温度と疾患や症状との関係に関する文献レビューのまとめ

本レビューでは、20 の文献が抽出された。これらの研究では、寒い住宅と、心血管系 (n=10、血圧、塩分摂取量 (血圧と関連)、心電図異常、血小板数)、呼吸器系 (n=3、慢性閉塞性肺疾患 (COPD) の症状および呼吸器ウイルス感染症)、睡眠 (n=3、夜間頻尿および入眠潜時 4)、身体能力 (n=2、下肢の筋力および握力)、および全般的な健康状態 (n=3、寒さが健康に及ぼす認識された影響および自己評価による健康状態) に関する健康結果との関連性が調査された。

20 件の研究のうち 17 件の研究で、寒い室内温度への曝露が健康指標への悪影響と関連していることが示された。これらの研究の半数以上 (n=11) は、18℃未満の特定の温度閾値以下での健康影響を調査しており、調査対象温度の範囲は 10℃から 17.9℃であった。研究では、さまざまな集団で寒い家での生活により血圧が上昇することが報告されていた。しかし、これらの生理学的変化は研究間で異なり、そのような変化の潜在的な健康への影響については、室内温度と心血管疾患リスクとの関連性など、さらなる研究が必要とされた。

高齢者や慢性的な健康問題を抱える人は、寒い家の悪影響を受けやすいことが報告されている。高齢者の身体能力 (転倒および転倒に関連する傷害) は室内の寒冷曝露後に低下することが示唆された。18.2℃以下の室内温度は、COPD 患者の症状の重症度増加と関連していた。健康な成人および小児集団では、家庭内での寒冷曝露とウイルス感染の症状の間に有意な関係は認められなかった。

総じてこの文献レビューからのエビデンスは、寒い家 (すなわち 18℃未満) での生活が健康と幸福感への悪影響と関連していることを示唆していた。このエビデンスは、2014 年にイギリス公衆衛生局 (PHE) が行った文献レビューの結果と一致した。

2) 分担研究者らによる文献レビュー

欧州の知人とともに、温度と人の健康等の関係に関する文献レビューを実施し、2021 年に国際雑誌で公表した (Wolkoff et al., 2021)。温度に関しては、WHO の住宅と健康のガイドラインで推奨温度が示されている。健康影響を指標とした場合 (WHO の住宅と健康ガイドライン) 以外では、労働生産性に対する適正温度の推奨範囲は 22~24℃と報告した。以下に温度と健康に関する調査結果の概要を示す。

(1) 眼への影響

ヒト曝露試験では、眼表面が温度の直接的な影響を受けることが示された。涙液蒸発速度、非侵襲性涙液破壊時間、および角膜前涙液層の脂質層厚は、温度上昇 (5℃~25℃) に伴い増加した。このことは、ドライアイや眼表面疾患の症状を引き起こす可能性があることを示唆している。例えば疫学研究では、気温上昇がドライアイ疾患やアレルギー性結膜炎の増悪と関連していることが示唆されている。

(2) 呼吸器への影響

動物実験では、26℃/10℃のサイクルの変動および温度低下 (30℃~20℃) への曝露が気道炎症に直接影響し、喘息を増悪させる可能性があることが示されていた。ヒト研究では、高室内温度が急性上気道症状と関連していることが示唆されていた。呼吸器疾患、喘息、慢性気道閉塞は、より低い平均温度への長期曝露と関連していた。一方、高齢者の呼吸器疾患と慢性気道閉塞は、より高い平均室内温度への長期曝露と関連していた。これらの疾患は、有病率が最も低かった基準温度と比較して、18℃および 30℃で増加した。慢性閉塞性肺疾患 (COPD) および喘息の患者では、低温の室内温度がそれぞれ呼吸器系の症状を増加させ、肺機能に影響を与えることが示されており、最低の室内温度は 18℃であることが示唆されていた。

(3) 心血管への影響

寒冷期に温帯気候の地域で実施されたいくつかの疫学研究では、室内温度の低下が血圧の上昇と関連していることが示されており、最低室内温度は 18℃であることが示唆されていた。寒冷期の高齢者において、低室内温度 (14.35℃以下) と高室内温度 (17.92℃超) との間における有意かつ独

立した関連が観察された。高室内温度は心血管疾患による死亡の潜在的な原因となる可能性があり、高血小板数との関連は、低室内温度（14.35℃以下）と高室内温度（17.92℃超）との間に有意かつ独立した関連が認められた。

3) 新たな文献レビュー

寒さについては2022年2月のウェールズ公衆衛生局以降、暑さについては2015年1月のWHO以降の文献をPubmedで検索した。検索式は、ウェールズ公衆衛生局とWHOのシステマティックレビューの検索式を参考とした。検索は2026年3月12日に実施した。寒さについては279件、暑さについては763件の文献が抽出された。これらを統合すると959件の文献が抽出された。これらの文献の評価については、次年度に実施予定である。

Pubmed search date: 2026.3.12

Publication dates: from February 1 2022

#1: (Cold OR “indoor temperature”) AND (Indoor OR building OR home OR dwelling OR house OR housing)

#2: “Myocardial infarction” OR coronary OR “heart attack” OR stroke OR angina OR “blood pressure” OR hypothermia OR COPD OR “chronic obstructive pulmonary disease” OR asthma OR bronchitis OR “respiratory disease” OR dementia OR “mental health” OR depression

#3: #1 AND #2

279 results

Publication dates: from January 1 2015

#4: (Heat OR “indoor temperature”) AND (Indoor OR building OR home OR dwelling OR house OR housing)

#5: “Myocardial infarction” OR coronary OR “heart attack” OR stroke OR angina OR “blood pressure” OR hypothermia OR COPD OR “chronic obstructive pulmonary disease” OR asthma OR bronchitis OR “respiratory disease” OR dementia OR “mental health” OR depression

#6: #4 AND #5

763 results

統合結果

#7: #3 OR #6

959 results

<参考文献>

Janssen H et al. (2022) Cold homes and their association with health and well-being: a systematic literature review. Wrexham: Public Health Wales NHS Trust.

Peder Wolkoff, Kenichi Azuma, Paolo Carrer. (2021) Health, work performance, and risk of infection in office-like environments: the role of indoor temperature, air humidity, and ventilation. Int J Hyg Environ Health 233:113709. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113709.

2-2 室内環境と健康影響に関する論文レビュー (下ノ菌慧)

A. 研究目的

建築物における衛生的環境の確保に関する法律（以降、建築物衛生法）では、興行場、百貨店、事務所、学校等の用に供される建築物で、当該用途に供される部分の延べ面積が 3,000m²（学校は 8,000m²）以上の建築物を「特定建築物」と定義し、特定建築物の所有者、占有者等の維持管理について権原を有する者に対して、建築物環境衛生管理基準に従って維持管理をすることが義務づけられている¹⁾。空気環境の調整については、建築物環境衛生管理基準の 7 項目の内、6 項目（浮遊粉じんの量、一酸化炭素の含有率（CO 濃度）、二酸化炭素の含有率（CO₂ 濃度）、温度、相対湿度、気流）を 2 か月以内ごとに 1 回測定することとなっている。

建築物環境衛生管理基準は令和 4 年に CO 濃度の上限値と温度の下限値が改正されたが、法制定以降、大きな見直しが行われていない。法制定から 50 年が経過し、室内環境と健康影響に関するエビデンスが蓄積されてきており、最新の知見に基づく建築物環境衛生管理基準の見直しが求められている。

本節では、室内空気温度に着目し、室内の熱環境が人体の健康影響に及ぼす影響を明らかにし、特定建築物における建築物環境衛生管理基準の見直しに資するデータを蓄積することを目的とする。

B. 研究方法

B.1. 概要

室内環境と健康影響に関する論文を PubMed により収集した。最終検索は 2026 年 4 月 27 日に実施した。下記のとおり検索を行い、“Most recent”でソートを行ったうえで、全てのタイトルとアブストラクトを確認した。確認したアブストラクトは B.3. の包含基準と除外基準を参照し、分類した。

B.2. 検索語

本章で対象とする健康影響に関しては、呼吸器系疾患、心疾患、熱中症を対象とした。

PubMed は MeSH（Medical Subject Headings）が用意されている。MeSH は

PubMed の論文索引付けに使用される、NLM（米国国立医学図書館）が管理する統制語彙のシソーラスである²⁾。MeSH を利用することで、ノイズを減らすことができるが、新しい文献には MeSH が付与されていない可能性もあることから、MeSH に加えて一般的な症状や欠勤に関する検索語も設定することとした。また、論文のタイトル又はアブストラクトにその検索語が含まれている文献が関連が大きいと考え、検索範囲はタイトルとアブストラクトに限定した。

検索語は室内環境と健康影響に関する内容を下記のとおり整理した。

(1) 症状 (PubMed では MeSH)

“Cardiovascular Diseases” OR “Respiratory Tract Diseases” OR “Heat Exhaustion” OR “Heat Stroke”

→ Cardiovascular Diseases

Pathological conditions involving the CARDIOVASCULAR SYSTEM including the HEART; the BLOOD VESSELS; or the PERICARDIUM.

→ Respiratory Tract Diseases

Diseases involving the RESPIRATORY SYSTEM.

→ Heat Exhaustion

A clinical syndrome caused by heat stress, such as over-exertion in a hot environment or excessive exposure to sun. It is characterized by SWEATING, water (volume) depletion, salt depletion, cool clammy skin, NAUSEA, and HEADACHE.

→ Heat Stroke

A condition caused by the failure of body to dissipate heat in an excessively hot environment or during PHYSICAL EXERTION in a hot environment. Contrast to HEAT EXHAUSTION, the body temperature in heat stroke patient is dangerously high with red, hot skin accompanied by DELUSIONS; CONVULSIONS; or COMA. It can be a life-threatening emergency and is most common in infants and the elderly.

(2) 一般症状・欠勤

“Absent” OR “Disease” OR “Leav*” OR “Sick” OR “Dehydration” OR “Kidney” OR “COPD”

(3) 温度基準

“Indoor Temperature” OR “Indoor Air Temperature” OR “Operating Temperature” OR “Standard Effective Temperature” OR “Predicted Mean Vote” OR (“Wet Bulb Globe Temperature” OR “Wet-Bulb Globe Temperature” OR “WBGT”)

(4) 室内

"Indoor" OR "Building" OR "Room" OR "Home" OR "Hous*" OR "Dwelling"

B.3. 包含基準と除外基準

包含基準と除外基準については下記のとおり設定した。

【包含基準】

- ・ 室内の熱環境と人体の健康影響を取り扱ったもの
- ・ 熱中症、心疾患、呼吸器系疾患を取り扱ったもの

【除外基準】

- ・ 個別症例報告
- ・ 健康影響と関連しないもの
- ・ マウスによる実験
- ・ AI や画像診断等による疾患予測
- ・ 感染症（インフルエンザや新型コロナウイルスなど）のみを取り扱ったもの
- ・ 大気汚染（PM_{2.5} など）や空気質（化学物質など）のみを取り扱ったもの

- ・ 小児、高齢者、妊婦等の特定のグループのみを取り扱ったもの
- ・ 屋外活動（農場や屋外スポーツなど）のみを取り扱ったもの

B.4. レビューの整理

抽出された論文は【背景・目的】、【方法】、【結果】について整理するとともに、建築物環境衛生管理基準値の見直しに利用できるよう、論文の著者、対象者、対象疾患、評価指標、温度の閾値を別途整理した。

C. 研究結果

2026 年 4 月 27 日に実施した PubMed による検索結果を表 2-2-1 に示す。各 MeSH では心疾患と呼吸器系疾患は上位の概念で設定したため、ヒット数が多くなった。MeSH で定義された疾患に関しては 1,426,062 編（直近 10 年間は 846,734 編）がヒットした。また、一般症状や欠勤も含めると 3,5532,185 編（直近 10 年間は 2,254,860 編）がヒットした。その後、本調

表 2-2-1. Pubmed による検索結果

No.	Search terms	Results of All	Results of Review
#1	"Cardiovascular Diseases"[MeSH]	801,822 (417,670)	111,983 (64,556)
#2	"Respiratory Tract Diseases"[MeSH]	687,296 (466,240)	84,580 (59,681)
#3	"Heat Exhaustion"[MeSH]	157 (21)	14 (3)
#4	"Heat Stroke"[MeSH]	626 (394)	82 (52)
#5	#1 OR #2 OR #3 OR #4	1,426,062 (846,734)	187,053 (118,043)
#6	#5 OR "Absent"[tiab] OR "Disease"[tiab] OR "Leav*" [tiab] OR "Sick"[tiab] OR "Dehydration"[tiab] OR "Kidney"[tiab] OR "COPD"[tiab]	3,5532,185 (2,254,860)	531,695 (370,351)
#7	#6 AND (("Indoor temperature"[tiab] OR "Indoor air temperature"[tiab] OR "Indoor environment"[tiab] OR "Operating Temperature" OR "Standard Effective Temperature" OR "Predicted Mean Vote" OR ("Wet Bulb Globe Temperature" OR "Wet-Bulb Globe Temperature" OR "WBGT")) AND ("Building"[tiab] OR "Office"[tiab] OR "Room"[tiab] OR "Home"[tiab] OR "Hous*" [tiab] OR "Dwelling"[tiab]))	222 (152)	31 (22)

【表 2-2-1 注記】

- 1) 調査結果は 2026 年 4 月 27 日時点のものであり、オープンアクセスに限る。
- 2) ()内の数値は直近 10 年間（2016～2026 年）の論文数を示す。

査で着目している室内温度に限定すると 222 編（直近 10 年間は 152 編）となった。当該論文のタイトルとアブストラクトをすべて確認し、本調査に関連の大きい文献が 12 編抽出された。なお、12 編の調査中に関連の大きい論文としてヒットした 8 編の文献（計 20 編）について次頁以降に整理したため、参照されたい。

温度と健康影響に関する調査結果を表 2-2-2 に示す。健康影響に及ぼす温度の閾値が示されていたのは 6 件であった。評価指標としては、Minimum Mortality Temperature (Indoor)、バイオマーカー（血圧、平均動脈圧など）などであった。

D. 考察

本節では、PubMed を利用して室内空気温度と健康影響（呼吸器系疾患、心疾患、熱中症）に関する文献 20 編を調査した。Surawattanasaku et al.¹⁷⁾は「SBS を予防するには、室内温度を 23°C 以下に、相対湿度を 60～70% に制御することが推奨される。」、Tietjen et al.¹⁴⁾は「相対湿度 30～60%RH、空気温度 69～75°F（約 21～24°C）の範囲外るとき、SBS リスクが有意に増加」など具体的な空気温度基準が示されている文献があった。一方、Ooi et al.²⁰⁾は「推奨値を超える温度・相対湿度・気流変動と症状の明らかな関連性は認められなかった。」としているなど、一致した見解が得られていない実態も把握できた。また、SBS の定義が文献間で異なる（例えば 9)17) など）など統一的な評価にまで至らない点も今後の課題として挙げられる。さらに、性別、人種、既往歴、職種、執務時間等によっても SBS への影響が異なるとも報告されていることから、引続き調査が求められる。

本調査において、比較的新しい文献である Huang et al.⁵⁾は室内空気温度の MMT (Minimum Mortality Temperature) を算出している。これまで、オーストラリア、ブラジル、カナダ、中国、イタリア、日本、韓国、スペイン、スウェーデン、台湾、タイ、英国、米国の外気温度の MMT は示されていたものの、筆者の知る限り室内空気温度の MMT は無かった。当該文献は 99 棟の室内空気温度データなどを利用してランダムフォレストアルゴリズムに基

づいて他の地域の室内空気温度を予測するモデルを開発している。このようなモデルが広く普及することで、室内空気温度と健康影響に関するさらなる知見が蓄積できると考えられる。

E. 結論

本節では、特定建築物における建築物環境衛生管理基準の見直しに資するデータを蓄積することを目的に、PubMed を利用して室内空気温度と健康影響に関する文献調査を行った。健康影響に及ぼす温度の閾値が示されている文献が 6 編調査できたものの、性別、人種、既往歴、職種、執務時間等によっても SBS への影響が異なるとも報告されている。現時点では、20 編のレビューに留まっていることから、引続きレビューを進める予定である。

F. 参考文献

- 1) 厚生労働省. 建築物環境衛生管理基準について. <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei10/> (2026/5/7 アクセス)
- 2) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/> (2026/5/7 アクセス)
- 3) ～ 20) は次頁以降に示しているため省略。
- 21) Gasparrini A., Guo Y., Hashizume M., Lavigne E., Zanobetti A., Schwartz J. et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *Lancet*. 2015;386(9991):369-375. doi: 10.1016/S0140-6736(14)62114-0

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

なし

3) Feng Y., Qin W., Liao R., Tang F., Yang Y., Ma Q., Chen X., Tao S., Guo R. Exposure to living environmental risk factors and incidence of chronic lung disease in Chinese adults: results from a cross-sectional and longitudinal study. BMC Public Health. 2025;25(1):3261. doi: 10.1186/s12889-025-24658-0

【背景・目的】本研究は中国成人における生活環境リスク因子(LEFs)*と慢性肺疾患(CLD)発症との関連を検討したものである。従来研究では単一因子に注目した報告が多かったが、本研究では室内燃料の種類、水源、PM_{2.5}への曝露、住宅タイプ、室内空気温湿度など複数の生活環境因子を包括的に評価した。

※LEFs:屋外PM_{2.5}曝露、家庭のエネルギー源、水源、住居タイプ、室温、相対湿度(RH)の6つの領域を統合したもの。

→温度:調査員による「この世帯の室温はどうですか?」という質問への回答を通じて収集された。「暑い」「寒い」「とても暑い」「とても寒い」と報告された場合、スコアは1として記録された。それ以外の場合は0として記録された。

→相対湿度:相対湿度が30%未満または70%以上の場合、スコアは1と記録され、それ以外の場合は0と記録された。

【方法】中国健康・退職縦断研究(CHARLS 2011–2018)のデータを用い、横断解析12,318人、縦断解析8,516人を対象とした。生活環境因子からLEFsスコアを作成し、ロジスティック回帰解析およびCox比例ハザードモデルを用いてCLDとの関連を評価した。解析では年齢、性別、喫煙、飲酒、慢性疾患などを調整因子として加えた。

【結果】生活環境悪化はCLD有病率および新規発症と有意に関連した。横断解析ではOR=1.14(95%CI:1.03–1.27)、縦断解析ではHR=1.25(95%CI:1.10–1.42)であった。特に固体燃料使用、不適切な室温、高湿度が主要因子として抽出された。また、農村居住者や基礎疾患保有者で関連が強かった。

4) McGirr A., Chowdhury S., Rabbi M.F., Hasan M.M., Sagar M.S., Ibnat N., Hanifi S.M.A. High indoor temperatures increase reporting of acute symptoms: finding mitigating solutions for the climate-vulnerable of Bangladesh. BMC Public Health. 2025;25(1):2121. doi: 10.1186/s12889-025-21597-8

【背景・目的】本研究は気候変動の影響を強く受けるバングラデシュ農村部において、高い室内温度が急性症状に与える影響と、その緩和策を検討したものである。バングラデシュでは熱波や高温環境が頻発しているが、室内高温と健康影響の関連は十分に検討されていなかった。

【方法】バングラデシュ下痢性疾患研究国際センターはチャカリアにおいて健康・人口動態サーベイランスシステム(HDSS)を運営している。層別クラスター抽出法により選定された490世帯を対象とし、横断研究を実施した。1年で最も暑い月を含む2022年3月16日から5月8日の期間でrotronic社HL-1Dにより空気温湿度を測定した。また、住民に対して82の質問で構成されるアンケートを実施した。症状(①General、②Respiratory、③Digestive、④Non-specific)や暑熱対処行動を調査した。

【結果】日最高室内空気温度は27.7~42.1°Cの範囲であった。日最高室内空気温度の平均値より高温の住宅では、下痢、咽頭痛、局所感染などの急性症状報告が多かった(下図)。また、日陰のない地域では、日陰の多い地域と比較して、予想される症状数が27%有意に高かった(RR=1.27, p<0.01)。また、女性の多くは水分摂取や換気などの暑熱対処行動を実施していたが、症状抑制効果は明確ではなかった。

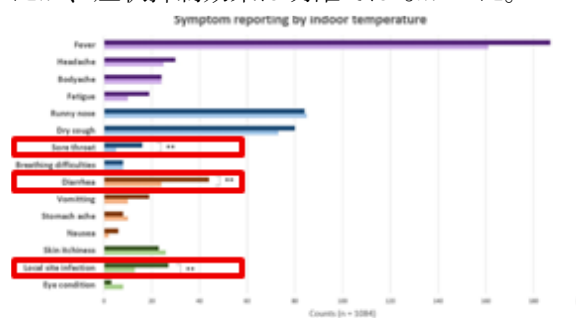


Fig. 4 Symptom reporting by indoor temperatures. Symptoms are colour coded by category. Sore throat, diarrhea and CLD occur significantly more often in houses with higher maximum temperatures. Hotter houses are those with higher than average daily maximum temperatures and colder and those with lower daily maximum temperatures than average.

5) Huang Z., Hu J., Gao J., Yu M., Guo M., Meng R., Zhou C., Xiao Y., Huang B., Liu J., Zhou M., Gainor R.J., Reliene R., He G., Liu T., Ma W. The mortality burden attributed to regional indoor temperatures in China. *Environ. International*. 2025;204:109822. doi:10.1016/j.envint.2025.109822

【背景・目的】屋内での生活様式が主流であるにもかかわらず、地域（郡／区レベル）の室内温度に関連する死亡リスクや疾病負担については、疫学研究において依然として十分に解明されていない。本研究は信頼性の高い地域別室内温度予測モデルを構築し、不適切な地域別室内温度に起因する疾病負担を推定した。

【方法】海南省三亜市（N18°）から黒竜江省莫合市（N53°）までの計 33 都市に建つ 99 棟を対象に、HOBO UX100-003 により、室内空気温湿度を測定した。本データと建築特性データを利用し、第 5 世代欧州再解析（ERA5）の気象データや緑地面積、緯度、経度、標高、都市固有の教育水準、一人あたり GDP、エアコン保有率などの室内温度に影響を及ぼす要因を予測変数として取り入れ、ランダムフォレストアルゴリズムに基づく室内温度の推定モデルを開発した。その後、2006～2017 年に 364 県・区で収集された約 650 万件の非事故死亡データを用い、distributed lag non-linear model（DLNM）により室内温度と死亡率の関連を解析した。

【結果】RF モデルは高精度を示し、RMSE 1.473°C、MAE 1.034°C、 $R^2=0.938$ であった。室内温度と死亡率には逆 J 字型関連が認められ、特に高温時に死亡リスク増加が顕著であった（下図）。非最適室内温度による帰属死亡率（AF）は 18.09%（95%CI:17.87–18.31）で、屋外温度による AF 14.46%より高値であった。特に熱関連死亡負担は室内温度で 8.4%、屋外温度では 3.7%と大きな差がみられた。

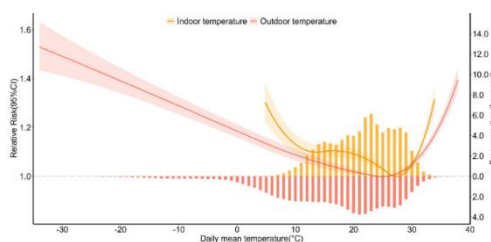


Fig. 3. The exposure-response curves between indoor/outdoor temperature and mortality risk, 2006–2017. The lines share left y-axis and the bar charts share right y-axis.

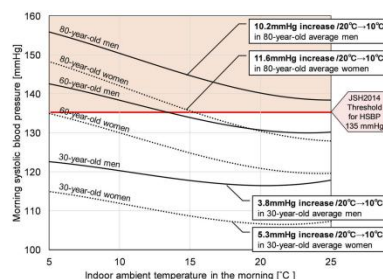
6) Umishio W., Ikaga T., Kario K., Fujino Y., Suzuki M., Ando S., Hoshi T., Yoshimura T., Yoshino H., Murakami S. Role of housing in blood pressure control: a review of evidence from the Smart Wellness Housing survey in Japan. *Hypertension Research*. 2023;46(1):9–18. doi: 10.1038/s41440-022-01060-6

【背景・目的】血圧変動は脳卒中や心血管疾患の重要な危険因子であるが、生活環境、特に住宅内温熱環境との関連は十分に明らかでない。本論文は日本全国で実施された Smart Wellness Housing (SWH) 調査の知見を基に、住宅の温熱環境が血圧管理へ与える影響を総合的に整理したレビューである。

【方法】(1)断熱工事前後の比較研究：改修後の断熱性能レベルは、日本の「長寿命良質な住宅の普及促進に関する法律」の S 基準または A 基準を満たすように設定された。介入前後 2 週間ずつ、自宅での血圧および居間、更衣室、寝室の床面から 1.0m の高さにおける室内温度の測定を行った。(2)長期コホート研究：断熱レベルの差異に関連する長期的な健康への影響を評価することを目的としている。断熱改修完了後 5 年以上にわたり、世帯への追跡調査を実施している。

【結果】冬季室温が 10°C 低下すると、朝の収縮期血圧は 8.2 mmHg 上昇し、夕方では 6.5 mmHg 上昇した。高齢の居住者および女性において、収縮期血圧が室内温度の変化に特に敏感であることも判明した。さらに、断熱改修介入では室温改善とともに家庭血圧低下が認められ、高血圧患者では朝の収縮期血圧が平均 7.7 mmHg 低下した。一方、正常血圧者では 2.2 mmHg 低下にとどまった ($p=0.043$)。

Fig. 3 Relationship between indoor ambient temperature and morning systolic blood pressure from ref. [25] †Average values for male/female participants in the Smart Wellness Housing survey were inputted into the multilevel model in ref. [25]: vegetable consumption = regularly, exercise = rarely, current smoking status = nonsmoker, alcohol consumption = every day/home, antihypertensive drug use = none. JSH indicates Japanese Society of Hypertension, and HSBP, home systolic blood pressure



7) Umishio W., Ikaga T., Kario K., Fujino Y., Suzuki M., Ando S., Hoshi T., Yoshimura T., Yoshino H., Murakami S. Impact of indoor temperature instability on diurnal and day-by-day variability of home blood pressure in winter: a nationwide Smart Wellness Housing survey in Japan. *Hypertension Research*. 2021;44(11):1406-1416. doi: 10.1038/s41440-021-00699-x

【背景・目的】 血圧変動は脳卒中や心血管疾患の重要な危険因子であるが、生活環境、特に住宅内温熱環境との関連は十分に明らかでない。そのため、日本全国規模の Smart Wellness Housing (SWH) 調査データを用いて、高血圧の変動性と室内温度の不安定性との関連性を検討した。

【方法】 断熱改修予定住宅に居住する 3,785 人 (2,162 世帯) を対象に、T&D 社の TR-72wf により、室内空気温度を 2 週間にわたり測定するとともに、朝夕 2 回ずつ家庭血圧を測定した。朝夕差 (ME difference) を中心に多変量線形回帰分析により、室内温度変動と血圧変動との関連を評価した。

【結果】 室内温度の平均差が大きくなるにつれて、収縮期血圧 (SBP) の平均差も増加するという明確な傾向が見られた。すなわち、室内温度の ME 平均差が 1°C 未満の場合、SBP の ME 平均差は 3.9mmHg であったのに対し、4°C 以上の場合には 9.3mmHg であった。

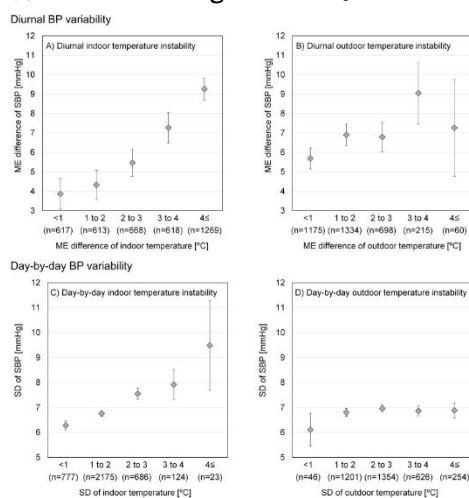


Fig. 3 Relationship between BP variability and temperature instability. A: ME difference in SBP and ME difference in indoor temperature. B: ME difference in SBP and ME difference in outdoor temperature. C: SD of SBP and SD of indoor temperature. D: SD of SBP and SD of outdoor temperature. The plot shows the average of each group, and the error bar shows the 95% confidence interval.

8) Alomirah H.F., Moda H.M. Assessment of Indoor Air Quality and Users Perception of a Renovated Office Building in Manchester. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(6):1972. doi: 10.3390/ijerph17061972

【背景・目的】 建物改修後には揮発性有機化合物 (VOC)、粉塵、微生物などが増加し、Sick Building Syndrome (SBS) を引き起こす可能性がある。本研究は英国マンチェスターの改修後オフィスビルにおける室内空気質 (IAQ) と利用者の健康症状・室内環境認識との関連を評価したものである。

【方法】 改修後 2 か月経過したオフィスビルで GrayWolf Sensing Solutions 社の GrayWolf Advanced Sense IAQ (IQ-610) により、空気温湿度、TVOC、CO₂、CO を測定した。加えて、Qualtrics を用いたオンライン質問票により、温熱快適性、空気質認識、SBS 症状 (頭痛、咳、のどの痛み、集中力低下など) を評価した。

【結果】 TVOC 濃度は測定開始から最初の 2 日間は高値を示し、最大 10,837 ppb に達した。また CO₂ 濃度は最大 1,163 ppm であった。空气中微生物叢は午前中に麦芽抽出寒天培地 (MEA) プレート上で 833 cfu/m³、午後に 1213 cfu/m³ が検出された。プレートカウント寒天培地 (PCA) においても午前中 (731 cfu/m³) と午後 (1358 cfu/m³) で同様の結果が確認された。多くの利用者が頭痛、息切れ、集中力低下など SBS 症状を経験しており、41% が「室温変動による温熱的不快感」を報告した (下表)。

Table 3. User perception of room temperature, noise and lighting.

Question	Often	Sometimes	No	Mean	Standard Deviation	P *
Varying room temperature	41.11%	37.78%	21.11%	1.80	0.77	0.94
Too low room temperature	12.94%	36.47%	50.59%	2.38	0.71	0.39
Stuffy "bad" air	34.78%	33.70%	31.52%	1.97	0.82	0.50
Dry air	15.56%	35.56%	48.89%	2.33	0.73	0.06
Unpleasant smell	18.89%	28.89%	52.22%	2.33	0.78	0.09
Passive smoking	3.41%	12.50%	84.09%	2.81	0.48	0.42
Noise	53.19%	32.98%	13.83%	1.61	0.72	0.55
Dim lighting	8.05%	19.54%	72.41%	2.64	0.63	0.66
Glare/reflection on work surface	25.56%	21.11%	53.33%	2.28	0.85	0.42
Dust and dirt	24.72%	44.94%	30.34%	2.06	0.74	0.77

* p value in Pearson chi square test.

Table 4. Average measurement of indoor air quality in the selected office environments.

Variables	Acceptable Limit	Office 1	Office 2	Office 3
Temperature (°C)	19–22 °C *	25.8	22	20.9
Relative humidity (RH%)	40–70%	39.9	47.6	46
CO ₂ (ppm)	<1000 †	630	448	608
CO (ppm)	30 †	0.0	0.1	0.0
TVOC (ppb)		105	272	126
Mold (CFU/M ³)		398	833	443

* Based on guidance issued by the Health and Safety Executive, it is reasonable to maintain a temperature around 19 °C; other guidance for sedentary occupations suggests between 19 and 21 °C during winter and 20 to 22 °C in summer as the comfort zone. † Acceptable concentrations typical of occupied indoor spaces with good air exchange (OSHA technical manual section iii, chapter 2, 1999). ‡ Long term exposure limit (8-hr TWA reference period). EH40/2005 Workplace exposure limit.

9) Arikan I., Tekin O.F., Pala K., Sarikaya P. Relationship between sick building syndrome and indoor air quality among hospital staff. *La Medicina del Lavoro*. 2018;109(6):435-443. doi: 10.23749/mdl.v110i6.7628

【背景・目的】シックビルディング症候群 (SBS) とは、近代的な建物で生活または勤務する人々に生じる状態であり、頭痛、疲労、集中力の低下、皮膚や粘膜の炎症などの症状を呈するものと定義される。本研究は病院で勤務する秘書を対象に、個人の特性、環境要因、および SBS の有病率との関連性を評価する。

【方法】トルコの病院勤務者の秘書 177 人を対象に 2018 年 1・3 月に対象にアンケート調査を実施した。また、病院内で空気温湿度、CO₂濃度、照度、騒音レベルを測定した。過去 3 ヶ月間に発生した一般的な症状および粘膜・皮膚症状の発生状況について質問し、症状が「毎週」と回答され、その原因が職場環境と回答された者を SBS 陽性と判定し、性別、作業環境認識などを調整しながら室内環境との関連を評価した。

【結果】一般的な症状は頻度の高い順に、疲労感 36.2%、だるさ・めまい感 28.2%であった。粘膜・皮膚症状は、手の乾燥・かゆみ・皮膚の発赤が 11.9%、目のかゆみ・灼熱感・刺激感が 9.6%、鼻の刺激感・鼻づまり・鼻水が 8.5%であった (下図)。すべての測定値は、通常許容範囲内であることが確認されたが、測定された騒音レベルの上昇に伴い SBS のリスクは 1.2 倍高くなり、CO₂濃度の増加に伴い 2.1 倍高くなることが判明した (下表)。

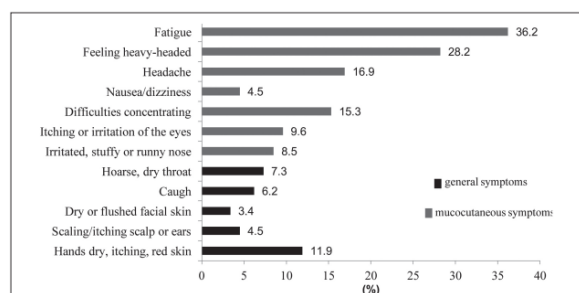


Figure 2 - Percentage of the presence of SBS symptoms (general and mucocutaneous) in participants

Table 4 - Relationship between SBS and hospital indoor measurements

Model 2	Regression coefficient (B)	Standard Error (SE)	Wald	p	Odds Ratio (OR)	95% Confidence Interval (CI) for OR	
						Lower	Upper
Noise	0.142	0.058	6.042	0.014	1.20	1.029	1.291
Light intensity*	0.001	0.003	0.123	0.726	0.99	0.994	1.004
Temperature	0.201	0.284	0.499	0.480	1.22	0.700	2.132
Humidity	0.061	0.074	0.688	0.407	1.06	0.920	1.228
CO ₂ *	1.940	0.959	4.096	0.043	2.14	1.22	2.941
Sex	1.199	0.462	6.735	0.009	3.32	1.341	8.204
Age	-0.010	0.034	0.089	0.765	0.99	0.927	1.058

* A linear logarithm was taken to fit the normal distribution

10) Quinn A., Shaman J. Health symptoms in relation to temperature, humidity, and self-reported perceptions of climate in New York City residential environments. *International Journal of Biometeorology*. 2017;61(7):1209-1220. doi: 10.1007/s00484-016-1299-4

【背景・目的】本研究は実測された温度・湿度、室内環境条件に対する知覚、および健康上の症状との関連性を調査したものである。室内温度や湿度は健康状態と関連している可能性があるにもかかわらず、住宅内のこれらの環境条件に関するモニタリングはほとんど行われていない。

【方法】ニューヨーク市の 40 戸の集合住宅を対象に、Maxim Integrated 社の DS1923 により、夏期と冬期に室内空気温湿度を測定した。また、アンケートにより、空気温湿度に対する体感や快適感 (各 5 段階) のほか、睡眠の質 (3 段階) を調査した。夏期については熱中症に関連する症状、冬期については呼吸器感染症に着目して分析した。分析はロジスティック回帰モデルを用い、実測温湿度・健康症状・温熱感覚との関連を評価した。

【結果】①睡眠の質：自己申告による睡眠の問題 (「昨夜の睡眠は普段より悪かった」と評価した場合) は、夏季に限って前日の実測気温、知覚温度と正の関連が見られた (OR はそれぞれ 2.28、3.47)。②熱中症：27 件の熱中症症状の報告があった。熱中症の報告が屋内実測温度の上昇と関連しているオッズは正であったが、有意ではなかった。しかし、体感屋内温度の上昇と有意に関連していた。即ち、快適感の各カテゴリーが 1 つ上昇するごとに、熱中症の報告オッズは、当日の温度快適性では 7.46 倍、過去 3 週間の温度快適性では 5.16 倍高かった。③呼吸器感染症：21 世帯が世帯員の少なくとも 1 人が呼吸器感染症の可能性または症状を少なくとも 1 回示したと報告があった。実測および体感の湿度とその発症についてはその符号が負であったものの、それらの間に有意な相関は見られなかった。

11) Schiavon S., Yang B., Donner Y., Chang V.W.-C., Nazaroff W.W. Thermal comfort, perceived air quality, and cognitive performance when personally controlled air movement is used by tropically acclimatized persons. *Indoor Air*. 2017;27(3):690-702. doi:10.1111/ina.12352

【背景・目的】本研究では、熱帯環境に適応した被験者を対象に、シンガポール式オフィス服装を着用した状態で、オフィス環境を模した室内において、大規模なサンプルを用いた実験を実施した。設定温度を高くすることと、ユーザーが制御可能な気流の組み合わせの有効性を評価するものである。熱的快適性に加え、空気質の知覚、シックビル症候群の症状、認知機能についても評価を行った。

【方法】Nanyang Technological University の教室にて 56 名の学生を対象に Table 1 に示す 5 条件で被験者実験を行った。アンケートにより、(1)熱的受容性、(2)ASHRAE7 段階尺度を用いた熱的快適性、(3)気流の受容性、(4)湿度の受容性、(5)空気質の知覚、(6)ドライアイの不快感、(7)臭気の知覚、(8)眼・鼻・喉の刺激感、(9)眠気／覚醒感、体調、疲労度、(10)ファンの騒音に関して申告させた。

【結果】眼・鼻・喉の刺激感の結果によると、扇風機の使用と設定温度の上昇はいずれの刺激感にも影響しなかった。23℃における眼の刺激は 26℃（扇風機なし）と比較して有意に低い。また、眠気・体調・疲労感の結果（下図）によると、26℃・29℃条件では、扇風機がある場合の方が統計的に良好な感覚が報告された。なお、空気流動による SBS 発症にはほとんど影響がないことも判明し、扇風機が SBS 軽減に有効であることが確認された。

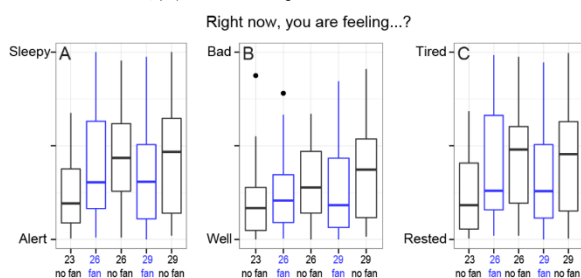


Fig 8 Feeling of (A) alert/sleepy; (B) well/bad; and (C) tired/rested. In blue are highlighted the cases with fans.

12) McCormack M.C., Belli A.J., Waugh D., Matsui E.C., Peng R.D., Williams D.L., Paulin L., Saha A., Aloe C.M., Diette G.B., Breyse P.N., Hansel N.N. Respiratory Effects of Indoor Heat and the Interaction with Air Pollution in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Annals of the American Thoracic Society*. 2016;13(12):2125-2131. doi:10.1513/AnnalsATS.201605-329OC

【背景・目的】暑さへの曝露が慢性閉塞性肺疾患（COPD）の罹患率に及ぼす影響に関するエビデンスは限られており、室内の暑さと大気汚染との相互作用についても確立されていない。本研究は屋内の暑さへの曝露が COPD の罹患率に及ぼす影響を明らかにし、大気汚染濃度が気温の影響を修飾するかを明らかにする。

【方法】米国ボルチモア地域の COPD 患者 69 例を対象に、暖候期の 601 人日データを前向き縦断解析した。住宅内環境評価は住宅の視察のほか、空気温湿度、PM_{2.5}、NO₂を測定した。また、Breathlessness, Cough, and Sputum Scale (BCSS)、携帯型スパイロメトリーによる肺機能を毎日評価するほか、救急吸入薬の 1 日あたりの使用頻度を調査した。日最高気温を主要な曝露変数として扱い、個人属性を調整した。

【結果】1 日の最高室内温度の上昇は BCSS を用いて測定された症状の悪化や、救急用吸入器の使用頻度の増加と関連していた。例えば、室内温度が 10°F 上昇すると、BCSS スコアが 0.38 上昇した（95% CI、0.01–0.67 ; P = 0.01）。

Table 2. Association between indoor temperature and COPD symptoms, rescue medication use, and lung function

Outcome	Coefficient*	95% Confidence Interval	P Value
Breathlessness, Cough, and Sputum Scale			
Daily temperature (limited model) [†]	0.30	0.00–0.59	0.048
Daily temperature (with humidity, NO ₂ , PM _{2.5})	0.38	0.01–0.67	0.013
Lag 0	0.30	0.00–0.59	0.048
Lag 1	0.36	0.01–0.70	0.042
Lag 2	0.48	0.12–0.85	0.010
Lag 3	0.10	–0.27–0.47	0.602
Rescue inhaler use			
Daily temperature (limited model) [†]	0.26	0.09–0.42	0.002
Daily temperature (with humidity, NO ₂ , PM _{2.5})	0.23	0.06–0.41	0.008
Lag 0	0.26	0.09–0.42	0.002
Lag 1	0.17	–0.02–0.36	0.077
Lag 2	0.21	–0.01–0.42	0.058
Lag 3	–0.02	–0.24–0.20	0.845
Lung function (evening FEV ₁)			
Daily temperature (limited model) [†]	–0.02	–0.05–0.02	0.419
Daily temperature (with humidity, NO ₂ , PM _{2.5})	–0.01	–0.05–0.02	0.439
Lag 0	–0.02	–0.05–0.02	0.419
Lag 1	–0.01	–0.04–0.03	0.610
Lag 2	–0.01	–0.05–0.02	0.418
Lag 3	–0.02	–0.06–0.02	0.262

Definition of abbreviations: COPD = chronic obstructive pulmonary disease; PM = particulate matter. *Models include visit, age, sex, education, baseline FEV₁. (Number of pack-years was used instead of baseline FEV₁ in the lung function models).

[†]Changes are expressed per 10°F increase in indoor temperature.

13) Shiue I. Cold homes are associated with poor biomarkers and less blood pressure check-up: English Longitudinal Study of Ageing, 2012–2013. Environmental Science and Pollution Research. 2016;23(7):7055-7059. doi: 10.1007/s11356-016-6235-y

【背景・目的】屋外温度が血圧やコレステロール値の季節変動に影響を与えることは知られているが、室内温度の役割についてはあまり研究されていない。本研究の目的は全国規模かつ人口ベースの環境において、室内温度とバイオマーカーとの関連性を検討することである。

【方法】2012～2013 年の「英国加齢縦断研究 (English Longitudinal Study of Ageing)」に参加した 50 歳以上の者を対象に解析を実施した。調査時に室温を測定し、「寒い住宅」は、世界保健機関 (WHO) の推奨に基づき、室温が 18°C 未満の場合と定義した。研究のアウトカム変数は血液および肺で測定された一連のバイオマーカー (血圧、平均動脈圧、握力、ビタミン D、総コレステロール、白血球数、肺機能 (FEV1)) であった。差の検定には t 検定またはカイ二乗検定を用い、関連性の検討には一般化線形モデルを用いた。

【結果】7,997 人について有効な室内温度の測定値が得られた。そのうち、寒い住宅に住む人は 1,301 人 (16.3%) であった。寒い住居に居住している人は、血圧値が高く、握力 (注: 女性は男性に比べて握力が低い傾向にある)、ビタミン D 濃度、コレステロール値、インスリン様成長因子 (IGF) 値、ヘモグロビン値が高く、白血球数が少なく、肺の状態が悪かった。これらのバイオマーカーの値は、室温とも線形相関を示した。

14) Tietjen G.E., Khubchandani J., Ghosh S., Bhattacharjee S., Kleinfelder J. Headache symptoms and indoor environmental parameters: Results from the EPA BASE study. Annals of Indian Academy of Neurology. 2012;15(1):S95-S99. doi: 10.4103/0972-2327.100029

【背景・目的】頭痛を含むシックビルディング症候群 (SBS) は世界的に広く見られる現象であるが、根本的な環境要因は不明確である。本調査の目的は片頭痛および頭痛症状の有病率を明らかにすることである。また、頭痛症状と職場の室内環境パラメータとの関連性を検討した。

【方法】米国 25 州から無作為に選ばれた 100 棟の大規模オフィスビルに勤務する事務職員 (N=4326) を対象に、室内空気質 (IEP) データ (空気温湿度、CO 濃度、CO₂ 濃度、照度、騒音レベル) は各ビルで 1 週間収集され、執務者の症状データ (頭痛: 過去 4 週間に対して①なし、②1～3 日、③週に 1～3 日、④ほぼ毎日) も同週に収集された。IEP 評価は相対湿度 30～60%RH、空気温度 69～75°F (約 21～24°C) の範囲を快適範囲とし、その他の項目は全建物におけるサンプル平均値を閾値として評価した。

【結果】IEP 暴露は快適範囲内と快適範囲外に分類され、快適範囲外の IEP に曝露された者は片頭痛のオッズが有意に高いことが示された (下表)。また、過去 4 週間で頭痛頻度が週 1～3 日以上と報告した者は頭痛なしと報告した者と比較して、快適レベルを超える VOC、温度、相対湿度に曝露されるオッズ比が有意に高い。

Table 2: Logistic regression analysis for association of SRPD migraine with indoor environmental parameters

Environmental parameter	Odds ratio*	P value†	Adjusted odds ratio	P value‡
Carbon monoxide (CO)	Ref		Ref	
	1.47 (1.16–1.88)	0.002	1.39 (1.09–1.78)	0.009
Carbon dioxide (CO ₂)	Ref		Ref	
	1.28 (1.12–1.49)	0.001	1.24 (1.06–1.44)	0.007
Volatile organic compounds	Ref		Ref	
	1.05 (1.03–1.24)	0.032	1.04 (1.02–1.22)	0.035
Light	Ref		Ref	
	1.19 (1.09–1.29)	0.035	1.04 (1.031–1.22)	0.042
Particulate matter (PM 10)	Ref		Ref	
	1.06 (1.01–1.24)	0.032	1.04 (1.03–1.23)	0.044
Temperature	Ref		Ref	
	1.18 (1.04–1.38)	0.033	1.14 (1.01–1.33)	0.040
Relative humidity (RH)	Ref		Ref	
	1.08 (1.03–1.26)	0.031	1.06 (1.04–1.23)	0.039
Sound level	Ref		Ref	
	1.09 (1.02–1.22)	0.036	1.05 (1.03–1.22)	0.043

Adjusted odds ratio implies controlling for age and gender. *Odds ratio for association of out-of-range IEPs with SRPD migraine. Indoor environmental parameters were divided into two categories: “within-comfort” and “out-of-comfort” range. Within the range of 1° months served as the reference group. †P values for odds of having SRPD migraine from models comparing study participants who were within-comfort and out-of-comfort ranges for exposures (2 d.f.). ‡Wald’s χ^2 test.

Table 3: Logistic regression analysis for odds of exposure to out-of-comfort range IEP in groups based on headache frequency

Out-of-comfort range IEP		Headache frequency		
		None in the last 4 weeks	Odds of being exposed to out-of-comfort range IEPs who had headache for 1–3 days in the last 4 weeks*	Odds of being exposed to out-of-comfort range IEPs who had headache for 1–3 days per week in the last 4 weeks*
CO	Ref	1.17 (1.01–1.19)*	1.21 (1.11–1.36)*	1.34 (1.19–2.01)*
CO ₂	Ref	1.08 (1.04–1.19)*	1.28 (1.19–1.37)*	1.33 (1.05–1.69)*
VOC	Ref	0.93 (0.79–1.09)	1.06 (1.01–1.21)*	1.08 (1.03–1.47)*
Light	Ref	0.98 (0.86–1.18)	1.02 (0.89–1.28)	1.07 (1.06–1.12)*
PM 10	Ref	1.04 (0.87–1.24)	1.09 (0.90–1.26)	1.12 (0.98–1.47)
Temperature	Ref	1.02 (0.92–1.18)	1.05 (1.01–1.26)*	1.11 (1.06–1.37)*
RH	Ref	1.03 (0.83–1.07)	1.12 (1.04–1.34)*	1.18 (1.10–1.54)*
Sound	Ref	0.93 (0.81–1.08)	1.02 (0.94–1.22)	1.16 (1.05–1.36)*

*Indicates P<0.05 (P values for odds of being exposed to out-of-comfort range IEPs; 2 d.f.). Wald’s χ^2 test based on headache frequency. †Odds ratio for association of out-of-range IEPs with headache frequency. The group with no headache in the last 4 weeks served as the reference group. Indoor environmental parameters were divided into two categories: “within-comfort” and “out-of-comfort” range. Exposure to out-of-comfort range IEPs was considered as the outcome in this analysis.

15) Mansor A.A., Abdullah S., Ahmad A.N., Ahmed A.N., Zulkifli M.F.R., Jusoh S.M., Ismail M. Indoor air quality and sick building syndrome symptoms in administrative office at public university. Dialogues in Health. 2024;4:100178. doi:10.1016/j.dialog.2024.100178

【背景・目的】本研究は室内空気質（IAQ）と大気汚染物質基準への適合性を評価し、執務者の不快感や健康被害を防止できるシックビルディング症候群（SBS）と IAQ の関連性を明らかにすることを目的とする。

【方法】本調査はマレーシア半島東海岸地域の公立大学内にある管理事務所の一つで実施された。環境測定は空気温湿度、気流速度、CO 濃度、CO₂濃度、HCHO を就業日 3 日間で測定した。質問票は ICOP-IAQ に準拠し、基本情報（性別、年齢、喫煙の有無など）と症状（現在と過去の症状）で構成され、19 名が回答した。解析には記述統計、カイ二乗検定を用い、IAQ と SBS の関連性を検証した。

【結果】温度の基準値（ICOP）は 23～26℃であるのに対して、調査対象の建物では 22.0～29.9℃であった。IAQ と SBS の関係によると、「隙間風」と「頭が重い」や「室温が高すぎる」と「頭が重い」・「咳」の間に高い相関を示した。また、カイ二乗検定では、特に空気温湿度が SBS との関連性が認められ、温度と頭痛、頭が重い、皮膚発疹のかゆみ、高湿度と眠気・疲労感には相関が認められた（下表）。

Table 9
Association of SBS Symptoms.

Temperature					
	Yes, often	Yes, sometimes	No, never	X ²	p-value
Headache					
	Low 3 (15.79)	9 (47.37)	4 (21.06)	7.574	0.051*
	High 1 (5.26)	1 (5.26)	1 (5.26)		
Feeling heavy headed					
	Low 4 (21.06)	6 (31.58)	6 (31.58)	8.090	0.046*
	High 1 (5.26)	1 (5.26)	1 (5.26)		
Skin rash/itchiness					
	Low 2 (10.53)	4 (21.06)	10 (52.63)	7.451	0.044*
	High 1 (5.26)	0	2 (10.53)		
Relative Humidity					
	Yes, often	Yes, sometimes	No, never	X ²	p-value
Drowsiness					
	Low 4 (21.06)	4 (21.06)	2 (10.53)	7.090	0.049*
	High 4 (21.06)	3 (15.79)	2 (10.53)		
Dizziness					
	Low 4 (21.06)	5 (26.31)	1 (5.26)	8.041	0.018*
	High 0	3 (15.79)	6 (31.58)		
Air Movement					
	Yes, often	Yes, sometimes	No, never	X ²	p-value
Feeling heavy headed					
	Low 2 (10.53)	5 (26.31)	2 (10.53)	8.726	0.021*
	High 3 (15.79)	2 (10.53)	5 (26.31)		
Particulate Matter (PM ₁₀)					
	Yes, often	Yes, sometimes	No, never	X ²	P-value
Irritation of the eye					
	Low 0	1 (5.26)	1 (5.26)	7.419	0.038*
	High 3 (15.79)	7 (36.85)	7 (36.84)		

16) Jones E.R., Cedeño Laurent J.G., Young A.S., Coull B.A., Spengler J.D., Allen J.G. Indoor humidity levels and associations with reported symptoms in office buildings. Indoor Air. 2022;32(1):e12961. doi:10.1111/ina.12961

【背景・目的】本研究の目的はオフィスビル内の湿度環境がオフィスワーカーの健康関連症状にどのような影響を及ぼすかを体系的に明らかにすることである。特に、低湿度による粘膜刺激や皮膚乾燥、高湿度による不快感・集中力低下など、湿度変動が多様な症状に及ぼす影響を定量的に評価し、建築環境管理における適切な湿度範囲を示すことを主眼としている。

【方法】中国・タイ、インド、イギリス、メキシコ・米国の 43 のオフィスビルを対象として、相対湿度、絶対湿度、温度などの室内環境データを長期間にわたり測定した。同時に、従業員へのアンケート調査（年齢、性別、作業室内の他の人数、職種、給与範囲、学歴、職務満足度情報）を実施し、喉の痛み、皮膚の乾燥、目の乾燥、鼻づまり、倦怠感、集中困難、緊張、頭痛、くしゃみなどの自己申告症状を収集した（計 227 名（1263 件））。建物の特性を考慮するために換気条件、季節要因、温度など複数の潜在的交絡因子を調整しつつ、複数の湿度指標と症状の関連性を解析した。

【結果】勤務時間中の低い室内相対湿度が観測され、中国・タイ、インド、イギリス、メキシコ・米国の建物において、それぞれ勤務時間の 21%、31%、72%、45%の時間帯で 40%RH を下回っていた。また、自己申告症状の結果については、男女の回答者数はほぼ同数であったが、女性参加者は男性参加者よりも 7 つの症状それぞれについて高い割合で報告した。最も顕著な性差は「目の乾燥・かゆみ・灼熱感・刺激感」で、症状の報告の 65%が女性からのものだった。男女ともに、調査前 1 時間の平均室内 RH が高いほど、乾燥肌・かゆみ肌の報告調整オッズが有意に低くなる傾向が示唆された。本研究では、許容可能な室内相対湿度の明確な閾値が存在しないことが示唆されたが、通常の相対湿度レベルにおいて湿度が上昇するにつれて、建物管理者は症状報告が減少することを期待できる。

17) Surawattanasakul V., Sirikul W., Sapbamrer R., Wangsan K., Panumasvivat J., Assavanopakun P., Muangkaew S. Respiratory Symptoms and Skin Sick Building Syndrome among Office Workers at University Hospital, Chiang Mai, Thailand: Associations with Indoor Air Quality, AIRMED Project. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(17):10850. doi:10.3390/ijerph191710850

【背景・目的】本研究の目的は呼吸器症状および皮膚関連のシックビルディング症候群(SBS)の発生状況を明らかにし、それらが室内空気質 (IAQ) とどのように関連するかを検討することである。

【方法】タイ・チェンマイの大学病院オフィスに勤務する 290 名の事務職員を対象に横断研究デザインを採用した。SBS の評価質問は職場向け標準化質問票であるスウェーデン語版 Möljömedicin (MM 040 NA) を改変したものであり、主要グループ (皮膚、粘膜、全身症状) に属する 38 の症状とそれらの症状に対する認識に関するものである。また、PM₁₀、PM_{2.5}、CO₂、空気温湿度を連続測定し、国際基準やタイ国内基準との比較を行った。さらに、統計分析ではロジスティック回帰モデルを用いて、IAQ と SBS の関連性を評価した。

※SBS は「週に 1 日以上症状があり、症状が職場環境に起因すると報告した参加者」と定義。

【結果】SBS 症状の最も高い有病率は鼻症状 (25.3%) であり、次いで皮膚症状 (19.1%)、喉症状 (14.6%)、下気道症状 (10.7%) であった。平均値より 1%高い室内相対湿度は鼻症状 (調整オッズ比 0.88[0.80-0.97], $p = 0.007$) および咽頭症状 (調整オッズ比 0.87[0.78-0.96], $p = 0.006$) の有意な減少と関連していた。平均より 1℃高い室内空気温度の変化は鼻症状の増加 (aOR 2.63[1.41-4.90], $p = 0.002$) と関連していた。SBS を予防するには、室内温度を 23℃以下に、相対湿度を 60~70%に制御することが推奨される。

18) Uejio C.K., Tamerius J.D., Vredenburg J., Asaeda G., Isaacs D.A., Braun J., Quinn A., Freese J.P. Summer indoor heat exposure and respiratory and cardiovascular distress calls in New York City, NY, U.S. Indoor Air. 2016;26(4):594-604. doi: 10.1111/ina.12227

【背景・目的】猛暑に関する研究の多くは屋外の気象条件と人間の罹患率および死亡率との関連性を扱っている。先進国では、人々は時間の約 90%を屋内で過ごしている。本パイロット研究では、2013 年 7 月から 8 月にかけて、米国ニューヨーク州ニューヨーク市で救急医療を受けた人々の屋内環境を調査した。

【方法】調査対象地域は米国ニューヨーク州ニューヨーク市の 5 つの区すべてである。データソースは患者が救急医療を受けた建物内の空気温湿度 (HOBO U23 Pro v2 U23-002) と PCR (患者報告システム・緊急通報の種類、患者の年齢、性別、既往症、および患者が治療を受けた郵便番号) である。空気温湿度から HI (熱指数) を算出し、HI の閾値 (26℃) 最終的に 764 件のデータを利用して分析した。

【結果】閾値を超える熱指数は全解析において呼吸困難による通報を行うオッズを 43%増加させ、屋内暑さ指数が 26 °C 以上の建物では、呼吸困難による通報の割合が増加したが、有意な差は認められなかった (下表)。なお、心血管疾患の症例は、屋内での高温環境にさらされる可能性が高くなかった。

Table 4

Case-control study results associating indoor heat exposure and respiratory or cardiovascular cases vs. controls. The analysis was conducted on the full patient care report record

Cases	Independent variable	Odds ratio (95% CI)	s.e.	P-value
Respiratory (N= 809, 338 cases, 471 controls)	Intercept	0.64 (0.24, 1.74)	0.51	0.387
	Indoor heat index >26 °C	1.43 (0.97, 2.10)	0.20	0.071
	Time of day (04:00-07:59)	0.84 (0.48, 1.45)	0.28	0.523
	Time of day (08:00-11:59)	0.58 (0.34, 0.97)	0.26	0.039
	Time of day (12:00-15:59)	0.65 (0.39, 1.08)	0.26	0.099
	Time of day (16:00-19:59)	0.62 (0.38, 1.01)	0.25	0.054
	Time of day (20:00-23:59)	0.76 (0.45, 1.27)	0.26	0.296
	Patient age (years)	1.01 (1.00, 1.01)	0.004	0.041
	Income \$10 000 (neighborhood)	0.99 (0.98, 1.00)	0.004	0.132
	Hispanic (% neighborhood)	1.01 (0.99, 1.02)	0.006	0.136
	Preexisting condition	1.88 (1.36, 2.59)	0.16	<0.001
	PM _{2.5} , average 0-48 h prior	0.96 (0.92, 1.01)	0.02	0.102
	Intercept	0.15 (0.06, 0.35)	0.45	<0.001
	Indoor heat index >26 °C	0.85 (0.55, 1.31)	0.22	0.472
Cardiovascular (N= 762, 291 cases, 471 controls)	Time of day (04:00-07:59)	0.97 (0.53, 1.79)	0.31	0.928
	Time of day (08:00-11:59)	1.29 (0.75, 2.21)	0.28	0.359
	Time of day (12:00-15:59)	1.05 (0.60, 1.81)	0.28	0.874
	Time of Day (16:00-19:59)	0.79 (0.46, 1.37)	0.28	0.401
	Time of day (20:00-23:59)	0.99 (0.56, 1.73)	0.29	0.958
	Patient age (years)	1.01 (1.00, 1.02)	0.004	0.006
	Black (% neighborhood)	0.99 (0.99, 1.00)	0.003	0.037
	Hispanic (% neighborhood)	1.01 (1.00, 1.02)	0.004	0.037
	Preexisting condition	1.89 (1.36, 2.63)	0.17	<0.001
	Renters (% neighborhood)	0.99 (0.99, 1.00)	0.002	0.073
	Ozone (average previous 24 h) per 10 ppb	1.22 (0.98, 1.51)	0.11	0.070

19) Osman L.M., Ayres J.G., Garden C., Reglitz K., Lyon J., Douglas J.G. Home warmth and health status of COPD patients. *European Journal of Public Health*. 2008;18(4):399-405. doi:10.1093/eurpub/ckn015

【背景・目的】住宅のエネルギー効率に関するガイドラインでは、居住空間の室内温度を1日あたり少なくとも9時間は21°Cに保つことが推奨されている。慢性閉塞性肺疾患（COPD）患者の健康状態は自宅においてこの程度の暖かさを維持することと関連しているか検討した。

【方法】英国アバディーン王立病院に入院したCOPD患者148人を対象に、横断観察研究を実施した。2004年10月末から2005年5月中旬の内、代表1週間を対象にEscort iLOG™を用いて、リビングルーム（LR）と寝室の室内空気温度を収集し、居間21°C以上、寝室18°C以上を9時間維持した日数を算出した。健康状態は主にSt George's Respiratory Questionnaire（SGRQ）で評価した。

【結果】148件のLR21°C以上維持時間は46時間/週、基準達成日数は2日（いずれも中央値）であった。また、「21°C以上を9時間維持した日数」が少ないほど、SGRQ症状スコアが有意に悪化した（下表）。特に喫煙者では寒冷住宅の悪影響が大きく、LR暖房日数が2日増加すると、SGRQ impact scoreが約6ポイント改善すると推定された。

Table 3 Coefficients of regression models for SGRQ health status outcomes with warmth exposures

Total SGRQ-Symptoms ^a	B (SE)	P-value ^c	R ²
LR hours 21°C	-0.05 (0.02)	0.03	0.13
LR days (9 h/21°C)	-1.10 (0.42)	0.01	0.14
BR hours 18°C	-0.04 (0.02)	0.07	0.12
BR days (9 h/18°C)	-0.93 (0.45)	0.04	0.14
SGRQ-Activity ^b			
LR hours 21°C	-0.01 (0.02)	0.54	0.08
LR days (9 h/21°C)	-0.69 (0.44)	0.12	0.09
BR hours 18°C	0.01 (0.02)	0.55	0.08
BR days (9 h/18°C)	0.24 (0.47)	0.62	0.07
SGRQ-Impact ^d			
LR hours 21°C	-0.04 (0.03)	0.14	0.17
LR days (9 h/21°C)	-1.12 (0.52)	0.03	0.18
BR hours 18°C	-0.03 (0.03)	0.36	0.16
BR days (9 h/18°C)	-0.62 (0.58)	0.29	0.16
EQ-VAS ^e			
LR hours 21°C	0.005 (0.002)	0.05	0.06
LR days (9 h/21°C)	0.11 (0.05)	0.02	0.07
BR hours 18°C	0.004 (0.002)	0.96	0.03
BR days (9 h/18°C)	0.03 (0.05)	0.51	0.04

Using Bonferroni correction for multiple testing of intercorrelated outcomes a P-value of 0.01 was required for significance

LR: Living Room; BR: Bedroom; Days (9 h/21°C): Number of days with at least 9 h at or above 21°C; Days (9 h/18°C): Number of days with at least 9 h at or above 18°C
Social and clinical variables which were significant at $P < 0.10$ were entered into the adjusted model for each SGRQ component. Full details of covariates with regression coefficients $P < 0.10$ are shown in Appendix 1

a: Adjusted for: Age, COPD prior admissions

b: Adjusted for: Percentage of PredFEV₁ and COPD prior admissions

c: Adjusted for: Age, Percentage of PredFEV₁, COPD prior admissions, marital status

d: Adjusted for: Percentage of PredFEV₁

20) Ooi P.L., Goh K.T., Phoon M.H., Foo S.C., Yap H.M. Epidemiology of sick building syndrome and its associated risk factors in Singapore. *Occupational and Environmental Medicine*. 1998;55(3):188-193. doi:10.1136/oem.55.3.188.

【背景・目的】シックビルディング症候群（SBS）に関して熱帯地域では基礎データが不足していたため、全国規模の罹患率調査を実施し、SBSの発生率と室内空気質その他の要因との関連性を調査した。

【方法】1992～1995年にかけて標準化された質問票の実施、建物内巡回検査、室内環境測定、データの統計的分析を実施した。質問票は個人属性のほか、過去4週間の症状（疲労、頭痛、眠気、めまい、息切れ、吐き気、嘔吐、皮膚の乾燥、眼・鼻・喉の刺激）が調査され、2826名のデータが分析された。

※SBSの基準をWHOのSBSの定義（建物内にいる間に週に少なくとも2回以上、2つ以上の症状が現れること）とした。

【結果】主な症状は疲労（12.3%）、喉の乾燥（10.9%）、目の刺激（9.9%）であり、性別、人種、既往歴、職種、執務時間等によってSBSリスクが異なる。熱環境の悪化についてAORが高く、ストレス、騒音の影響度も高い（Table 3）。一方、推奨値を超える温度・相対湿度・気流変動と症状の明らかな関連性は認められなかった。

Table 3 Multivariate analysis (logistic regression model) of significant determinants predicting the sick building syndrome

Significant determinant	Adjusted OR (95% CI) *	p Value
Low thermal comfort at workstation	2.84 (2.31 to 3.51)	0.0001
High stress level at work	2.41 (1.96 to 2.96)	0.0001
Too much noise	2.06 (1.63 to 2.61)	0.0001
History of a medical condition	1.89 (1.51 to 2.35)	0.0001
Poor lighting	1.83 (1.34 to 2.49)	0.0001
Young employee (16–25 y)	1.57 (1.22 to 2.03)	0.0001
Female	1.31 (1.05 to 1.63)	0.0161

*Adjusted for mutual confounding between significant independent variables (thermal comfort, stress experience, noise, medical condition, lighting, 16–25 year age-group, and sex).

Table 4 Summary of analytical results for selected indoor variables monitored within 56 air conditioned office buildings in Singapore

Variable	Sampling time	Locations (n)	Mean value	Lower limit	Upper limit
Carbon dioxide (ppm)	6–8 h	228	808	350	1560
Carbon monoxide (ppm)	6–8 h	228	1	0.1	5
Ozone (ppm)	6–8 h	48	0.05	0.01	0.47
Volatile organic compounds (ppm)	6–8 h	79	1.9	0.03	37.8
Formaldehyde (μg/m ³)	6–8 h	266	34	2	271
Respirable particles (μg/m ³)	6–8 h	180	23	0.2	120
Heat stress (°C)	6–8 h	180	0.4	0.1	0.6
Air temperature (°C)	6–8 h	285	23	19	27
Relative humidity (%)	6–8 h	285	64	41	89
Air movement (m/s)	6–8 h	180	0.1	0.05	0.83
Noise (dBA)	6–8 h	180	59	56	62
Lighting (lux)	6–8 h	228	513	197	822
Total bacterial counts (CFU/m ³)	4 min	76	204	19	1360
Total fungal counts (CFU/m ³)	4 min	76	63	5	1062

表 2-2-2. 温度と健康影響に関する調査結果

著者	対象者	対象疾患	評価指標	温度の閾値	その他閾値 その他の健康リスク要因 個人属性による影響など
Feng et al. [3]	中国の 28 省の 40 歳以上の人 (CHARLS データベース)	慢性肺疾患 (CLD)			1) 相対湿度 30~70%RH 2) 水道水以外の水の使用が CLD のリスク因子である。 3) CLD を有する参加者は男性である可能性が高く、年齢が高く、BMI が低い傾向にあった。
McGirr et al. [4]	バングラデッシュの 17~86 歳	①General 熱・頭痛など ②Respiratory 鼻水、喉の痛み、咳など ③Digestive 下痢、嘔吐など ④Non-specific 肌の乾燥、局地的感染症など	日最高室内空気温度		1) 住居の建材 (コンクリート壁の家では、竹壁の家と比較して、何らかの症状を報告する確率が 31%有意に低かった (AOR=0.69, $p < 0.01$ 。) 2) 日陰の有無 (日陰のない地域では、日陰の多い地域と比較して、予想される症状数が 27% 有意に高かった (RR=1.27, $p < 0.01$ 。))
Huang et al. [5]	中国における 2006~2017 年に 364 県・区で収集された約 650 万件の非事故死亡データ	①心血管疾患 (CVD) : 2,730,038 件 ②脳血管疾患 (CED) : 1,282,783 件 ③呼吸器疾患 (RESD) : 968,358 件 ほか	Minimum Mortality Temperature (MMTs)	Minimum Mortality Temp. (Indoor) [°C] 全データ: 27.5 男性: 27.5 女性: 27.0 0-64 歳: 27.5 65-84 歳: 27.0 85 歳以上: 28.0 心血管疾患: 27.5 脳血管疾患: 29.0 呼吸器疾患: 27.5	
Umishio et al. [6]	日本の 20 歳以上で住宅の断熱改修を行う意向があること (改修前の住宅が耐久性住宅普及促進法の最高基準でない)		拡張期血圧、収縮期血圧		
Umishio et al. [7]	日本の 20 歳以上で住宅の断熱改修を行う意向があること (改修前の住宅が耐久性住宅普及促進法の最高基準でない)		拡張期血圧、収縮期血圧		
Quinn et al. [10]	ニューヨーク州に居住する 18 歳以上	全体: 睡眠の質 夏期: 熱中症 冬期: 呼吸器感染症	空気温度、水蒸気圧、知覚温湿度		
McCormack et al. [12]	米国ボルチモア地域の COPD 患者 69 例	COPD	①Breathlessness, Cough, and Sputum Scale (BCSS) ②携帯型スパイロメトリー ③救急吸入薬の 1 日あたりの使用頻度		1) 調査対象住宅の室内 PM _{2.5} 濃度が 25%ile にある住宅に居住する参加者 (5 mg/m ³) の場合、室内温度が 10°F 上昇することに BCSS スコアが 0.4 上昇する (症状の軽度の増加を示す) のに対し、75%ile (16 mg/m ³) の住宅に住む個人の場合は、BCSS スコアが 1 上昇する (症状の重度の増加を示す)。

表 2-2-2. 温度と健康影響に関する調査結果（続き）

著者	対象者	対象疾患	評価指標	温度の閾値	その他閾値 その他の健康リスク要因 個人属性による影響など
Shiue [13]	2012～2013 年の 「英国加齢縦断研 究（English Longitudinal Study of Ageing）」 に参加した 50 歳以 上の者		バイオマーカー （血圧、平均動脈 圧、握力、ビタミ ン D、総コレステ ロール、白血球 数、肺機能 (FEV1))	バイオマーカー値 が悪くなる範囲 18°C 未満	
Tietjen et al. [14]	米国 25 州から無作 為に選ばれた 100 棟 の大規模オフィス ビルに勤務する事 務職員（N=4326）	片頭痛 (self-reported Physician diagnosed (SRPD))	Indoor Environmental Parameters (空気温湿度、 CO 濃度、CO ₂ 濃 度、照度、騒音レ ベル、PM ₁₀ 、 VOC)	下記範囲外で SBS リスクが有意に増 加 69～75°F (約 21～24°C)	1) 相対湿度：30～60%RH の範 囲外で SBS リスクが有意に 増加。 2) 女性の SRPD 片頭痛が男性 と比較して高い（27% vs 11%）。 3) VOC、CO、CO ₂
Mansor et al. [15]	マレーシア半島東 海岸地域の公立大 学内にある管理事 務所	①頭痛 ②頭が重い ③疲労・倦怠感 ④眠気 ⑤めまい ⑥吐き気・嘔吐 ⑦咳 など	Indoor Air Quality (空気温湿度、気 流速度、CO 濃度、 CO ₂ 濃度、HCHO を)		1) Industry Code of Practice of Indoor Air Quality (ICOP- IAQ) 2010 によると、最適な 室内温度は 23～26°C であ り、適切な室内相対湿度は 40～70%RH の範囲である。
Jones et al. [16]	中国・タイ、インド、 イギリス、メキシ コ・米国の 43 のオ フィスビルで勤務 する 227 名	喉の痛み、皮膚 の乾燥、目の乾 燥、鼻づまり、倦 怠感、集中困難、 緊張、頭痛、く しゃみなど	相対湿度		
Surawattanas akul et al. [17]	タイ・チェンマイの 大学病院オフィス に勤務する 290 名の 事務職員（平均 40 歳）	皮膚、粘膜、およ び全身の症状に 関する 38 の症 状	空気温湿度、気流 速尾、CO ₂ 、CO、 TVOC、PM _{2.5}	推奨室内空気温度 23°C 以下	1) 推奨相対湿度：60～70%RH 2) 推奨 CO ₂ 濃度：700ppm 以 下
Uejio et al. [18]		呼吸器系疾患、 心疾患	HI (Heat Index)	Heat Index が 26°C 以上で呼吸器 系疾患のオッズ比 が上昇。	
Osman et al. [19]	英国アバディーン 王立病院に入院した COPD 患者 148 人 (平均年齢 69 歳)	COPD	リビング空気温 度、寝室空気温度	リビング空気温度 「21°C 以上を 9 時 間維持した日数」 が少ないほど、 SGRQ 症状スコア が有意に悪化した	

2-3 室内温熱環境と知的作業効率に関する文献レビュー（西原直枝）

A. 研究目的

現在の建築物或いは社会背景に応じた建築物環境衛生管理基準のうち、室内温度基準に関して検討し知見を得る上で、オフィス環境を中心に、国内外の知的作業効率に温熱環境が与える影響についての研究動向を整理することを目的とした。

室内温熱環境と知的作業効率については、2013年に de Dear ら¹⁾がレビューを行っているが、その後、このテーマに関する多くのレビュー論文が行われている。この前後を含む2010～2025年の15年間を対象として、室内温熱環境と知的作業効率についての研究動向をまとめることとした。

B. 研究方法

B1. 概要

2010～2025年の15年間を対象とし、室内温熱環境と知的作業効率に特化した Systematic Review 論文や Review 論文を中心に、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 (PubMed および Scopus) を用い調査した。

（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おこなうものであり、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。

B2. 検索語

表 2-3-1 および表 2-3-2 にデータベースの検索条件を示す。室内温熱環境に関係する検索語として、(temperature OR "hot environment" OR "cold environment" OR "thermal environment") を、知的作業効率に関する検索語として、("cognitive performance" OR productivity)を設定した。さらに、

室内やオフィスに関する研究のみを絞り込むため、(indoor OR office)を用いた。国内外の研究動向を把握することを目的としているため、英語で書かれた Systematic Review 論文および Review 論文を対象とした。検索期間は、2010～2025年を対象とした。データベースとしては、PubMed および Scopus を用いた。

本研究では、現行の建築物環境衛生管理基準の室内温度範囲を目安とし、オフィスの室内環境を想定した知的作業効率への影響を調べた。そのため、検索後のスクリーニングにあたっては、知的作業効率が含まれていないもの、室内温度を対象としていないもの、極端な低温や高温環境を扱っているもの、暑熱のため脱水状態になるような労働環境を想定したもの、屋外作業に関するものは除外した。なお、除外した論文の中には、近年では気候変動の文脈で、暑い労働環境を対象とした検討が行われている傾向があり、主に屋外環境や空調のない室内環境を対象とした研究レビューが複数あった。

PubMed では182件が抽出された。抽出された論文のタイトルとアブストラクトから、本研究目的に沿った論文の選定を行ったところ、8件の論文を選定した。そのうち、フルテキストを読み、除外条件に当てはまるものを除外したところ、2件の論文が選定された。

Scopus では、分野を「Environmental Science」および「Engineering」に絞り込み、同様に検索を行ったところ、266件が抽出された。タイトルとアブストラクトから、本研究の目的に沿った論文の選定を行った。先述した除外条件以外に、子どもや高齢者など特定の対象者に焦点をあてた論文や、主に地域の特徴を検討した論文を除き、83件が選定された。Scopusの方がPubMedよりも、室内環境質に特化した論文誌が多く収録されていることから、幅広い内容が選定された。この具体的な分析については次年度行うこととし、2025年度は、その中でも、室内温熱環境と知的作業効率の関係について直接的に議論している Review 論文を5件選定し、その内容をまとめることとした。

C. 研究結果

表 2-3-3 に本研究で選定した論文一覧を示し、

以下にそれぞれの論文の概要を、出版年順に示す。

de Dear et al.の1991年から2011年の温熱環境研究のレビュー研究では、温熱環境が生産性に影響する可能性については一定の知見が得られているものの未だ不明瞭な点が多いとしている。知的生産性に最適な温熱環境条件については、まだ明確になっていないと述べ、適応能力によって、より広い温度範囲で知的作業効率を維持できる可能性があるとまとめている。

Yeganeh et al.²⁾は、1980年から2018年までに出版された28の室内温度と知的作業効率に関する研究を対象とし、メタ解析を行っている。その結果、最適温度を中心に作業効率は釣鐘状となっており、最適温度から4.34℃、10.04℃、26.68℃と上昇すると、知的作業効率はそれぞれ、0.40%、5.37%、7.97%低下すると推定している。

Zhang et al.³⁾は、8つの幅広い専門分野から73の論文雑誌を選定し、研究論文を抽出した。室内温度が知的作業効率に与える影響に関する2つの主要なモデルである、逆U字モデルと拡張Uモデルについて比較評価を行った。逆U字モデルは、Seppänen⁴⁾のモデルに代表されるもので、特定の1点(約22℃)に最適温度があると想定したものである。この考え方は、ASHRAE Handbook Fundamentals (2013)⁵⁾にも、その不確実性を示しつつも引用されており、温度が温熱快適域から高くまたは低く逸脱すると、作業パフォーマンスが低下する可能性を示す図となっている。なお、ASHRAE Handbook Fundamentalsの図では、最適温度を0としたときの温度差を横軸にした図で示されており、後継のASHRAE Handbook Fundamentals (2025)⁶⁾にも同様のモデルが示されている。一方、拡張Uモデルについては、最初に、Maximal Adaptability ModelとしてHancock⁷⁾によって示されたものである。これは人間の適応能力を適切に割り当てることで、知的作業効率は比較的安定して維持され、一定の快適範囲であれば効率が維持されるというものである。しかし、快適範囲の境界を超えると作業効率は急速に低下する。Zhang et al.のメタ分析では、環境関連要因、タスク関連要因、作

業者起因要因の3つの要素について、それらの相互作用やメカニズムについて検討し、その結果「拡張Uモデル」を支持する結果が得られたと報告し、逆U字モデルで空調設計することがエネルギー消費の観点からも問題があることを議論している。

本報告書2-1でも取り上げられたWolkoff P et al.⁸⁾のレビュー論文では、2020年までの10年間を対象に健康性、知的作業効率、およびウイルスの感染リスクに与える影響について研究論文を収集しレビューを行っている。このうち、知的作業効率については、先述したZhang et al.のように、最適温度をある温度と定めるような逆U字モデルではなく、ある程度、適正温度の幅がある拡張Uモデルの可能性について触れた上で、個別の論文のレビューを行い、温暖から寒冷の地域においては、知的作業効率に対する推奨室内温度の範囲は22～24℃であると報告している。

Porras-Salazar et al.⁹⁾は、Seppänen et al.のモデルを再検討した。室内温熱環境と知的作業効率を直接的に取り扱っている査読付論文29件を対象にし、室内温度を変数としたときの知的作業効率の変化割合についてメタ分析を行った。その結果、これらのモデルの予測精度は低く、オフィスで一般的な温度域である20℃～30℃の間では、統計的に有意な関係性は見いだせなかったと報告している。

Wang et al.¹⁰⁾は、空気温度だけではなく、室内空気質、照明、騒音などの室内環境質を対象とし、注意力(attention)、知覚(perception)、記憶(memory)、言語機能(language function)、高次元認知スキル(higher order cognitive skills)の5つの知的作業効率に関する、66の研究と、8133の関連論文をレビューしている。この中で、室内温熱環境が知的作業効率に与える影響は、タスクの種類によっても異なるなど、一貫した結果が得られていないと報告している。

Dimitroulopoulou et al.¹¹⁾は、世界30カ国以上の政府が策定している室内環境質の規制や国際基準(WHO等)を対象としてレビューを行っている。Rupp et al.¹²⁾やSeppänen et al.が示したように、寒すぎる、あるいは暑すぎる室内温度環境は、不快を生じ、知的作業効率に

影響するが、先述した Zhang et al.が示すように、最適温度が 1 点に存在するわけではなく、知的作業効率が温度に影響されない範囲があり、その範囲を外れるとパフォーマンスが低下することを意味するとまとめている。

D. 考察

現時点では、暑すぎるあるいは寒すぎる環境温度は知的作業効率を低下させるため、適正な温度域は存在するといえるが、その範囲や具体的な温度あるいは温度範囲については統一した見解が得られていないことがわかった。

Seppänen のモデルに代表される、特定の 1 点 (約 22°C) に知的作業効率の最適温度があると想定した「逆 U 字モデル」は、ASHRAE (米国暖房冷凍空調学会) の、ASHRAE Handbook Fundamentals¹⁵⁾にも、その不確実性を示しつつも引用されており、温度が温熱快適域から高くまたは低く逸脱すると、作業パフォーマンスが低下する可能性を示す図が示されており、実務分野への影響が大きいことや、省エネルギーの観点からも議論が活発となっており、2010 年～2015 年のレビューにおいては、逆 U 字モデルおよび拡張 U 字モデルに関する議論が多く行われている状況であることがわかった。特に近年では、拡張 U 字モデルのように、適応能力によって、より広い温度範囲で知的作業効率を維持できる可能性があるという結果が報告されており、個別調節の有無など、温熱環境適応による快適域の拡張にふれたものが多いことがわかった。

特に、Scopus の検索で選定したレビュー論文は、これらの内容をテーマにした論文も多かったため、今後、検索式をより洗練させた上で、レビュー方針を整理する。また、メカニズムを知るために、脳機能との関係をレビューした論文も見受けられた。

今後は、個別調節など、温熱環境適応に関する視点についてのレビューを行うとともに、タスク種類(オフィス模擬作業/認知作業、簡易/複雑、創造性や意思決定のタスクなど)や、タスク評価指標 (正確性、速度、独自指標など)、媒介する心理要因 (疲労、活力、メンタルワークロードなど)、被験者の特性 (性別、年齢など)、脳

機能などのメカニズムに関する観点などについて、整理する必要がある。また、最終的には室温での整理とし、室内環境基準を考える際の参考としたいが、可能な限り空気温度のみならず、放射温度、気流、相対湿度、着衣量、活動量などの温熱環境 6 要素の状況も確認したい。

さらに、近年では、室内環境のエネルギーやウェルビーイングの評価システムと関連させた論文¹³⁾なども出ているため、次年度はこれらについてもあわせて検討し、省エネかつウェルビーイングの実現を目指すという観点からも、室内温熱環境と知的作業効率に関する知見の動向を調査する。

E. 結論

現在の建築物或いは社会背景に応じた建築物環境衛生管理基準のうち、室内温度基準に関して検討し知見を得る上で、オフィス環境を中心に、国内外の知的作業効率に温熱環境が与える影響についての研究動向を整理することを目的とした。室内温熱環境と知的作業効率について、PubMed および Scopus のデータベースを用いて 2010～2025 年の 15 年間を対象として検索を行い、7 件の Review 論文を選定した。暑すぎる、あるいは寒すぎる室温は知的作業効率を低下させることについては共通認識が得られているが、その具体的な最適温度あるいは適正な温度範囲については統一した見解が得られていないことがわかった。

近年では、メタ分析を行うことにより、特定の 1 点に最適温度があると想定した逆 U 字モデルよりも、人間の適応能力を適切に割り当てることで、知的作業効率が比較的安定して維持され、一定の快適範囲であれば効率が維持されるという拡張 U モデルについて支持する複数のレビュー論文が発表されていた。

F. 参考文献

- 1) de Dear, R. J., Akimoto, T., Arens, E. A., Brager, G., Candido, C., Cheong, K. W. D., Li, B., Nishihara, N., Sekhar, S. C., Tanabe, S., Toftum, J., Zhang, H., & Zhu, Y. (2013). Progress in thermal comfort research over the last twenty years. *Indoor Air*, 23(6), 442–461.

- <https://doi.org/10.1111/ina.12046>
- 2) Yeganeh, A. J., Reichard, G., McCoy, A. P., Bulbul, T., & Jazizadeh, F. (2018). Correlation of ambient air temperature and cognitive performance: A systematic review and meta-analysis. *Building and Environment*, 143, 701–716.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.07.002>
 - 3) Zhang, F., de Dear, R., & Hancock, P. (2019). Effects of moderate thermal environments on cognitive performance: A multidisciplinary review. *Applied Energy*, 236, 760–777.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.12.005>
 - 4) Seppänen, O., & Fisk, W. J. (2006). Some quantitative relations between indoor environmental quality and work performance or health. *HVAC&R Research*, 12(3A), 957–973.
<https://doi.org/10.1080/10789669.2006.10391446>
 - 5) ASHRAE. (2013). *ASHRAE handbook: Fundamentals*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
 - 6) ASHRAE. (2025). *ASHRAE handbook: Fundamentals*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
 - 7) Hancock, P. A. (1989). A dynamic model of stress and sustained attention. *Human Factors*, 31(5), 519–537.
<https://doi.org/10.1177/001872088903100503>
 - 8) Wolkoff, P., Azuma, K., & Carrer, P. (2021). Health, work performance, and risk of infection in office-like environments: The role of indoor temperature, air humidity, and ventilation. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 233, 113709.
<https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113709>
 - 9) Porras-Salazar, J. A., Schiavon, S., Wargocki, P., Cheung, T., & Tham, K. W. (2021). Meta-analysis of 35 studies examining the effect of indoor temperature on office work performance. *Building and Environment*, 203, 108037.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108037>
 - 10) Wang, C., Zhang, F., Wang, J., Doyle, J. K., Hancock, P. A., Mak, C. M., & Liu, S. (2021). How indoor environmental quality affects occupants' cognitive functions: A systematic review. *Building and Environment*, 193, 107647.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107647>
 - 11) Dimitroulopoulou, S., Dudzińska, M. R., Gunnarsen, L., Hägerhed, L., Maula, H., Singh, R., Toyinbo, O., & Haverinen-Shaughnessy, U. (2023). Indoor air quality guidelines from across the world: An appraisal considering energy saving, health, productivity, and comfort. *Environment International*, 178, 108127.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108127>
 - 12) Rupp, R., Vásquez, N., & Lamberts, R. (2015). A review of human thermal comfort in the built environment. *Energy and Buildings*, 105, 178–205.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.07.047>
 - 13) Kent, M. G., Parkinson, T., & Schiavon, S. (2024). Indoor environmental quality in WELL-certified and LEED-certified buildings. *Scientific Reports*, 14(1), 15120.
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-65768-w>

G. 研究発表

1. 論文発表
なし

2. 学会発表
なし

H. 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

表 2-3-1 論文検索方法 (PubMed)

Database	PubMed
検索条件	(temperature OR "hot environment" OR "cold environment" OR "thermal environment") AND ("cognitive performance" OR productivity) AND (indoor OR office)
対象論文期間	2010 年～2025 年
スクリーニング	タイトルとアブストラクトを検討した上で、フルテキストをレビューした。
除外条件	オフィス作業などの知的作業効率が含まれていないもの、室内温度を対象としていないもの、極端な低温や高温環境を扱っているもの、暑熱のため脱水状態になるような労働環境を想定したもの、屋外作業に関するもの。
抽出件数	182 件、スクリーニング後 2 件

表 2-3-2 論文検索方法 (Scopus)

Database	Scopus
検索条件	(temperature OR "hot environment" OR "cold environment" OR "thermal environment") AND ("cognitive performance" OR productivity) AND (indoor OR office) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Thermal Comfort") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Indoor Air")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "re")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2025
対象論文期間	2010 年～2025 年
スクリーニング	タイトルとアブストラクトを検討した上で、フルテキストをレビューした
除外条件	オフィス作業などの知的作業効率が含まれていないもの、室内温度を対象としていないもの、極端な低温や高温環境を扱っているもの、暑熱のため脱水状態になるような労働環境を想定したもの、屋外作業に関するもの。
抽出件数	266 件、スクリーニング後 83 件、そのうち直接的に室内温度環境と知的作業効率について取り扱っているレビュー論文 5 件

表 2-3-3 選定したレビュー論文

著者名	年	タイトル	雑誌名	収録 データ ベース	最適温 度域 (°C)	主な結果
de Dear et al.	2013	Progress in thermal comfort research over the last twenty years	Indoor Air	Scopus	-	適応能力によって、ある程度の温度範囲で知的作業効率を維持する可能性がある
Yeganeh et al.	2018	Correlation of ambient air temperature and cognitive performance: A systematic review and meta-analysis	Building and Environment	Scopus	-	最適温度から離れると知的作業効率が低下する釣鐘状のモデル
Zhang, de Dear, Hancock	2019	Effects of moderate thermal environments on cognitive performance: A multidisciplinary review	Applied Energy	Scopus	-	広範囲の学際的なレビューによるメタ分析により、「拡張 U モデル」を支持
Wolkoff, Azuma, Carrer	2021	Health, work performance, and risk of infection in office-like environments: The role of indoor temperature, air humidity, and ventilation.	Int. J. Hyg. Environ. Health	PubMed	22-24	「拡張 U モデル」の可能性に触れつつ、温暖から寒冷の地域における温度の推奨範囲を示す
Porras-Salazar et al.	2021	Meta-analysis of 35 studies examining the effect of indoor temperature on office work performance	Building and Environment	Scopus	-	20°C～30°Cの間では、統計的に有意な関係性は見いだせなかった
Wang et al.	2021	How indoor environmental quality affects occupants' cognitive functions: A systematic review	Building and Environment	Scopus	-	タスクの種類によって異なるなど、一貫した結果が得られない
Dimitroulopoulou et al.	2023	Indoor air quality guidelines from across the world: An appraisal considering energy saving, health, productivity, and comfort	Environ Int.	PubMed	-	最適温度が 1 点に存在するのではなく、知的作業効率が温度に影響されない範囲があり、その範囲を外れると作業効率が低下する

2-4 室内環境の測定法に関するレビュー（下ノ菌慧）

A. 研究目的

建築物における衛生的環境の確保に関する法律（以降、建築物衛生法）では、興行場、百貨店、事務所、学校等の用に供される建築物で、当該用途に供される部分の延べ面積が 3,000m²（学校は 8,000m²）以上の建築物を「特定建築物」と定義し、特定建築物の所有者、占有者等の維持管理について権原を有する者に対して、建築物環境衛生管理基準に従って維持管理をすることが義務づけられている¹⁾。空気環境の調整については、建築物環境衛生管理基準の 7 項目の内、6 項目（浮遊粉じんの量、一酸化炭素の含有率（CO 濃度）、二酸化炭素の含有率（CO₂ 濃度）、温度、相対湿度、気流）を 2 か月以内ごとに 1 回測定することとなっている。

現行の空気環境の測定は測定技術者による立入測定が行われている。建築物衛生法施行規則によると、空気環境の測定方法は「当該特定建築物の通常の使用時間中に、各階ごとに、居室の中央部の床上七十五センチメートル以上百五十センチメートル以下の位置において、次の表の各号の上欄に掲げる事項について当該各号の下欄に掲げる測定器（次の表の第二号から第

六号までの下欄に掲げる測定器についてはこれと同程度以上の性能を有する測定器を含む。）を用いて行うこと。」とされており、表 2-4-1 に示す機器を利用することとなっている。

このように、室内環境の測定法に関する規定はあるものの、特定建築物を対象とした先行研究では、上記に準じた測定した結果、温度が外気と同程度に低い、CO₂ 濃度が外気濃度（≒ 420ppm）よりも低いといった事象が発生していることが報告された²⁾。この主な要因として、温度は測定順序、CO₂ 濃度は測定器の校正が挙げられ、適切な空気環境の測定法を定義することが求められている。

本節では、建築物衛生法における空気環境の測定法の見直しに資するべく、国外の規格をレビューした結果を報告する。

B. 研究方法

国際的に広く知られている規格として、ASHRAE（米国暖房冷凍空調学会）、CIBSE（英国建築設備技術者協会）、ISO（国際標準化機構）、REHVA（欧州の空調・換気設備に関する学協会）をレビューした。また、国独自に規格を設定している例もあり、シンガポール、マレーシアの規格をレビューした。

抽出した内容は①空気環境の基準と②空気環境の測定法である。①空気環境の基準については、建築物衛生法で規定される空気環境 6 項目の基準を整理した。②空気環境の測定法については、測定位置、測定高さ、測定フロア、測定点数、測定時間、測定順序、測定器の仕様を整理した。

C. 研究結果

空気環境の基準の調査結果を表 2-4-2、空気環境の測定法の調査結果を表 2-4-3 に示す。以降は各規格の調査結果の概要である。

C.1. ASHRAE. ANSI/ASHRAE Standard 55-2020³⁾

本規格は「その空間内の居住者の大多数にとって許容可能な熱環境条件をもたらす、室内熱環境要因と個人要因の組み合わせを規定すること」を目的としている。

①空気環境の基準

表 2-4-1. 空気環境の測定方法¹⁾

測定項目	測定器
浮遊粉じんの量	グラスファイバーろ紙（0.3 マイクロメートルのステアリン酸粒子を 99.9 パーセント以上捕集する性能を有するものに限る。）を装着して相対沈降径がおおむね 10 マイクロメートル以下の浮遊粉じんを重量法により測定する機器又は厚生労働大臣の登録を受けた者により当該機器を標準として較正された機器
一酸化炭素の含有率	検知管方式による一酸化炭素検定器
二酸化炭素の含有率	検知管方式による二酸化炭素検定器
温度	0.5 度目盛の温度計
相対湿度	0.5 度目盛の乾湿球湿度計
気流	0.2 メートル毎秒以上の気流を測定することができる風速計

表 2-4-2. 室内環境の基準

規格	浮遊粉じんの量	CO 濃度	CO ₂ 濃度	温度	相対湿度	気流
建築物 衛生法 [1]	0.15 mg/m ³ 以下	6 ppm 以下	1000 ppm 以下	18～28 °C	40～70%RH	0.5 m/s 以下
ASHRAE [3]	—	1) 9 ppm (8 h) 2) 35 ppm (1 h) (NAAQS 準拠)	—	—	—	—
CIBSE [4]	—	1) 100 mg/m ³ (15 m) 2) 60 mg/m ³ (30 m) 3) 30 mg/m ³ (1 h) 4) 11.6 mg/m ³ (8 h)	—	1) 21～23 °C (winter, 50%RH, 0.15 m/s) 2) 22～24 °C (summer, 50%RH, 0.15 m/s)	—	—
ISO [6]	—	<u>Indoor</u> 1) 100 mg/m ³ (15 m) 2) 35 mg/m ³ (1 h) 3) 10 mg/m ³ (8 h) 4) 7mg/m ³ (24 h) (WHO 準拠)	(Outdoor CO ₂ + 800) ppm (Category II)	<u>Operative Temperature</u> 1) 20.0 °C～ (Office, Category II, winter, 50%RH, < 0.1 m/s, 1.0 clo, sedentary activity [～1.2 met]) 2) ～26.0 °C (Office, Category II, summer, 50%RH, < 0.1m/s, 0.5 clo, sedentary activity [～1.2 met])	1) 60%RH (For dehumidification, Category II) 2) 25%RH (For humidification, Category II) Besides, it is recommended to limit the absolute humidity to 12g/kg.	—
REHVA[8]	—	—	—	<u>Operative Temperature</u> 1) 20.0 °C～ (Office, Category II, winter, sedentary activity [～1.2 met]) 2) ～26.0 °C (Office, Category II, summer, sedentary activity [～1.2 met])	1) 60%RH (For dehumidification, Category II) 2) 25%RH (For humidification, Category II)	—
Singapore [9]	—	1) 31 ppm (1 h) 2) 9 ppm (8 h)	(Outdoor CO ₂ + 700) ppm	23～25 °C	65%RH 未満	0.3 m/s 未満
Malaysia [10]	—	10 ppm 以下	1000 ppm 以下 (いかなる時も超 えてはならない)	23～26 °C	40～70%RH	0.15～0.50 m/s

表 2-4-3. 室内環境の測定法

規格	測定位置	測定高さ	対象フロア	測定点数	測定時間	測定器の仕様	
						測定範囲	要求精度
建築物衛生法 [1]	居室の中央部	床上七十五センチメートル以上 百五十センチメートル以下	各階	—	—	—	—
ASHRAE [3]	居住者が実際に過ごす、または過ごすことが予想される場所の代表的なサンプル地点。 ただし、占有分布を観察または推定できない場合、測定地点は以下の両方を含まなければならない。 1. 室の中央 2. 室の壁中心から 1m 離れた点。窓を有する外壁の場合は最も大きな窓の中心から 1m 内側の点。	0.1、0.6、 1.1、1.7m	—	—	2 時間以上	[空気温度] 10～40℃ [相対湿度] 25～95%RH [気流速度] 0.05～2m/s	[空気温度] ±0.2℃ [相対湿度] ±5%RH [気流速度] ±0.05m/s
CIBSE [5]	—	—	—	—	[空気温度] 3～15 分の平均値	[空気温度] 10～40℃ [相対湿度] 25～95%RH [気流速度] 0.05～2m/s	[空気温度] ±0.2℃ [相対湿度] ±5%RH [気流速度] ±0.05m/s
ISO [7]	対象物上またはその周辺、もしくはその居住者を代表する位置の複数箇所。	[座 位]1.1m、 0.6m、0.1m [立 位]1.7m、 1.1m、0.1m ※ ク ラ ス S (Stress) の場 合は、すべて測 定しなければならない。	—	—	—	[空気温度] -60～+150℃ [相対湿度] 5～95%RH [気流速度] 0.1～20m/s	[空気温度] ± (0.6+0.01*t)℃ [相対湿度] ±3%RH [気流速度] ±(0.1+0.05*v) m/s
Singapore [9]	居住者密度が最も高い区域、または室内空気質 (IAQ) の問題が発生する可能性のある区域。	床から 75～ 120cm	建物階数 (「5 階未満」、 「5～10 階」、 「11～20 階」、 「21～30 階」、 「31～40 階」、 「41～50 階」、 「50 階超」) に 応じて対象フロ ア数変動する。	[AHU]空調エリ アから少なくとも 1 つのサンプル を採取する。 [FCU]延床面積 (「3000m ² 未 満」、「3000～ 5000m ² 」、 「5000～ 10000m ² 」、 「10000～ 15000m ² 」、 「15000m ² 超」) に応じて測 定点数が変動する。	—	—	—

表 2-4-3. 室内環境の測定法（続き）

規格	測定位置	測定高さ	対象フロア	測定点数	測定時間	測定器の仕様	
						測定範囲	要求精度
Malaysia [10]	「機器に影響を与える直射日光の当たらない場所」、「できれば廊下や通路で測定しない」、「コピー機やプリンターなどの局所的な発生源から少なくとも 1 メートル離す」、「ドアから 2 メートル以内ではない」など 12 点の注意点が示されている。	75～120cm 110cm が望ましい。	—	空調合計面積 （「3000m ² 未 満」、「3000m ² 以上 5000m ² 未 満」、「5000m ² 以上 10000m ² 未 満」、「10000m ² 以上 15000m ² 未 満」、「15000m ² 以上 20000m ² 未 満」、「20000m ² 以上 30000m ² 未 満」、「30000m ² 以上 40000m ² 未 満」の範囲に測定を行い、その平均値に基づき測定する。）	8 時間単位 連続測定 15000m ² 以上 定（すなわち、4 20000m ² 未 満）、い場合、代替測定（すなわち、4 20000m ² 未 満）の時間帯において 30 分ごと以上 30000m ² に測定を行い、未 満）、その平均値に基づき測定する。）	—	—

当該規格では、個別の項目で基準が設けられておらず、PMV（平均温冷感申告）などの総合的な指標で示されている。

②空気環境の測定法

空気環境の測定法は「7.3 Measurement Methods」に記載されている。測定位置は「7.3.2 Physical Measurement Positions within the Building」に記載されており、「居住者が実際に過ごす、または過ごすことが予想される場所の代表的なサンプル地点において、熱環境の測定を行わなければならない。（原文：Thermal environment measurements shall be made in the building at a representative sample of locations where the occupants are known to, or are expected to, spend their time.）」とされている。ただし、占有分布を観察または推定できない場合、測定地点は以下の両方を包含しなければならない。

1. The center of the room or space
2. 1.0 m inward from the center of each of the room's walls. In the case of exterior walls with windows, the measurement location shall be 1.0 m inward from the center of the largest window.

即ち、「室中央」かつ「室の壁中心から 1m 離れた点。窓を有する外壁の場合は最も大きな窓の中心から 1m 内側の点。」で測定することとなっている。なお、同項には測定高さも規定さ

れており、「空気温度と平均気流速度は 0.1m、0.6m、1.1m、および 1.7m の高さで測定しなければならない。（原文：Air temperature and average air speed shall be measured at the 0.1, 0.6, 1.1, and 1.7m levels.）」とされている。

測定時間は「7.3.3 Timing of physical measurements」に記載されており、「測定期間は 2 時間以上とし、かつ評価対象期間（年、季節、または典型的な日）における総占有時間のサンプルを代表するものとする。あるいは、予測される占有のピーク時間帯と直接的に特定された期間中に実施するものとする。（原文：Measurement periods shall span two hours or more and, in addition, shall represent a sample of the total occupied hours in the period selected for evaluation (year, season, or typical day) or shall take place during periods directly determined to be the critical hours of anticipated occupancy.）」とされている。なお、測定間隔も同項に記載されており、「空気温度、平均放射温度、および湿度の測定間隔は 5 分以下とし、風速の測定間隔は 3 分以下とする。（原文：Measurement intervals for air temperature mean radiant temperature, and humidity shall be five minutes or less, and for air speed shall be three minutes or less.）」とされている。

測定器の仕様は「7.3.4 Physical measurement device criteria」に記載されており、測定器の精度は表 2-4-2 に示すとおりであ

る。

C.2. CIBSE: CIBSE Guide A. sixth edition 2015⁴⁾

本規格は建材の性能、暖房・換気システムの選定、熱環境評価の手法、エネルギー需要などの設計基準や計算方法の指針を示している。

①空気環境の基準

空気温度は Table 1.1 に特定の用途における推奨快適性基準が整理されており、Office (general) の場合、冬期は 21～23°C、夏期は 22～24°C (いずれの季節も相対湿度 50%RH、気流速度 0.15m/s の場合) であった。

相対湿度は「1.5 Humidity」に記載されており、「空調システムの設計上、夏季の設計乾燥結果温度の推奨範囲内で室内の相対湿度を最大 60%に抑えることで、人が居住するのに許容できる快適条件が得られ、カビの繁殖やハウスダストダニのリスクを最小限に抑えることができる。(原文: For the purposes of designing air conditioning systems, a maximum room relative humidity of 60% within the recommended range of summer design dry resultant temperatures would provide acceptable comfort conditions for human occupancy and minimise the risk of mould growth and house dust mites.)」とされているほか、「通常、座り仕事を行う居住者に適した設計温度において、室内湿度は相対湿度 (RH) 40%以上であるべきだ。(原文: at the design temperatures normally appropriate to sedentary occupancy, the room humidity should be above 40% RH.)」とされている。なお、「短期間であれば、これより低い湿度でも許容されることが多い。相対湿度 30%以下でも許容される場合があるが、その際は、粉塵やタバコの煙などの空気中の刺激物質の発生を制限し、居住者からの静電気放電を防ぐための予防措置を講じる必要がある。(原文: Lower humidity is often acceptable for short periods. Humidity of 30% RH or below may be acceptable but precautions should be taken to limit the generation of dust and airborne irritants, such as tobacco smoke, and to prevent static discharge from occupants.)」と記載されている。

CO 濃度は Table 1.8 に個々の物質に関する指針値が整理されており、表 2-4-2 に示すとおりである。

C.3. CIBSE: CIBSE Guide A. sixth edition 2015⁵⁾

本規格は「4 つの主要な室内環境品質 (IEQ) の側面について、対象範囲や評価指標、利用可能な計測機器やセンサー、実用的なサンプリングに関する考慮事項、および事例研究を含む包括的な概要を示すことで、建築専門家に室内環境品質の継続的モニタリングに関する基礎知識を提供する」ものである。

②空気環境の測定法

空気温度、MRT (平均放射温度)、気流速度、相対湿度、作用温度の測定器の仕様、測定高さ、測定時間が記載されている。測定器の仕様と測定高さは ASHRAE に準じているが、空気温度の測定時間は 3～15 分の平均とされている。

C.4. ISO: ISO-17772-1. First edition 2017-06⁶⁾

本規格は「熱環境、室内空気質、照明および音響に関する室内環境パラメータの要求事項を規定し、建築システムの設計およびエネルギー性能計算のためにこれらのパラメータをどのように設定するかを規定する」ものである。これには、局所的な熱的不快感要因、通風、放射温度の不均一性、垂直方向の気温差、および床面温度に関する設計基準が含まれる。

本文書は室内環境のモニタリングおよび表示に用いるべきパラメータの特定も含まれる。基準の分類は建物の種類、居住者の種類、気候の種類、国ごとの違いに応じて異なる場合がある。本規格は空調対象となる空間に対して選択可能な、いくつかの異なる室内環境のカテゴリを規定する。具体的には Table 2 に示される 4 つのカテゴリ (IEQ_I [High]、IEQ_{II} [Medium]、IEQ_{III} [Moderate]、IEQ_{IV} [Low]) が規定されている。通常のレベルは「Medium」となる。特別なニーズを持つ居住者 (子供、高齢者、障がい者など) に対しては、より高いレベルが選択される場合がある。低いレベルを選んでも健康上のリスクはないが、快適性が低下する可能性がある。

①空気環境の基準

温度は「Annex H Default criteria for the

thermal environment」に記載されており、OT（作用温度）として整理されている。「Medium」の場合、冬期は 20°C 以上（相対湿度 50%RH、気流速度 0.1m/s 未満、着衣量 1.0clo の場合）、夏期は 26°C 以下（相対湿度 50%RH、気流速度 0.1m/s 未満、着衣量 0.5clo の場合）である。

CO₂ 濃度は「Annex I Basis for the criteria for indoor air quality and ventilation rates」の「I.1 Default design ventilation air flow rates」に記載されており、「Medium」の場合、「(外気濃度+800)ppm」（1 人あたりの CO₂ 呼出量が 20L/h の場合）とされている。

相対湿度は「Annex I Basis for the criteria for indoor air quality and ventilation rates」の「I.3 The recommended criteria for dimensioning of humidification and dehumidification」に記載されており、「Medium」の場合、除湿目的で 60%RH、加湿目的で 25%RH とされている。ただし、「人の滞在以外に湿度に関する要件がない建物（オフィス、学校、住宅など）の場合、通常、加湿や除湿は必要ない。（原文：For buildings with no other humidity requirements than human occupancy (e.g. offices, schools and residential buildings), humidification or dehumidification is usually not needed.）」とも記載されている。

CO 濃度は「Annex M WHO health-based criteria for indoor air」に記載されており、WHO の基準に準じて表 2-4-2 に示すとおりである。

C.5. ISO: ISO-7726. Third edition 2025-10⁷⁾

本規格は「環境を特徴づける物理量を測定するための測定器の最低要件、および当該環境の物理量を測定する方法を規定する」ものである。熱環境の研究に使用することを目的とした、熱環境の人間工学に関する一連の国際規格の一つであり、以下の点を網羅している。

- ・ 既存の規格や策定中の規格を考慮した上で、測定、試験、または解釈の方法において使用される用語の定義
- ・ 熱環境を特徴づける物理量を測定する方法に関する仕様の策定
- ・ パラメータを解釈するための 1 つまたは複

数の方法の選定

- ・ 快適範囲内の熱環境および極限環境（高温・低温の両方）に対する推奨値または曝露限界の規定
- ・ 熱または寒さからの個人または集団の保護を目的とする装置またはプロセスの効率を測定する方法の規定

②空気環境の測定法

空気環境の測定法は「7. The characteristics of physical quantity measuring instruments」に記載されている。測定器の仕様は「7.2 Characteristics of instruments for measuring the basic quantities」に記載されており、Table 3 にその詳細が記載されている。特徴としては、Class C と Class S に分類されていることである。Class C は快適さ (Comfort)、Class S はストレス (Stress) を評価するものである。建築物衛生法の趣旨を考慮すると、Class S を参照するのが良いと考えられ、測定器の仕様は表 2-4-2 に示すとおりである。なお、同項には「すべての測定機器は定期的に校正され、要求される全ての仕様を満たしていることを確認されなければならない。（原文：All measurement instruments should be periodically calibrated and verified they satisfy all required specifications.）」と記載されている。

測定手順は「8. Specifications relating to measuring methods」に記載されているが、詳細は原文を参照されたい。本調査に関連が大きい項目としては、測定高さが Table 6 に記載されており、着座を想定する場合は「0.1m、0.6、1.1m」、立位を想定する場合は「0.1m、0.6、1.7m」とされている。

測定位置は「9. Specifications relating to monitoring methods」に記載されており、「熱環境測定は建物内（または特定の作業位置）において、居住者が時間を過ごすことが確認されている、または予想される代表的な位置のサンプルで実施すべきである（そのような情報が得られない場合は、部屋や空間の中央で実施する）。（原文：thermal environment measurements should be carried out in the building (or in a given working position) at a representative sample of locations where the

occupants are known to, or are expected to spend their time (or in the middle of the room or space if such information are not available).)」とされている。

C.6. REHVA: Guidebook No. 14. 2011⁹⁾

本規格は「新築または既存の建物における「室内気候品質」(ICQ)の評価に関する実践的な情報を、主に使用段階において提供すること」を目的としている。実務者が熱環境および室内空気質 (IAQ) の問題に対処するために必要な理論的背景を提供すること、建物の ICQ 評価で使用される主要な指標および記述子を提示すること、関連する測定原理およびそれぞれのセンサーや機器を紹介すること、そして最後に、モニタリングおよびデータ収集戦略について論じ、スポット測定と長期監査の両方の計画に活用できる指針を示すことも含まれている。

①空気環境の基準

基本的な概念は ISO に準じている。

②空気環境の測定法

測定器の仕様は「6 SENSORS AND MEASUREMENT EQUIPMENTS」に記載されているが、C.5 に示した仕様の一つ前の版を引用している。今後、改訂される可能性があるため、ここでは言及しないこととする。

C.7. Singapore: SS554. 2016⁹⁾

建物利用者が許容できる室内空気質を規定し、健康への悪影響の可能性を最小限に抑えることである。IAQ のパラメータと測定は「6 Indoor air quality parameters and measurement」に記載されている。一般的には IAQ は室内空気質を指すが、当該章の冒頭に「室内空気質は、熱的快適性のパラメータや空気中の汚染物質の影響を受ける。(原文: IAQ is influenced by thermal comfort parameters and airborne contaminants.)」と記載されており、thermal comfort には空気温度、MRT (平均放射温度)、相対湿度、気流速度が含まれるとされている。

①空気環境の基準

推奨される室内空気質 (IAQ) パラメータは Table 1 に整理されており、各項目は表 2-4-2 に示すとおりである。

②空気環境の測定法

室内環境の測定法は「6.3 Measurement of indoor air quality」に整理されている。

測定点数は「6.3.2 Indoor sampling points」に記載されており、建物内の占有階数 (使用階数) に応じて下記の割合となっている。

5 階未満	: 80% of floors
5～10 階	: 70% of floors
11～20 階	: 60% of floors
21～30 階	: 12 floors or 50% of floors*, whichever higher
31～40 階	: 15 floors or 40% of floors*, whichever higher
41～50 階	: 16 floors or 35% of floors*, whichever higher
50 階超	: 18 floors or 30% of floors*, whichever higher

※整数に切り上げる。

測定点数も同項に示されており、空調方式によって測定点数が決定される。

①AHU の場合: 選定された各階・各施設について、個別の空調機で空調されている各独立したエリアから、少なくとも 1 か所ずつサンプルを採取すべきである。(原文: For each selected floor/premises, at least one sample should be taken from each separated area serviced by a separate air handling unit)

②FCU の場合: 延床面積に応じて下記のとおりとなっている。

3000m ² 未満	: 1 point for every 500 m ²
3000～5000m ²	: 6, with 1 additional point for every 1000 m ²
5000～10000m ²	: 8, with 1 additional point for every 1250 m ²
10000～15000m ²	: 12, with 1 additional point for every 1500 m ²
15000m ² 超	: 15, with 1 additional point for every 2000 m ²

測定位置は「6.3.3 Sample position」に記載されており、「サンプルは利用者の密度が最も高い場所、または室内空気質 (IAQ) に問題が生じる可能性のある場所から採取すべきである。

(原文: Samples should be collected from an area with the highest occupant density or area with potential IAQ issues.)」とされている。

る。測定高さも同項に示されており、「サンプリングポイントまたはサンプリングプローブは、床から 75～120cm の高さに、部屋の中央または利用者が集まるエリアに設置し、建物の利用者の呼吸域にできるだけ近づけるべきである。

(原文: The sampling point or sampling probe should be located between 75 and 120 cm from the floor at the centre of the room or an occupied zone, and as close as possible to the breathing zone of the building occupants.)」とされている。

C.8. Malaysia: Industry Code of Practice on Indoor Air Quality. 2010¹⁰⁾

本規格は「室内空気質 (IAQ) の改善に関する指針を提供するとともに、空冷式スプリットユニットを含む機械式換気・空調 (MVAC) システムが導入された屋内または閉鎖環境において、従業員やその他の利用者に不快感や健康への悪影響が生じないよう、選定されたパラメータに関する最低基準を設定する」ことを目的としている。同国では 1994 年に労働安全衛生法が規定され、「雇用主および占有者 (建物の所有者および管理者を含む) は、従業員または従業員以外の者 (占有者) に対して安全な職場を提供しなければならない。」とされている。なお、本規格では、住宅は対象外となっている。

「2.0 Complaints and Investigation of an Indoor Air Quality Problem」には入居者から苦情を受けた場合の対処方法について記載されている。建物所有者または管理者は以下のいずれかの場合に室内空気質に関する懸念事項を調査する責任を負う。

- A) 苦情が寄せられた場合
- B) 当該スペースの収容人数が当初の設計における推奨収容人数を超えた場合
- C) 換気システムに大幅な変更を伴う改修が行われた場合

苦情に対して明らかな解決策がある場合、建物の所有者または管理者は、直ちに是正措置を講じなければならない。一方、室内空気質の問題の原因を特定または解決できない場合は室内空気質評価者による評価を実施しなければならない。また、従業員に建物関連疾患またはシックハウス症候群の顕著な症状が見られる場合、

建物の所有者または管理者はその状況を雇用主に通知し、雇用主は当該従業員を健康診断に受けさせ、健康状態を確認しなければならない。

①空気環境の基準

室内空気質評価者による評価は表 2-4-2 に示すとおりである。空気温度は建築物衛生法よりも狭い範囲となっているが、その他の項目は概ね同じである。ただし、CO₂ 濃度はいかなる時も超えてはならない上限値として決められている。

②空気環境の測定法

空気環境の測定法は「Appendix 4 Measurement and Analysis of IAQ Parameters」に記載されている。

測定点数は Table A4-1 に整理されており、空調合計面積に対して下記の最低測定点数が定められている。

3000m ² 未満	: 1 per 500 m ²
3000m ² 以上 5000m ² 未満	: 8
5000 m ² 以上 10000m ² 未満	: 12
10000 m ² 以上 15000m ² 未満	: 15
15000 m ² 以上 20000m ² 未満	: 18
20000 m ² 以上 30000m ² 未満	: 21
30000m ² 以上	: 1 per 1200 m ²

また、「屋外の大気測定データは、屋外の汚染物質が室内空気質の悪化に寄与しているかどうかの手がかりとなる可能性があるため、すべての室内空気質パラメータ (空気の流れを除く) について、調査対象エリアの新鮮空気取り入れ口のすぐ近くで、並行して屋外でのモニタリングを行うべきである。少なくとも 1 回のサンプリングを行うべきである。(原文: As outdoor air measurement data may provide some hints on whether outdoor pollutants contribute to poor IAQ, all the IAQ parameters (except air movement) should, in parallel, be monitored outdoors in close proximity to the fresh air intakes of the study areas. At least one sample should be taken.)」とされている。

測定位置は「A4.2.2 Sample position」に記載されており、以下の 12 点に注意する必要がある。

- A) 主要なワークステーションの配置と作業内容を示す (原文: representing the

- primary workstation layout and work activities)
- B) その位置は調査区域内の業務活動への支障を最小限に抑えるものでなければならない (原文 : the position should be of minimal disturbance of work activities within the study area)
 - C) 角や窓、壁、仕切り、その他の垂直面 (例 : ファイルキャビネット) から少なくとも 0.5 メートル離す (原文 : at least 0.5 m from corners or windows, walls, partitions, and other vertical surfaces (e.g. file cabinets))
 - D) 給気ディフューザー、誘導ユニット、床置きファン、ヒーターの真前、あるいは操作者の吐息などが直接当たらない場所など (原文 : not directly in front of air supply diffusers, induction units, floor fans, or heaters, or the exhaled breath of the operator, etc)
 - E) 機器に影響を与える直射日光の当たらない場所 (原文 : not under direct sunlight that will impact instrumentation)
 - F) できれば廊下や通路で測定しない (原文 : preferably not in hallways or passageways)
 - G) コピー機やプリンターなどの局所的な発生源から少なくとも 1 メートル離す (原文 : at least 1 metre from localised sources such as photocopiers, printers, etc)
 - H) 廊下やロビーでサンプリングを行う場合、エレベーターから 3 メートル以内では行わない (原文 : not within 3 m of an elevator if sampled at a corridor / lobby)
 - I) ドアから 2 メートル以内ではない (原文 : not within 2 m of doors)
 - J) 通常時および緊急時において、対象区域からの避難を妨げたり、支障をきたしたりしない (原文 : not obstructive to, or interfering with, occupant egresses from the study area under normal or emergency situations)

K) 公共交通機関の駅と接続している交差点ではない (原文 : not at the junction connected to stations of the public transport facilities)

L) サンプリング装置の吸気口を、床から 75 ～120cm、できれば 110cm の高さに設置する (原文 : placing inlets of samplers at a height between 75 and 120 cm, preferably 110 cm from the floor)

測定時間は「A4.2.3 Sampling period」に記載されており、「特に指定がない限り、室内空気質 (IAQ) パラメータの測定は 8 時間単位で行うべきである。8 時間の連続測定が現実的でない場合、代替測定 (すなわち、4 つの時間帯において 30 分ごとに測定を行い、その平均値に基づく間欠的な測定手法) も認められる。4 つの時間帯を選定する際には、建物の運用パターンを考慮に入れるべきである。

指針として、オフィスビルでは 4 つの時間帯を営業時間内に均等に配分すべきであり、公共の場所では、利用者が最も多い時間帯など、最悪のケースを網羅するようにすべきである。リアルタイムモニターを使用する場合、8 時間連続測定または代替測定手法のいずれを採用するかに関わらず、データロガーを使用するか、現場のデータ記録シートに適切に記録することで、各サンプリングポイントにおいて少なくとも 5 分ごとに 1 回の測定を行うべきである。(原文略)

測定精度は「A4.2.4 Sampling techniques」に記載されており、±10%以内を求められている。また、測定器の仕様は「A3.1 Air temperature, relative humidity, and air movement」と「A4.4.1 Carbon dioxide and carbon monoxide」に記載されており、「気温、相対湿度、および気流は、気温測定用の単純な温度計や湿度測定用の乾湿球温度計から、高度な電子機器に至るまで、さまざまな方法で測定できる。(原文 : Air temperature, relative humidity and air movement can be measured by several methods ranging from a simple thermometer for temperature and a wet and dry bulb thermometer for humidity to sophisticated electronic instruments.)」、「CO₂

濃度およびCO濃度は、非分散型赤外線(NDIR)分析装置や電気化学的酸化装置などのリアルタイムモニターを用いて測定すべきである。(原文: The level of carbon dioxide and carbon monoxide should be measured by a real-time monitor, such as a non-dispersive infrared(NDIR) analysers or electrochemical oxidation device.)」とされている。

D. 考察

本節では、ASHRAE、CIBSE、ISO、REHVAといった国際規格ならびにシンガポール、マレーシアの国独自の規格について調査した。

①空気環境に基準については、規格によって大きく値が異なる結果となった。これは、学協会が発行する国際規格はISO⁹⁾の目的にも記載されているように、「熱環境の研究に使用することを目的」のものであることが要因と考えられる。即ち、快適性を目指した空気環境の基準のレンジは狭くなっている。一方、マレーシアの規格は建築物衛生法の趣旨に類似したものであり、空気環境の基準も概ね同じであった。

②空気環境の測定法については、ほとんどの規格で建築物衛生法より詳細に記載されていた。ASHRAE、CIBSE、ISO、REHVAは快適性を目的とした規格であり、その測定法も類似していた。一方、国の規格では対象フロアや測定点数など国際規格には規定されていない項目もあった。特に、マレーシアの規格は測定位置に関する12の注意点や測定時間についても規定されており、先行研究²⁾で抽出された現行の測定法の課題についても解決できる可能性もある。

建築物衛生法の空気環境の測定法への見直しに向けては下記のようなことが考えられる。

- ・ 測定位置：室中央は当該室を代表する…として不可欠と考えられる。一方、シンガポールの規格のように「居住者密度が最も高い区域、または室内空気質(IAQ)の問題が発生する可能性のある区域。」とすることも考えられる。ペリメータ部や居住者密度が高い点などは空気環境が悪化する可能性のある点として追加で測定することも考えられる。
- ・ 測定高さ：国外の規格と比較しても大き

く異ならない。ただし、冬期は足元の空気温度が低下する可能性が高いことから、注意する必要がある。

- ・ 対象フロア：建築物衛生法では各階となっている。最上階と最下階は含まれるべきであると考えられるが、基準階の空気環境は大きく変わらない可能性もある。シンガポールの規格のように、対象フロアを限定し、その代わりにフロア内の測定点を増やすことも考えられる。
- ・ 測定点数：シンガポールの規格では、AHU 場合は空調ゾーンごとに測定することとなっている。空調ゾーンによって空気温湿度が異なる事例もあることから、前述のように、対象フロアを限定し、その代わりに空調ゾーンごとに測定することも考えられる。

E. 結論

本節では、建築物衛生法における空気環境の測定法の見直しに資するべく、国外の規格をレビューした。学協会が発行する規格は快適性を対象としたものであったが、マレーシアの規格は建築物衛生法の趣旨に類似したものであり、その室内環境の測定法は建築物衛生法にも適用すべき点が見受けられた。現時点では、東南アジアの国の規格のレビューに留まっていることから、引続きレビューを進める予定である。

F. 参考文献

- 1) 厚生労働省. 建築物環境衛生管理基準について. <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei10/> (2026/5/7 アクセス)
- 2) 下ノ菌慧, 海塩渉, 鍵直樹, 中野淳太, 金勲. 建築物衛生法における環境衛生管理へのデジタル技術活用に向けた研究 第1報—空気環境管理への小型測定器の活用可能性に関する検証. 空気調和・衛生工学会論文集. 2026;51(350):11-21.
- 3) ASHRAE. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. ANSI/ASHRAE Standard 55-2020. 2021.
- 4) CIBSE. Environmental design. Guide A. 2015.

- 5) CIBSE. Monitoring indoor environmental quality. TM68. 2022.
- 6) ISO. Energy performance of buildings — Indoor environmental quality —, Part 1: Indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings. ISO 17772-1. 2017.
- 7) ISO. Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring and monitoring physical quantities. ISO 7726. 2025.
- 8) REHVA. Indoor Climate Quality Assessment. Guidebook No. 14. 2011.
- 9) Enterprise Singapore. Code of Practice for Indoor Air Quality for Air-conditioned Buildings. Singapore Standard 554. 2016.
- 10) Department of Occupational Safety and Health, Ministry of Human Resources, Malaysia. Industry Code of Practice on Indoor Air Quality 2010. 2010.

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

なし

2-5 共有空間についてのレビュー（高田暁）

A. 研究目的

建築物衛生法では、特定建築物について、空気調和設備を設けている場合は、居室において基準におおむね適合するように、空気を浄化し、その温度、湿度又は流量を調節して供給する必要があるとなっている。一方、共有空間の扱いについては、明確なコンセンサスがあるとはいえない状況である。

特定建築物の共有空間として想定されるのは以下のようなものである。

- ・廊下
- ・トイレ
- ・給湯室
- ・休憩スペース
- ・エレベーター
- ・階段室
- ・エントランス
- ・喫煙室

特に、オフィスなどのワークスペースとして利用される特定建築物を想定すると、これらの共有空間は、一日の仕事時間の中で、短時間滞在する空間ということになる。比較的古い建物では、共有空間は非空調であり、そこで執務することは稀であろう。一方、比較的新しい建物では、共有空間で空調が行われている。建物全体が一つの会社のオフィスというケースでは、執務を行う場所の多様化、自由化が進んでいることから、共有空間で執務する機会も増加していると考えられる。一方、比較的新しい建物でもテナントとして各会社が入居するスタイルの場合、トイレやリフレッシュ時など短時間利用するか、廊下やエントランスのような通過空間としての位置づけとなる。

表 2-5-1 オフィスの共有空間の状態

	比較的古い建物	比較的新しい建物
執務を行うか	執務しない	執務することもある
空調 or 非空調	空調を行わない	空調を行う

非空調ということであれば、建築物環境衛生管理基準の適用対象外の空間ということになるが、空調を行うとなれば、適用対象となる。古い建物の場合、共有空間（例えば廊下）が執務

室に熱的な影響を与えることは十分に考えられる。立ち入り検査の際、検査者は共用空間から入ってきて、その後、執務室で検査を行うことが想定されるが、測定の方法によっては、共用空間の影響を受けている可能性もある。居室以外の共有空間についての温湿度等の測定例をレビューし、共有空間についての知見を整理することを目的とする。

B. 研究方法

建物の共有空間の温熱環境性能に関する測定結果や関連資料を、過去の学会や各種の文献から検索する。

C. 研究結果

共用空間について、過去の文献から、温熱環境の測定例を検索した。ヒットする数は少ないが、空気調和・衛生工学会大会の論文から 2 例、民間の研究所のアンケート調査結果を 1 例を紹介する。

(1)諫早ら, ZEB+（ゼブプラス）関連技術を結集した実証棟の設計及び運用検証（第 13 報）緩和空調空間における中間期の温熱環境および自然換気システムの調査, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 10, pp.301-304, 2022.

オフィスビルにおいて、中間期に自然換気を行っている場合の、共有空間の温熱環境測定の結果が示されている（10 月下旬から 11 月上旬に測定）。共有空間を執務スペースとして利用することを想定した設計がなされており、測定場所もそこで執務がなされることを前提とした評価が行われている。この研究論文自体は、自然換気システムの評価を目的としているが、このような建物における執務室と共有空間のデータを合わせて評価することが、課題となりそうである。

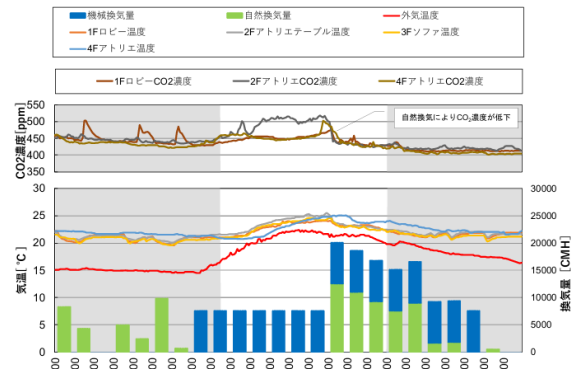


図 2-5-1 空気温度・CO₂濃度の経時変化・換気量

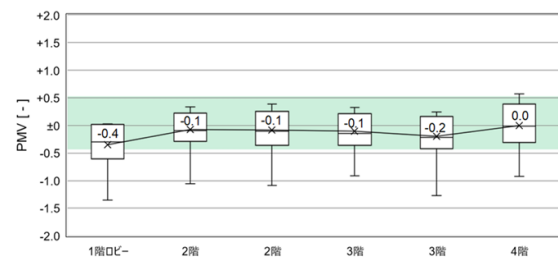


図 2-5-2 各計測点の PMV 分布の推定

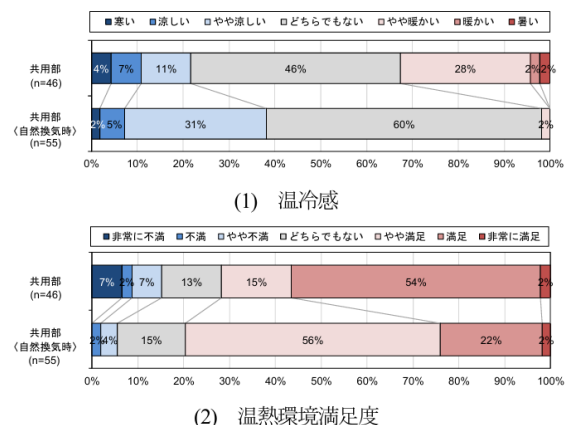


図 2-5-3 温熱環境に関するアンケート調査結果

(2) 秋山ら, 超高層ビルによる自立エネルギー型都市づくりに関する研究 (第9報) 基準階オフィスにおける室内環境実態と省エネルギー効果, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 10, pp.209-212, 2020.

超高層オフィスの基準階の室内環境の測定結果である。通年のデータが示されている。執務空間のデータが中心であるが、トイレ、リフレッシュスペース、エレベーターホールの気温の測定値が示されている。本論文で共用空間

の測定が行われたのは、省エネルギー評価の観点からである。このオフィスでは、共用空間での執務は想定されておらず、基準階の各事務室がテナントとなっているケースと思われる。ただし、共用空間は空調が行われている例である。

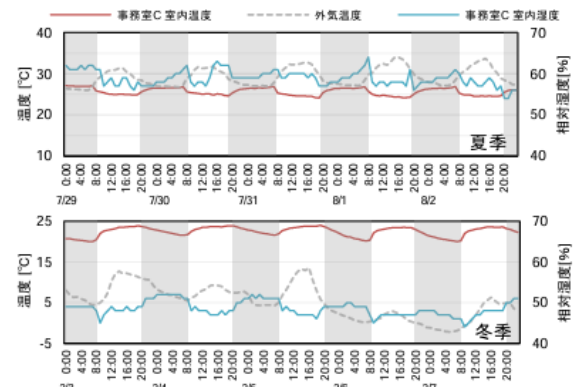


図 2-5-4 事務室の気温と相対湿度（夏季と冬季の代表週）

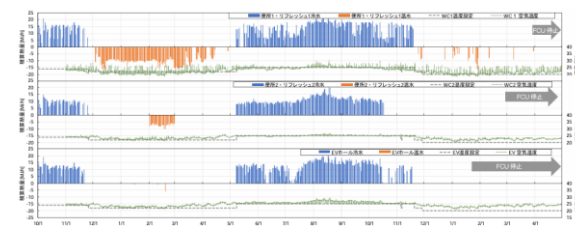


図 2-5-5 トイレ、リフレッシュスペース、EVホールの気温（10月から4月の連続測定結果、FCUの処理熱量と併せて表示されている）

(3) ザイマックス不動産総合研究所 ESG からみるオフィスビル設備①（アンケート調査結果）

ESG (Environment, Social, Governance) の観点で企業が入居するビルを選ぶ際に求める項目や設備について、アンケート調査を実施した結果である。ビルの場所を「執務スペース（業務をするための部屋）」「トイレ・給湯室」「その他共用部・ビル全体」に分けて調査が行われている。

「トイレ・給湯室」といった短時間滞在する共用空間でも、快適な温湿度・空気環境を求める回答が回答者の 57%を占め、回答項目でも上位に入っている。「その他共用部・ビル全体」については全体の 69%に達する回答者が快適な温湿度・空気環境を求める回答をしている。な

お、執務スペースでは、快適な温湿度・空気環境を求める回答が回答項目の中、最上位で、76%の回答者がそれを重要項目として挙げている。

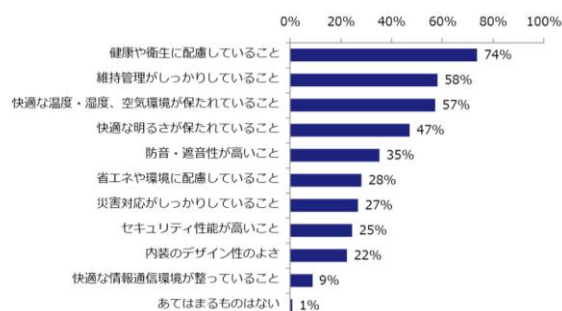


図 2-5-6 トイレ・給湯室で入居する際重要と思う項目（複数回答、n=555）

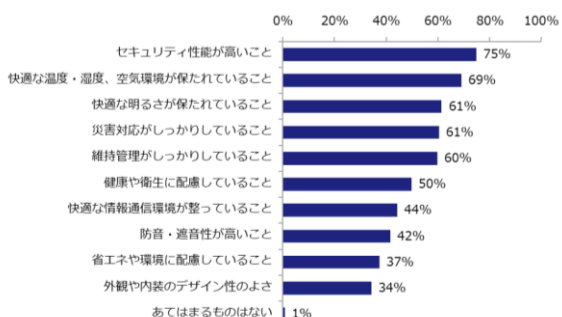


図 2-5-7 その他共用部・ビル全体で入居する際重要と思う項目（複数回答、n=555）

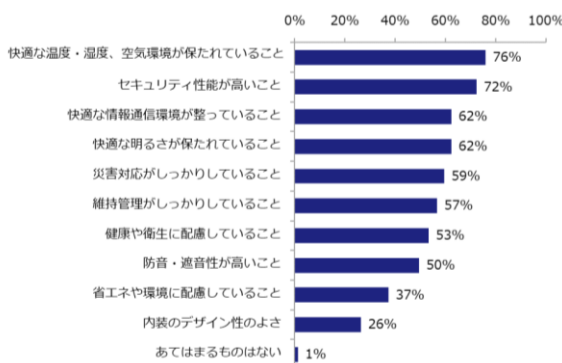


図 2-5-8 執務スペースで入居する際重要と思う項目（複数回答、n=555）

D. 考察

共有空間の温熱環境の測定例は非常に少ない。通過空間、一時的利用の空間としての用途だけでなく、仕事を行う空間としての共有空間の用途も増えてきている。共有空間の温熱環境に関する情報収集が一層必要であると思われる。

E. 結論

オフィスビルなど特定建築物の執務空間の温熱環境の測定例も公表されているものが多いが、共用空間の温熱環境の測定例はさらに少ない。測定例は存在していたとしても、エネルギー評価や導入されたシステムの評価の一部として測定されたものであり、共用空間の温熱環境を直接評価した研究は非常に少ない。その一方で、共用空間の温熱環境を重要項目として挙げているというアンケート結果（企業の担当者が回答）の存在も確認された。特定建築物の共用空間の温熱環境の測定および評価が課題である。

F. 参考文献

- 1) 諫早ら, ZEB+ (ゼブプラス) 関連技術を結集した実証棟の設計及び運用検証 (第13報) 緩和空調空間における中間期の温熱環境および自然換気システムの調査, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 10, pp.301-304, 2022.
- 2) 秋山ら, 超高層ビルによる自立エネルギー型都市づくりに関する研究 (第9報) 基準階オフィスにおける室内環境実態と省エネルギー効果, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 10, pp.209-212, 2020.
- 3) ザイマックス不動産総合研究所ホームページ ESG からみるオフィスビル設備①(アンケート調査結果)
https://soken.xymax.co.jp/2022/10/20/2210-esg_friendly_office_buildings_1/
 (2026.5.5 検索)

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

なし

令和 7 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)
分担研究報告書

相対湿度部会：建築物環境衛生管理基準における相対湿度の基準の課題整理

研究分担者	高田 暁	神戸大学 大学院工学研究科教授（主査）
研究分担者	伊藤佳乃子	奈良女子大学 工学部 寄附講座助教（幹事）
研究分担者	長谷川兼一	秋田県立大学 システム科学技術学部教授
研究代表者	本間義規	国立保健医療科学院 建築・施設管理研究部長
研究協力者	上田真也	竹中工務店大阪本店設計部 設備設計部長

研究要旨

相対湿度部会では、現行の建築物環境衛生管理基準のうち、相対湿度基準に係る課題を明らかにし、今後の基準提言を行うことを目的としている。令和 7 年度は、①相対湿度に関する今後の方向性に関する議論と提言案の作成、②湿度基準に対する提言のベースとなる特に重要な既往研究のレビュー、③海外の湿度基準調査、④ウイルス感染に及ぼす相対湿度の影響とそのリスク評価、の 4 点について検討を行った。

現行の湿度基準は「相対湿度 40%以上 70%以下」のように数値が単独で示されている。この基準に対して、約 6 割の特定建築物は満たせておらず（衛生行政報告例）、特定建築物以外まで広げるとさらにその不適率は上昇する。今年度実施した文献調査の範囲では、特に湿度下限値について、衛生面を考慮した許容限度を設ける必要性を明瞭に示した研究は見つかっていない。また平成 14 年度検討会においてウイルス生存に対する相対湿度の影響に関し言及があったものの、その後の結論は得られていない。一方、平成 14 年から現在までの間に、2003 年 SARS-CoV-1、2009 年 Pandemic (H1N1) 2009、2012 年 MERS、2019 年 COVID-19 等の複数のパンデミックが発生しており、これらの過程で一定の研究進展があったことから、特にウイルスと相対湿度の関係について検討を加えた。

1-1 建築物環境衛生管理基準における相対湿度の基準値のあり方・文献調査・海外の湿度基準調査（高田暁、本間義規、長谷川兼一、伊藤佳乃子、上田真也）

A. 研究目的

建築物環境衛生管理基準は制定されて半世紀を超える。相対湿度に関する基準に関しては、制定時から変更されておらず、「40%以上 70%以下」となっている。ところが、特定建築物を対象とした検査において不適と判断される割合が高い項目として広く認識されており、2002 年の建築物衛生管理検討会をはじめ多様な場において、基準の是非について議論がなされてきたが、結論は出ていない。本研究では、近年の建物空調技術の技術革新、カーボンニュートラルに向けて建物運用をめぐる国内外の取り組み、ワークスタイルの変化を踏まえて相対湿度の基

準について検証し、その課題を明らかにすること、提言に向けた検討を行うことを目的とする。建物に対して適用されている他の制度や取り組み等との整合も考慮しつつ、相対湿度の基準値のあり方、目指すべき衛生・健康レベルを見定めることを本研究において行う。

B. 研究方法

2025 年度は、研究分担者が専門家としての知見を持ち寄って、相対湿度についての建築物環境衛生管理基準の今後の方向性について議論を行い、提言案をまとめる。また、その提言のベースとなる根拠となる文献の調査を行い、重要論文について輪読し、議論した結果をまとめる。文献調査は 2026 年度以降も継続し、提言案の肉付け、あるいは修正を行っていく。2026 年度以降にはフィールド調査も行い、提言の根拠

データの収集を行うことも視野に入れる。最終年度に向けて、提言案をブラッシュアップし、最終的に、提言としてまとめる。

C. 研究結果

C.1. 相対湿度の基準値のあり方についての考察

現在、建築物環境衛生管理基準において、特定建築物に関して、空気調和設備を設けている場合には、室内空気の相対湿度を「40%以上70%以下」におおむね維持する必要があることが述べられている。推奨値で考えるのか、許容限度で考えるのかによって、自ずと基準値の数値は変わってくるが、推奨値を基準値にすると厳しい側に過ぎて、現実離れしてしまう危険性がある。建物の維持管理基準としては、許容限度を示すべきであろう。

また、何を目的として許容限度を示すのかによって、基準値は異なってくる。現状の建築物環境衛生管理基準において、その目的は説明されていないが、「衛生あるいは健康」が目的と読むべきであろう。空気調和設備を設けている多数の者が使用・利用する建築物において、衛生的・健康的であるような湿度の許容限界値、ということになる。換言すれば、相対湿度が建物内の人の衛生・健康面にどのように寄与する可能性があるかという問いを明らかにすることが必要である。寄与の程度やそれを考慮すべきかどうかはいったん横へ置くとすると、以下のような観点が考えられる。

- ・湿度が人の快適性に及ぼす影響
- ・湿度が人の健康に及ぼす影響
- ・湿度がウイルスに及ぼす影響（間接的に人の健康に影響する）
- ・湿度が静電気の発生状況に及ぼす影響（間接的に人の快適性に影響）

相対湿度が上記の各観点到どの程度影響を及ぼすかを明らかにし、特に重要なものに着目して許容限界を定めることが、課題である。一方で、建築物の社会性に鑑みれば、維持管理の実現性についても考慮すべきである。ただし、衛生・健康面での湿度の許容限界を明らかにしたうえで、実現性に鑑みて現実的な基準を定めるのが順当である。

1970年に基準が制定された際に、どのような考え方で基づいていたのかをうかがい知るための資料として、小林陽太郎氏の言説を引用する。

事務所建築において、湿度が単独で問題になることは少ない。精密機器に対し多湿であることは良くない。美術品・書画では乾燥し過ぎるのは良くない。一方人体に対しては多湿なことは種々の障害もあろうが、多くは低温がその原因で多湿となっている。乾燥しすぎの場合、咽喉の粘膜を傷め、障害をおこし易くなる。室内の絶対湿度（水蒸気圧）が一定であれば、相対湿度は、気温の上昇、下降に従って乾燥、多湿の方向へ変化するので、気温が問題である。鉄筋コンクリート造の地下室、倉庫などは固体表面が低温の場合、その附近では低温多湿となる。湿度についての基準を単独に記すことは意味は少ないが、強いて示せば次の通りであろう。

推奨値 55～70% 人体に対し夏は小湿、冬は多湿が望ましい。

許容限度の例

冬の最低限度 35% 夏の最高限度 70%

(DIN 1964 März 1951 Versammlungsraum)

ここでは相対湿度 35%以上となっているところ、最終的に相対湿度の下限値が 40%に設定された経緯は明らかでないが、ドイツの DIN を参考に許容限度として我が国の基準値が決められたものとして経緯は推定できる。最終的に相対湿度の基準として「40%以上70%以下」と制定されたが、小林陽太郎氏の言説として、「湿度についての基準を単独に記すことは意味は少ない」「強いて示せば」という部分を、再度評価する必要があると思われる。

これらを踏まえ、委員の間で、暫定的な提言案を作成した。提言とその趣旨について以下の通りである。

- ・許容限度のみを示してはどうか

推奨値と許容限度とで、考え方が異なるが、建築物環境衛生管理基準では、許容限度を示し、最低限満たすべき条件を定めるのが順当と考えられる。つまり、明らかに劣悪な環境が存在した場合にそれを改善することを第一に考えるべ

きで、理想の値を示すことが目的ではない。現状において、相対湿度の不適率が高いことは、無理な値を示していることの表れともいえる。

- ・人が不快とならない湿度をもって許容限界を決定してはどうか

従来の基準検討（例えば、2002 年の建築物衛生管理検討会報告書）では、インフルエンザウイルスの活性度が湿度基準の根拠として議論されていたが、人の健康と湿度の関係を考える際にウイルスの立ち位置は間接的であること、ウイルスの活性度が人の感染に直結するわけではないこと、ウイルスと言っても多様で切りがなないこと、ウイルス感染を湿度のみで防止できるわけではないこと、など疑問がある。許容限界の議論から、ウイルスの観点を外してみてもどうか。代わりに、より直接的な健康の観点として、人が不快とならない湿度をもって許容限界を決定することが考えられる。

- ・換気が十分確保されている場合、ウイルス濃度を湿度基準の決定理由から外してはどうか

感染リスクとなるウイルスの生存時間を短縮させたり、感染リスクを下げたりすることができれば有効だが、湿度のみに頼ってそれをするのには無理がある。少なくとも、ウイルス濃度を十分に下げることが可能と思われる換気量が確保されている場合、相対湿度の基準の議論から、ウイルスの要因を排除するべきである。

- ・カビと静電気を考慮してはどうか

人の健康に付随する条件として、建物側に対する湿度要件がある。例えば、建物内でカビが成育しやすい条件は、もし仮に、その湿度条件が人の健康にとって問題ないとしても、避けるべきである。また、低湿時の静電気の発生も、避けるのが望ましい。

- ・温度の幅を想定して相対湿度の基準値を厳しくしすぎないようにしてはどうか

基準を相対湿度で定める場合、温度帯も意識するべきである。想定される温度に幅がある以上、絶対湿度を定める方が合理的であるとも言えるが、結露・カビの問題を考える際には、相対湿度も決して悪い指標ではない。ある程度の温度の幅を想定して、相対湿度の基準値を厳しくしすぎないことが重要である。以上を踏まえると、相対湿度の基準値をなくすか、幅広く設

定するべきであろう。

- ・滞在時間の一部が収まるべき範囲とするなどの緩和条件を付けてはどうか

一瞬たりともこの範囲を出てはいけないうと基準を決めるのではなく、居住者の年間滞在時間のある割合（例えば、80%や 90%）はこの範囲に収まるべき、などの緩和条件を付けるべきである。IoT を活用し、対象室の温湿度のモニタリングをより詳細かつ居住者の行動と紐づけて行うことにより、瞬時の測定値で判断するのではなく、全時間帯に対するデータを見て判断することにより、基準をより柔軟に設定できるであろう。

- ・湿度の許容限界値を定めるのをやめてはどうか

この基準は、人の健康のために必要な湿度の条件を定めるものである。健康とは、病気ではなく、なおかつ、不快感、痛みや痒み等を含む違和感や耐え難い感覚のない状態、つまり「なんともない」という状態であること、と定義するならば、それが湿度によって阻害される範囲を示すことになる。しかしながら、それらに対する明確な根拠は見出されていない。湿度の許容限界値を定めないという選択肢も検討するべきである。

C.2. 相対湿度の基準値を決定するための根拠文献の調査

以下の 3 つの観点から文献を整理する。

- ・湿度が人の快適性に及ぼす影響
- ・湿度が人の健康に及ぼす影響
- ・湿度がウイルスに及ぼす影響

C.2.1 湿度とヒトの生理・心理

オフィスや住宅において、喉や眼をはじめとする粘膜や皮膚の乾燥による不快感を訴える事例が多数報告されている。湿度の基準値を設定する目的の一つは、大多数の居住者の健康や快適性が損なわれない環境条件を実現することであり、皮膚や粘膜の違和感・痛み、咳、乾皮症といった自覚症状や不快感の発生リスクを著しく高めない湿度帯を、科学的根拠に基づいて設定する必要がある。湿度がヒトの健康や快適性に及ぼす影響を明らかにするため、これまでに、

被験者を複数の湿度環境に曝露し、心理・生理指標を採取する研究が多く蓄積されてきた。心理指標としては、乾燥感や不快感の主観申告を採用したものが大多数であるが、被験者の意識や認知といった交絡要因による個人差や個人内変動が課題であり、湿度に対する応答が明確にみられない場合も多い。一方、自覚症状や不快感の発現に先立ち、皮膚や粘膜の含水率低下、あるいは眼表面を覆う涙液層の状態変化といった生理的応答が生じることが知られており、これらを生理指標として測定した研究も近年増加している。しかし、採用されている生理指標と健康状態や不快感との定量的関係、例えば自覚症状や不快感が生じる閾値などについては、十分なコンセンサスが得られていないのが現状である。

本文献調査の目的は、湿度がヒトの生理・心理に及ぼす影響に関する既往研究を整理し、実験条件や生理・心理指標の妥当性を精査したうえで、湿度基準値設定のエビデンスとなる知見をまとめることである。本年度は、低湿度がヒトの健康や快適性に及ぼす影響について包括的に整理した Derby ら (2017) のレビュー論文を取り上げた。さらに、それ以降に報告された原著論文のうち、若年者のほか日本の人口の30%を占める高齢者を対象に、湿度基準の議論の対象である 30–70%RH の湿度帯において多角的な生理・心理応答の測定を行ったもの (Hashiguchi ら、2023) を取り上げた。

C.2.1.1 湿度に応じた高齢者の生理心理反応

Hashiguchi, N., Tochihara, Y., Takeda, A., & Yasuyama, Y. (2023). Effects of indoor summer dehumidification and winter humidification on the physiological and subjective responses of the elderly. *Journal of Thermal Biology*, 111, 103390.

<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103390>

1. 実験概要

健康な若年男性 16 名・高齢男性各 16 名を対象に、加湿・除湿に対する生理・心理応答を調査した。実験プロトコルを図 1 に示す。実験は反復測定デザインであり、被験者は人工気候室

内で、以下 4 条件の湿度環境に 120 分間曝露された。

- ・ 70%のち 50%RH (除湿実験の介入条件)
- ・ 70%RH (除湿実験の対照条件)
- ・ 30%のち 50%RH (加湿実験の介入条件)
- ・ 30%RH (加湿実験の対照条件)

気温は除湿実験では 28℃、加湿実験では 25℃に統一された。着衣量は 0.6 clo、気流速度は 0.2 m/s 以下であった。

各測定項目について、測定方法とタイミングを表 1 にまとめた。生理指標として、皮膚温、体重 (不感蒸泄量)、頬の経表皮水分損失 (TEWL)、頬の皮膚水分量、サッカリンクリアランス時間 (SCT)、瞬き回数を測定した。また心理指標として、乾湿感、温冷感、温熱快適性を評価した。TEWL と皮膚水分量は皮膚の生理状態を、SCT は感染症予防において重要な役割を果たす鼻粘液纖毛輸送機能を、瞬き回数は眼表面の生理状態を評価するために採用された。

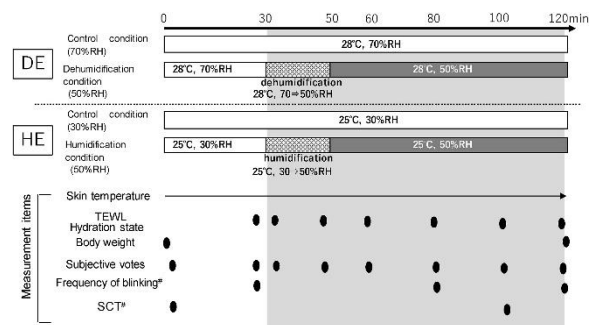


図 1 実験プロトコル

表 1 測定項目

測定項目	測定機器・方法	測定タイミング
皮膚温度 (7 点法)	データロガー付サーミスタ (LT-8A)、Hardy ら (1938) の式を用いて平均皮膚温を算出	1 分ごと (連続)
不感蒸泄量 (体重減少)	精密天秤 (Mettler ID2、精度 ±1g) 暴露前後の体重差から算出	暴露前後
経皮水分損失 (TEWL)	Vapometer (SWL-type CE、最大 300 g/m ² h) 頬部で測定	25・30・45・60・80・100 分
皮膚含水量 (角層水分量)	CORNEOMETER (CM825、精度 ±3%) 頬部で測定	25・30・45・60・80・100 分
サッカリンクリアランス時間 (SCT)	人工甘味料であるサッカリン顆粒 (約 3mm) を鼻腔前壁後方に配置し、溶け出したサッカリンが線毛運動によって輸送され、咽頭で甘さとして感じるまでの時間を測定	暴露直後・開始 100 分後
瞬き回数	モニター中央の点滅スポット (1 秒点灯、0.2–1.4 秒間隔) を 2 分間計測するタスク中にビデオ撮影、後日カウント	25・80・120 分
主観申告 (乾湿感、温冷感、温熱快適性)	7 点リッカート尺度 (±3)	0・20・30・45・60・80・100・120 分 (100・120 分の平均を解析に使用)

2. 加湿・除湿に対する生理・心理応答

70%RH から 50%RH への除湿により、両年齢群ともに不感蒸泄量が増加し、皮膚温度が有意に低下した。30%RH から 50%RH への加湿により、両年齢群ともにサッカリンクリアランス時間 (SCT) が有意に短縮した (図 3)。SCT が短いほど、粘液纖毛による異物やウイルスの輸送排出速度が速く、感染症に対する防御機能が高いと解釈できる。頬の経皮水分損失 (TEWL) は除湿で有意に増加し、加湿で有意に減少した (図 2)。高い TEWL は皮膚バリア透過性の増大を意味し、アレルゲン・化学物質・微生物への感受性増加につながることで報告されている。一方、頬の皮膚角質層含水量には条件間の差は認められなかったが、これは角質表層の水分移動が含水量に反映されるまで 90 分以上を要するためであったと考察されている。瞬き回数は、眼表面を保護する涙液層の破れやすさと関連するが、条件間で有意な差は認められなかった。乾湿感については、図 4A に示すとおり、いずれの湿度条件でも「とても乾いている」もしくは「とても湿っている」という極端な申告はみられず、乾いている～湿っている、の範囲であった。除湿実験では RH 条件の影響を受け、両年齢群とも 70%RH よりも 50%RH の方が中立的な評価であった。加湿実験では、30%RH に 100~120 分曝露されても、高齢者の乾湿感申告値は、やや乾いている～やや湿っている (-1~1) の範囲に収まった。一方、若年者では高齢者と比較すると乾燥側の申告が多く、乾いている～やや湿っている (-2~1) の範囲であり、被験者の半数が乾燥側 (-2~-0.5) の申告であった。30%RH への曝露から 30 分後に 50%RH に加湿した条件では、若年者では加湿による申告値の湿潤側への有意な推移がみられたものの、25%の被験者は乾燥側 (-2~-0.5) を申告した。高齢者では加湿の前後で申告値にほとんど差がなかった。

除湿および加湿に対する生理応答 (皮膚温度、皮膚生理、SCT、瞬き回数) については、年齢群間で明確な差は認められなかった。しかし、主観申告から、高齢者は除湿群と加湿群の両方において、若年者よりも湿度差に対する感受性が低いことが示唆された。

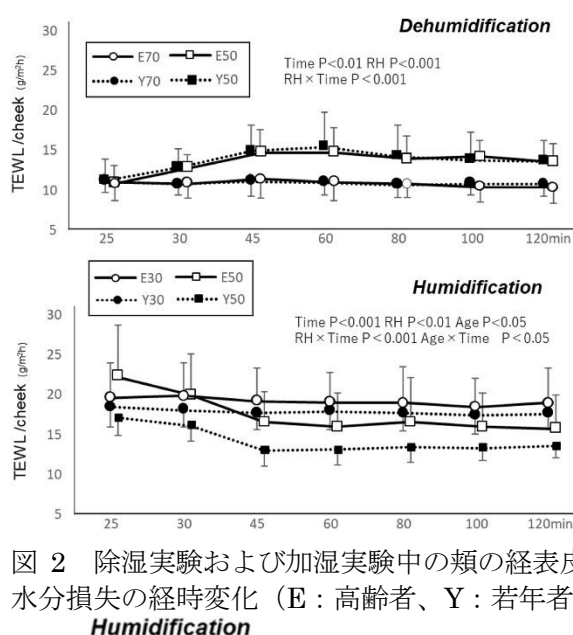


図 2 除湿実験および加湿実験中の頬の経表皮水分損失の経時変化 (E: 高齢者、Y: 若年者)

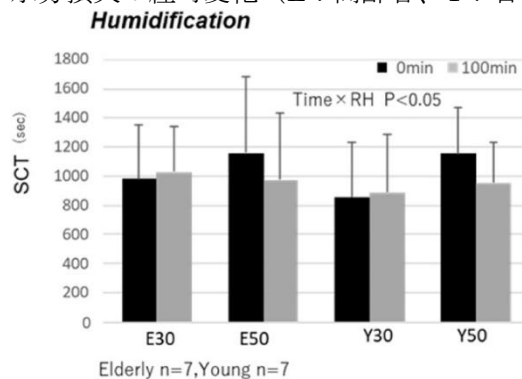


図 3 加湿実験におけるサッカリンクリアランス時間の曝露直後と曝露開始 100 分後の比較 (サッカリンの配置は同一実験日でのみ統一されているため、絶対値での比較は不可)

3. 部会内での議論

- ・生理指標については、達成すべき基準となる閾値が必要である。TEWL は 10~20 g/m²/h が健常平均とされることが多い。瞬き回数、SCT はいずれも湿度以外の交絡要因により個人差や実験間のばらつきが大きい手法であるため、基準値の設定は難しいと考えられる。

- ・Sunwoo ら (2006b) では、高齢者群のみ 10%RH の低湿度で SCT が遅くなり、若年者では差がなかったという結果が報告されているため、極度の低湿度では年齢による差が拡大する可能性がある。また湿度にかかわらず、加齢によって気道表面の水分保持能力が落ちることで、粘液纖毛輸送機能が低下することが明らかになっている。

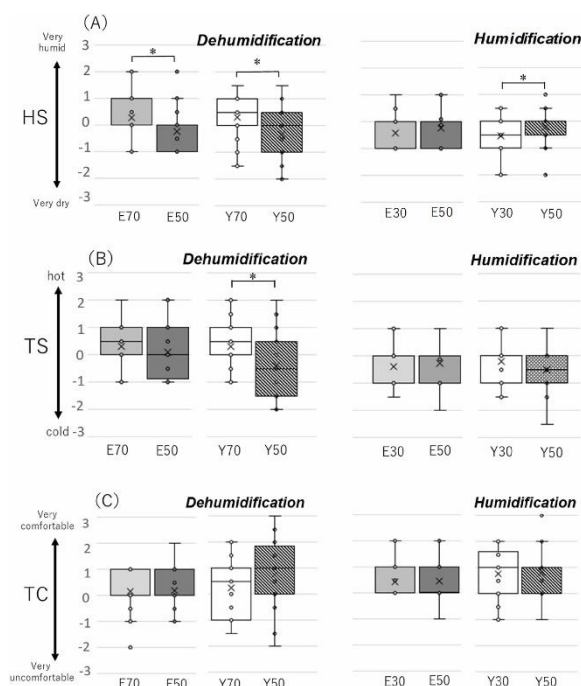


図4 曝露後100分および120分の平均値に基づく主観申告；(A) 乾湿感、(B) 温冷感、(C) 熱的快適性 (E：高齢者、Y：若年者)

4. まとめ

若年者と高齢者を対象に、70%RH から50%RH への除湿と、30%RH から50%RH への加湿が複数の生理・心理指標に及ぼす影響が調査された。30%RH から50%RH への加湿により、両年齢群ともにサッカリンクリアランス時間 (SCT) が有意に短縮した。頬の経皮水分損失 (TEWL) は両年齢群ともに除湿で有意に増加し、加湿で有意に減少した。心理指標である乾湿感については、30%RH であっても「とても乾いている」という申告はみられず、高齢者では「やや乾いている」～「やや湿っている」の範囲に、若年者では「乾いている」～「やや湿っている」の範囲に収まった。50%RH への加湿後には、若年者では申告値の湿潤側への有意な推移がみられたが、高齢者では加湿の前後でほとんど差がなかった。本実験の湿度範囲においては年齢による生理応答の差は認められなかったが、高齢者では若年者よりも湿度差に対する感受性が低いことが示唆された。

C.2.1.2 快適性・健康と湿度

Derby, M. M., Hamelkasi, M., Eckels, S.,

Hwang, G. M., Jones, B., Maghirang, R., & Shulan, D. (2017). Update of the scientific evidence for specifying lower limit relative humidity levels for comfort, health, and indoor environmental quality in occupied spaces (RP-1630). *Science and Technology for the Built Environment*, 23(1), 30–45.

<https://doi.org/10.1080/23744731.2016.1206430>

1. 研究レビューの目的

室内湿度は居住者の快適性や健康、室内環境の質に影響すると考えられる。Sterling ら(1985年)は、低湿度に伴う暴露環境が居住者に与える影響について検討しているが、科学的根拠は対しては十分な地研を踏まえている訳ではない。そこで、本研究の目的は、低湿度が及ぼす影響に関する1985年以降の文献を調査し、既存の知見や知識のギャップ、ならびに交絡要因を明らかにすることにある。Comfort、Health、IEQ、Population に関連するキーワードを設定し、WEB 検索により約600件の論文が収集され、そのうち低湿度(相対湿度40%以下)の影響に触れている約70件の論文がレビューされた。主な論文を表2に示し、カテゴリー毎に得られた知見が整理された。

表2 文献調査に該当する主な論文

	Category	Key paper(s)
Comfort	Eye irritation	(McCulley et al. 2006)
	Skin dryness	(Sunwoo et al. 2006a) (Reinikainen and Jaakkola 2003)
Health	Thermal Comfort	(Berglund 1998)
	Asthma	(Bundgaard et al. 1982) (Strauss et al. 1978)
	Bacteria	(Dunklin and Puck 1948)
	Influenza	(Shaman et al. 2011)
	Mite	(Howieson et al. 2003)
Population IEQ	Pneumonia	(Theunissen et al. 1993)
	Virus	(Akers et al. 1966)
	Elderly	(Sunwoo et al. 2006b)
	Ozone generation	(Grøntoft and Raychaudhuri 2004)
	Particulate generation	(Hitzenberger et al. 1997)
	IAQ	(Fang et al. 2004) (Nordström et al. 1994) (Wolkoff and Kjærgaard 2007)

2. 健康 (Health)

健康への影響としては、喘息、呼吸器感染症、アレルギー、病原体や疾病の伝播が挙げられる。

喘息および呼吸器疾患に関する研究方法では、実験室試験、環境サンプリング、調査が用いられているが、低湿度の閾値への言及は限定的である。喘息患者は寒冷で乾燥した空気に敏感であることが示唆されているが、湿度条件に関する知見は示されていない。また、喘息患者は気道感染症に弱く、感染には湿度が関与するため、最適な湿度条件の決定にはトレードオフが伴う。

3. ハウスダスト (HDM)

湿度が高いほどダニの増殖とその後のアレルギー生成が促進されるという知見が得られている。これはダニが生存に必要な水分を空気中から摂取するためであるが、通常は乾燥した環境であっても、短時間の高湿度期間があれば生存・繁殖が可能である。相対湿度が 50～60%を下回るとダニアレルギーは有意に減少する。

インフルエンザウイルスの生存に関しては、多くの研究において相対湿度 40～80%で有意な低下が見られる。また、気中での露出時間が長くなるほどウイルスの生存率は低下する。また、保有水分の蒸発によって引き起こされるエアロゾル内の pH 変化が細胞膜を持つウイルスの表面糖タンパク質の構造変化を誘発し、ウイルス感染力の低下を招くという仮説が立てられている。

低湿度暴露が病原体(ウイルスや細菌)に与える影響を把握する上での課題は、それらが lipid envelopes と non-lipid envelopes で構成が異なるため、特定の病原体から得られた結論を一般化できない点にある。また、インフルエンザ以外のウイルスに関するデータは不十分である。細菌においても低湿度下での挙動は一貫している訳ではない。

メチシリン耐性黄色ブドウ球菌(MRSA)などの抗生物質耐性菌に対する環境条件の影響を解明することは、病院等の施設において有益な知見となりうるが、既往研究のデザインに一貫性がないため、研究間の比較ができないと指摘されている。病原体による健康影響は、人、室内環境(室内表面仕上げ、換気量、ペットの有無等)、

侵入経路など、湿度以外の多くの変数に左右される。

換気が病原体に及ぼす影響を扱った研究はわずかである。Yang と Marr (2011) は、インフルエンザ A ウイルスをエアロゾル化した飛沫 (1～100 μm) をモデル化し、相対湿度 10～90%において換気回数 1 回/h と 10 回/h の差異を検討した。その結果、換気量が多いと大きな飛沫ほど早く沈降する可能性がある一方、5 μm 未満の微小な飛沫については、換気とウイルスの不活化がより重要な要因となるとしている。また、風速が増すとカビのエアロゾル化が促進されることも報告されている。

4. 快適性 (Comfort)

温度が適切に調整されている限りにおいては、低湿度が温熱感覚に対して不快感を引き起こすことはない。代謝量が高い時におけるヒートストレスへの湿度の影響に着目した研究は多いが、熱ストレスと快適性の間に明確な閾値は存在せず、活動レベルが高くなるほど曖昧になる。人の活動量が高い場合、低湿度は快適性を大幅に向上させると予想されるが、安静時にまで適用することはできず、この課題に関するデータはほとんど存在しない。

相対湿度が 20～30%以下において涙液の蒸発が増え、瞬きの頻度が高まることが示唆されている。事務作業の知的生産性を低下させるとの報告もあるが、視覚や目の健康に対する長期的影響については不明である。皮膚に関しては、相対湿度が 1.5～2.5%の極端な低湿度暴露で、痒みや不快感が増加する。低湿度環境に入った直後に経表皮水分喪失が発生するものの、その後 30～60 分ほどで皮膚は水分を保持しようと適応する。

快適性に関する被験者実験では、大学生が主要な対象である。高齢者を対象としたのは Sunwoo ら(2006b)が唯一であり、8 人の若年男性(平均年齢 22 歳)と 8 人の高齢男性(平均年齢 72 歳)を対象としている。経表皮水分喪失や瞬き回数といった皮膚や目の刺激の測定値が両年齢層間で同様であった。また、極めて低い相対湿度(10% RH)において、サッカリン溶解時間(SCT 法)で測定された粘膜線毛クリアランス機能は、若年層と比較して高齢者層で低下したが、

30%および 50%では差が見られなかった。このデータは 50 歳の年齢差を代表しているものの、サンプルサイズが小さく被験者が男性のみであるという点に留意が必要である。高齢者に関する知見を深めるためには、さらなる研究が求められる。

多くのフィールド調査はスカンジナビア諸国(デンマーク、フィンランド、ノルウェー、スウェーデンなど)を対象に実施されている。これらの北欧の気候では、暖房シーズン中の室内相対湿度は 10~20%になることがあるが、低湿度に順応(順化)しているか否かは不明である。より多様な集団に対して、低湿度環境に対する心理反応や心理反応を検討することは興味深い研究課題である。

5. 室内環境の質 (IEQ)

建築資材からの VOC 放出に対する湿度の影響は、材料や物質の種類に依存しており、結論には至っていない。一般に、温湿度は知覚空気質に影響するが、TVOC 放出に関しては濃度や温度の影響の方が湿度よりもはるかに強い。これまでの研究はシックハウス症候群の原因究明に焦点が当てられていたため、室内空気質 (IAQ) の観点から「許容できる湿度の下限値」を特定するには至っていない。また、オゾン湿度の影響を強くは受けず、粒子状物質(PM)の発生と低湿度の関係についても依然として不明な点が多い。

湿度と汚染物質にはトレードオフがあり、外気の導入割合を減らして湿度を上げようとすると、結果として汚染物質が増加し知覚空気質の許容度の低下を招く。

6. 暴露時間 (Exposure times)

被験者実験の大部分は短時間の環境暴露により実施されており、多くは試験室内に 3 時間程度の暴露、あるいはフィールド調査としては数週間から数ヶ月にわたるものである。制御された条件下で行われた研究のほとんどが短時間であるため、得られた結果を、低湿度条件への長期暴露に外挿することはできない。

目への刺激に関する研究では、「時間」が重要な変数であると指摘されており、実験時間は数時間以内である。被験者が温度 23.3℃、相対湿度 20%と 80%のチャンバー間を移動する際の

「湿度の過渡的变化」の影響を実験した結果、湿度変化が熱的快適性に及ぼす影響は、最大 90 分間持続する可能性があることが示されている。また、チャンバー内で男子大学生 (N=8) を計 125 時間にわたって環境暴露した研究があるが、これは、この文献調査の中でも群を抜いて長い。

皮膚の経皮水分蒸散量 (TEWL) などの指標が時間の経過とともに適応することが示唆されている。例えば、相対湿度 10%および 30%において、TEWL は曝露から 30 分後に増加しその後安定した。時間の経過に伴う皮膚の適応の現象も含め、低湿度に対する人間の適応という問いは非常に興味深く、今後の研究が待たれる。

7. まとめと今後の展望

本研究では、1985 年以降に発表された低湿度環境(相対湿度 40%以下)に関する論文を調査し、約 600 報の論文が該当し、そのうち約 70 報について扱った。これらの論文は、健康、快適性、室内環境の質に分類することができ、低湿度が喘息やダニアレルゲン、目や肌の乾燥、知覚空気質に及ぼす影響について考察した。低湿度暴露による影響に着目したが、相対湿度を 10%上昇させた場合の直接的なメリットや影響を明確にした研究は見られない。

湿度が低下すると、ダニアレルゲンが減少するが、一方で、粘膜の乾燥やインフルエンザウイルスの生存率の上昇を招くことが実験室内での実験を踏まえて言及されている。また、低温で低湿度な環境に暴露されると、喘息患者の症状が悪化することも被験者実験で明らかにされている。さらに、換気量や曝露時間も低湿度による影響に対する交絡要因となっており、これらの要因にどのような重み付けをするべきかは、今後の検討と議論が必要な未解決の課題といえる。これからの研究の方向性は、建物種別や優先すべき観点(知的生産性、ウイルス伝播の抑制、健康リスクの低下など)によって判断されるべきである。

人を対象とした既往研究の多くは、限られた湿度レベル(多くは 2~3 段階)でのみの実験が実施されている。これはコストや試験時間の制約上、やむを得ないことではあるが、湿度レベルが限定的であるため、湿度条件間の「解像度」

が不足している。環境条件としての閾値を判断することは依然として困難である。

C.2.2 湿度と居住者の健康

C.2.2.1 オフィスにおける健康症状と湿度

Jones, E. R., Cedeño Laurent, J. G., Young, A. S., Coull, B. A., Spengler, J. D., & Allen, J. G. (2022). Indoor humidity levels and associations with reported symptoms in office buildings. *Indoor Air*, 32(1), e12961.

<https://doi.org/10.1111/ina.12961>

1. 調査概要

中程度の室内相対湿度（40～60%）では、一部のウイルスによる感染や生存能力を最小限に抑え、カビによる健康リスクを最小限に抑える可能性があるといわれている。しかしながら、世界のオフィスビルにおける相対湿度の実態や、相対湿度が執務者の健康に及ぼす影響については不明な点が多い。そこで、Global CogFx Study の枠組みを利用して中国、インド、メキシコ、タイ、英国、米国の 43 件のオフィスを対象にして 1 年間の執務者の暴露環境(温湿度、CO₂ 濃度、PM2.5 濃度)の計測データと、227 名の執務者による健康に関する自己申告データが調査された。調査された症状は以下の通り 2 種類あり、それぞれの症状の有無が尋ねられた。

調査 1: 喉の痛みや乾燥、皮膚の乾燥やかゆみ、目の乾燥・かゆみ・刺激感、鼻づまり・鼻水・副鼻腔の詰まり、異常な倦怠感・疲労感・眠気、物事を覚えにくい・集中できない、緊張・イライラ・不安感、そして抑うつ感

調査 2: 目の灼熱感や刺激感、喉の痛み、鼻づまり、頭痛、片頭痛、頻繁な咳、喘鳴、度重なる風邪、息切れ、副鼻腔炎、声のかすれ、くしゃみの発作

調査では、オフィスビル毎に喫煙状況や体調などの調査参加資格の基準を満たした 7～19 人の協力者がリクルートされた。各オフィスビルには最低 1 箇所の暴露環境が計測され、自己申告が依頼されている場合には、執務者のデスク付近を中心に複数の環境計測器が設置された。自己申告への協力に承諾した執務者に対しては、スマートフォンのアプリを介して、年に数回の

タイミングで自身の症状を申告するように依頼された。このタイミングは、予め設定されている暴露環境データの閾値に基づいている。症状の申告と暴露環境との関連性を分析する際には、申告の 1 時間前の暴露環境データが用いられる。

2. 各国の相対湿度の実態

執務時間中(平日の 9～17 時)における相対湿度は、メキシコ、米国、英国で低くなっており、相対湿度が 40%以下となる時間割合は、中国とタイで 21%、インドで 31%、メキシコと米国で 45%、英国で 72%であった。図 5 に暖冷房度日を閾値とした期間毎の相対湿度の累積頻度分布を示すが、暖房期間に勤務時間中の相対湿度が 40%以下となる傾向が見られ、中国、タイ、インドでは冷房期間、メキシコ、米国、英国では中間期に、相対湿度が中程度(40～60%)となることが確認できる。

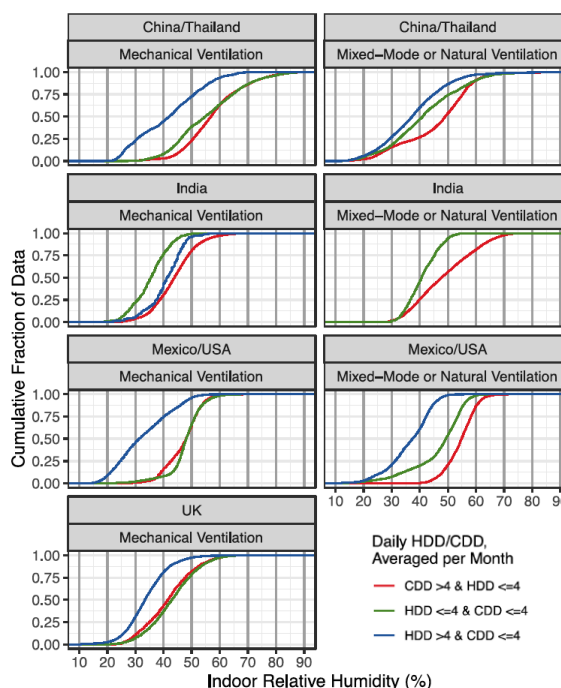


図 5 各国の相対湿度の累積頻度分布

3. 相対湿度に及ぼす要因分析

執務空間の相対湿度に及ぼす要因を分析するために、一般化加法混合モデルを用いた。一般化加法混合モデルでは、室内温度や外気温湿度のような非線形な説明変数を含めて線形回帰することができ、線型モデルの説明性を活用することが可能となる。分析結果を表 3 に示す。

目的変数として時間平均相対湿度を用いている。

表 3 一般化加法混合モデルによる相対湿度の予測結果

	Effect estimate (95% CI)	p-value
Ventilation (reference = Natural or Mixed-Mode)		
Mechanical	1.01 (-2.44, 4.46)	0.57
Region (reference = China/Thailand)		
India	-4.95 (-9.12, -0.78)	0.02
Mexico/USA	-5.81 (-9.55, -2.06)	0.002
UK	-8.84 (-13.75, -3.94)	0.0004
Indoor Temperature (1 C)	-1.11 (-1.15, -1.08)	<0.0001
Quarterly AER (1 hour ⁻¹)	1.31 (1.21, 1.41)	<0.0001
Outdoor Temperature (1 C)	0.86 (0.85, 0.87)	<0.0001
Outdoor RH (1%)	0.22 (0.22, 0.22)	<0.0001
Hour of Day (1 hour)	-0.20 (-0.22, -0.18)	<0.0001
Adjusted R ²	0.68	

Note: AER: air exchange rate
CI: confidence interval
RH: relative humidity

相対湿度は地域により異なり、寒冷な地域ほど低くなる。さらに、午前中に高くなるが、勤務時間を通じて低下する傾向が見られる。相対湿度は、換気回数(CO₂濃度の減衰より算出)とも関連が見られ、換気回数が増加するにつれて上昇している。これは、空調設備のレターン比率の設定が影響している可能性がある。また、室内温度が上昇するに伴い、相対湿度は低下しており、物理現象として妥当な結果である。オフィスビルの換気方式と相対湿度との間には有意な関連性は認められなかった。

4. 執務者の症状に及ぼす要因分析

調査された7種類の症状に関連する要因がロジスティック加法混合モデルを用いて分析され、結果を表4に示す。

これらの症状のいずれも10%以上の割合で申告されており、倦怠感や疲労感、眠気は執務者の17%が申告した。性別に関係なく、調査の1時間前の平均室内相対湿度(この分析では17%から70%の範囲)が高いほど、皮膚の乾燥やかゆみを訴える調整オッズ比が有意に低い。さらに、相対湿度が10%上昇するごとに、女性では54%、男性では42%の症状の減少が見積もられることになる。女性にとっては、調査1時間前の平均室内相対湿度が高いことは、粘膜症状の調整オッズ比の低下と有意に関連し、相対

湿度が10%上昇するごとに、目の乾燥、かゆみ、灼熱感、刺激、喉の痛みや乾燥の調整オッズ比が減少する。男性では、疲労感や倦怠感、眠気などの中枢神経系(CNS)症状の調整オッズ比の低下と有意に関連している。

低湿度な環境では、粘膜の乾燥が症状を誘発する可能性があるが、女性の方がこれに対する感受性が高いことが示唆された。女性が男性に比べてより多くの症状を報告する傾向があることは、先行研究によって裏付けられていることでもある。男性が症状を訴えていなくとも、女性の執務者の健康に対する低湿度環境の影響に配慮することは重要である。

5. まとめ

本研究で調査されたオフィスビルでは、執務時間帯の42%は相対湿度40%未満であり、7%は60%を超えていた。室内の相対湿度は、屋外の相対湿度や気温が低い時期や勤務時間の終盤に低くなる傾向が見られた。室内の相対湿度が低いと、性別に関係なく皮膚の乾燥やかゆみが増加し、女性の執務者においては粘膜症状、男性では倦怠感、疲労感や眠気が増加する可能性があることが示された。本調査で観測された低～中程度の相対湿度値の範囲内では、症状を緩和する相対湿度の閾値となる知見は得られなかった。

表 4 ロジスティック加法混合モデルによる各種症状と関連する要因の分析結果

	Mucous membrane symptoms			Central nervous system symptoms			
	Dry, itching, burning, or irritated eyes	Sore or dry throat	Stuffy/runny nose or nasal/sinus congestion	Unusual tiredness, fatigue, or drowsiness	Headaches or migraines	Difficulty remembering things or concentrating	Dry or itchy skin
	Surveys 1 and 2	Surveys 1 and 2	Surveys 1 and 2	Survey 1	Survey 2	Survey 1	Survey 1
	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)	OR (95% CI)
RH _{in} (%)	0.97 (0.94, 1.01) [*]	0.95 (0.92, 0.99) ^{***}	0.98 (0.95, 1.01)	0.99 (0.95, 1.04)	0.98 (0.95, 1.02)	1.00 (0.95, 1.04)	0.93 (0.88, 0.97) ^{***}
Temp _{in} (°C)	0.91 (0.78, 1.06)	1.09 (0.95, 1.25)	1.02 (0.90, 1.16)	1.11 (0.93, 1.33)	0.98 (0.84, 1.14)	1.12 (0.92, 1.37)	1.09 (0.89, 1.33)
Gender (Reference = Female)							
Male	0.21 (0.03, 1.39)	0.23 (0.04, 1.30) [*]	0.42 (0.09, 1.91)	4.82 (0.52, 44.5)	1.05 (0.19, 5.75)	1.17 (0.08, 16.3)	0.23 (0.02, 2.75)
Country (Reference = USA)							
UK	1.46 (0.66, 3.21)	0.83 (0.40, 1.74)	0.56 (0.28, 1.11)	1.47 (0.70, 3.11)	0.87 (0.43, 1.78)	1.83 (0.78, 4.34)	1.28 (0.57, 2.86)
India	0.68 (0.24, 1.94)	0.86 (0.36, 2.03)	0.25 (0.10, 0.59) ^{***}	0.71 (0.25, 1.96)	0.86 (0.37, 2.01)	0.93 (0.30, 2.86)	0.66 (0.20, 2.20)
RH × Gender (Reference = Female)							
RH × Male	1.02 (0.97, 1.07)	1.03 (0.99, 1.08)	1.02 (0.98, 1.06)	0.96 (0.90, 1.01)	0.99 (0.95, 1.03)	0.98 (0.91, 1.04)	1.02 (0.96, 1.09)

Note: CI: confidence interval
OR: odds ratio
RH_{in}: indoor relative humidity
Temp_{in}: indoor temperature
^{*}p<0.10; ^{**}p<0.05; ^{***}p<0.01

C.2.3 湿度とウイルス

C.2.3.1 湿度に応じたウイルスの生存時間

Harper, G. J. (1961). Airborne micro-organisms: survival tests with four viruses. The Journal of Hygiene, 59(4), 479.

<https://doi.org/10.1017/S0022172400039176>

空気中のウイルスの生存率に及ぼす湿度・温度の影響を調査したものである。

1. 研究目的

4 種類のウイルス（ワクシニア、インフルエンザ、VEE:ベネズエラ馬脳脊髄炎、ポリオ）をエアロゾルの形にして、散布後 23 時間にわたって、生存率（活性度）を、温湿度を制御した暗所で測定する。湿度と温度の組み合わせに応じた結果の比較を行う。

2. 実験方法

- Collison 噴霧器によりエアロゾルのサンプルが生成される。生成後すぐに採取され、回転ステンレス鋼ドラムに保持される。
- 生成した直後に採取されたエアロゾルと各時刻（5 分、30 分、1 時間、4 時間、6 時間、23 時間）にドラムから採取されたエアロゾルの両方についてウイルスの生存率を測定する。
- 物理的減衰（粒子の消失）とウイルスの死滅（生物学的減衰）を区別するため、物理的減衰のみの生ずるトレーサー物質を混合し、トレーサー物質の測定を経て、生存率を決定する。
- ウイルスの生存率は、ウイルスの種類ごとに異なる方法で決定する（ワクシニア: Westwood、Phipps & Boulter の方法による、インフルエン

ザ: membrane piece 法による、VEE: マウス感染の観察による、ポリオ: Cooper のプラーク法の改良法による）。

- 設定された温度 7°C~33°C の間の 1~3 段階（ウイルスの種類による）であり、相対湿度は各温度設定に対して、17~86% の間の 3~5 段階（ウイルスの種類による）である（表 5）。

3. 実験結果（表 5、図 6）

- いずれのウイルスについても、温度が低いほどウイルスの活性度が高くなる傾向にあった。
- VEE、ワクシニア、インフルエンザは低湿度（17-25%）で良好に生存したのに対し、ポリオは高湿度で良好に生存した。

表 5 空気中のウイルスの生存率の経時変化（温度と相対湿度に応じた変化、4 種類のウイルス）

Temp. (°C.)	R.H. (%)	No. of tests	Percentage viable at given times (hr.)						
			0*	$\frac{1}{2}$	1	4	6	23	
(a) Vaccinia									
10.5-11.5	20	1	94	68	78	82	79	81	66
	50	1	94	90	90	83	92	77	59
	82-84	2	97	81	71	79	59	60	27
21.0-23.0	18-19	2	97	86	80	66	46	45	15
	48-51	3	93	82	83	86	57	50	12
	82-84	3	112	96	73	66	24	18	Trace
31.5-33.5	17-19	2	80	67	67	61	51	33	13
	50	2	74	76	68	51	26	15	Trace
	80-83	2	88	88	54	36	5-9	1-2	Trace
(b) Influenza									
7.0-8.0	23-25	3	88	87	80	78	68	63	61
	51	3	66	49	75	61	39	42	19
	82	3	126	120	71	70	39	35	3-0
20.5-24.0	20-22	5	75	77	65	64	74	68	22
	34-36	3	86	93	58	59	66	53	14
	50-51	3	84	62	49	29	6-4	4-2	Trace
	64-65	3	77	45	29	15	6-6	3-2	N.D.
	81	3	67	55	22	13	6-4	5-0	Nil
32.0	20	3	87	70	56	45	18	17	1-3
	49-50	3	98	45	22	13	2-7	0-7	Trace
	81	3	91	50	15	6-6	Trace	Trace	Nil
(c) Venezuelan equine encephalomyelitis									
9.0-9.5	19	1	69	54	25	20	27	50	26
	48	1	100	86	16	24	29	24	11
	86	1	105	90	57	119	100	67	6-2
21.0-23.0	19-23	2	23	17	19	14	11	7-5	1-7
	50	2	35	28	21	14	7-8	3-2	0-1
	81-86	2	92	63	82	26	16	4-0	0-1
32.0-33.0	19	2	27	25	18	9-9	6-9	3-1	0-17
	48	2	25	22	8-5	6-1	ca. 1-0	0-1	Trace
	81-85	2	132	80	33	17	ca. 2-0	Trace	Nil
(d) Poliomyelitis									
20.5-23.5	18-23	4	19	10	5-5	5-9	3-4	3-3	1-1
	35-36	4	19	7-4	6-4	6-7	5-6	5-3	0-9
	49-51	5	66	0-6	0-16	0-06	0-03	Trace	Trace
	64-65	5	96	96	91	94	61	55	10
	80-81	5	120	131	112	124	111	105	85

* Samples collected ca. 1 sec. after spraying.
N.D. = not done.
Trace = Samples containing viable virus in amounts too small for accurate assay.

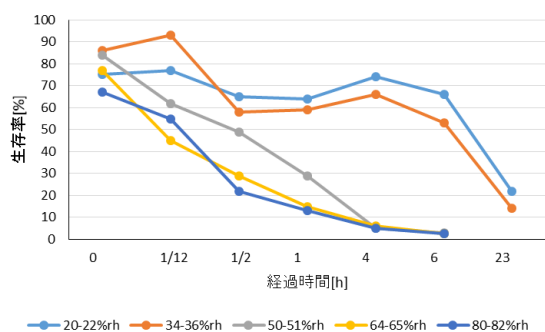


図 6 インフルエンザウイルスの生存率 (20.5～24.0℃)

C.2.3.2 湿度に応じたウイルス感染リスクの数理モデルによる予測

Aganovic, A., Bi, Y., Cao, G., Kurnitski, J., & Wargocki, P. (2022). Modeling the impact of indoor relative humidity on the infection risk of five respiratory airborne viruses. *Scientific Reports*, 12(1), 11481.

<https://doi.org/10.1038/s41598-022-15703-8>

1. Wells-Riley モデルの改良と感染リスク評価

一般にウイルスの不活化は湿度に依存すると言われているが、本論文はその湿度効果を組み込んだ Wells-Riley モデルの改良について検討したものである。Wells-Riley モデルは、クオンタ発生量 (1/h) から感染リスクを算出する数理モデルであり、1 式であらわされる。

$$P_r = 1 - e^{-\frac{qpt}{Q}} \quad (1)$$

ここで、 P_r : 感染確率、 q : 陽性者からのクオンタ生成量 (quanta/h)、 p : 人の呼吸量 (m^3/h)、 Q : 居室の換気量 (m^3/h)、 t : 暴露時間 (h)

ウイルス感染成立は、感染成立に必要なウイルス数や呼吸気道内のレセプター部位、さらに個人の免疫状態等に左右されるため個人差が大きい。Wells らは、ウイルス吸入イベントはポアソン分布に従うと仮定して数理モデルを構築している。ポアソン確率 $p_r(k)$ は (2) 式で表される。1 回の呼吸で 1 個もウイルスを吸入しない確率は $p_r(0) = e^{-\lambda}$ であることから、1 個以上のウイルスを吸入する確率 $p_r(k \geq 1)$ は 1 から $p_r(0)$

を差し引くことで得られる ((3) 式)。

$$\text{ポアソン確率} \quad p_r(k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} \quad (2)$$

1 個以上のウイルスを吸い込む確率

$$p_r(k \geq 1) = 1 - e^{-\lambda} \quad (3)$$

ある空間のクオンタ数 λ は、 $\lambda = qpt/Q$ で算出できる。これを (3) に代入すると (1) 式が得られる。

本論文の目的は、古典的な Wells-Riley モデルをベースに、相対湿度 (主に液滴蒸発に伴う粒径変化と重力沈降、および生物学的崩壊) と換気回数の効果 (粒径変化に伴う気中濃度) を定量化することである。相対湿度をパラメータとした結果が得られている 5 種類の空気感染性ウイルス (麻疹: MeV、インフルエンザ: IV、SARS-CoV-2、ライノウイルス: RhV、アデノウイルス: HAdV) を対象として相対湿度調整及び換気回数調整の効果を比較している。シミュレーションの室内共通条件として、温度 20～25℃、相対湿度 20～80% の一般的な住宅の室内環境下 (床面積 40m²、陽性者 1 名 (成人男性を想定)、非陽性者 1 名 (成人女性を想定)、計 2 名が距離 1.5m において在室、5 μm 未満の未乾燥状態ウイルスを対象) を設定している。なお、成人男性の呼吸率は 0.54m³/h、成人女性の呼吸率は 0.49m³/h、立位安静状態、短期暴露 (90 分の会話) と長期暴露 (360 分の会話) とし、換気回数は 3 水準 (0.5h⁻¹: 北欧の一般的住宅、2h⁻¹: 機械換気をしているオフィス・学校、6h⁻¹: ASHRAE Standard 170 における一般病室推奨値) としている。

2. 各ウイルスの評価

図 7 に結果を示す。IV の場合、相対湿度が高くなるにつれて感染リスクは低下すること、換気回数が大きくなるほど感染リスクは低下する一方、換気回数 0.5h⁻¹ では、暴露時間が長くなるほど相対湿度の影響が大きくなることが示されている。

MeV も IV と同様の湿度影響が示されているが、大きく異なる点は換気回数が 6h⁻¹ であっても相対湿度の影響が比較的強い点である。一方、RhV に対しては、相対湿度の効果は IV や MeV と真逆であり、相対湿度 30%、50% と比較して

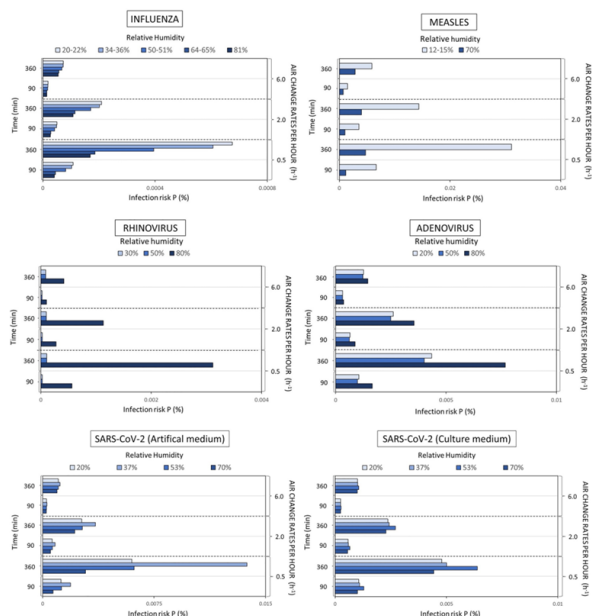


図 7 5 種類のウイルスの感染リスク P に対する相対湿度と換気回数の影響

相対湿度 80%の感染リスクは高くなり、換気量が大きくなっても相対湿度の差は比較的大きい。HAdV も相対湿度の上昇に伴い感染確率は増加するが、20、50、80%の湿度間の差は RhV と比較して大きくはない。SARS-CoV-2 に関して Aganovic らが行った実験では、塩分 13.1g/L、タンパク質 3.6g/L の人工培地では相対湿度 37%において感染リスクが最も高く、相対湿度 20、53%は同程度で 70%が最も低くなる結果が得られている。塩分 17.1g/L、タンパク質 6.8g/L の細胞培養培地では、相対湿度 53%が最も高く、20、37%の感染リスクの違いは小さく、70%で最も低くなる。結果として、アデノウイルス (HAdV) やヒトライノウイルス (RhV) 等の非エンベロープウイルスは相対湿度の上昇に伴い感染リスクを高め、一方でインフルエンザウイルス (IV)、麻疹 (MeV)、SARS-CoV-2 等のエンベロープウイルスは、相対湿度上昇は感染リスクを低下させる結果となっている。また、MeV は換気回数によらず低湿度で感染リスクが有意に高く、RhV は高湿度で感染リスクが有意に高い結果を示した。SARS-CoV-2 は低湿度、高湿度でリスクが下がり、相対湿度 37%或いは 53%で感染リスクが最も高くなる結果を示した。SARS-CoV-2 の不活化率は沈着率より少なくとも 10 倍大きく、これは脂質エンベロープ

の有無の影響であると推察している。最終的にエンベロープウイルスは低い相対湿度 (30%) で生き延びる傾向にあり、非エンベロープウイルスは高い相対湿度 (70-90%) で生き延びる傾向にあると結論づけている。

3. 加湿と換気回数の影響

感染リスクを下げるために加湿するのが良いのか、或いは換気回数を増大させるのが良いのかについて検討している。一般に室内相対湿度を 30~60%に調整することが推奨されており (結露やカビ等の発生リスクがあるため高湿度に調整することは検討外)、この範囲での相対比較を行っている。まず換気回数 $0.5h^{-1}$ に固定して相対湿度 20%から 35%に加湿する Case 1、或いは 50%に加湿する Case2、次に相対湿度 20%を維持したまま換気回数を $0.5h^{-1}$ から $2h^{-1}$ に増加させる case3、或いは $6h^{-1}$ に増加させる case4 の 4 種類について考察している。図 8 は検討結果である。アデノウイルス (HAdV) と SARS-CoV-2 (人工培地) が Case1 で、SARS-CoV-2 (細胞培養培地) では Case2 で相対リスクが増加した。それ以外はいずれも相対リスクは減少するが、加湿することで相対的感染リスクが低下したのはインフルエンザウイルスだけである。

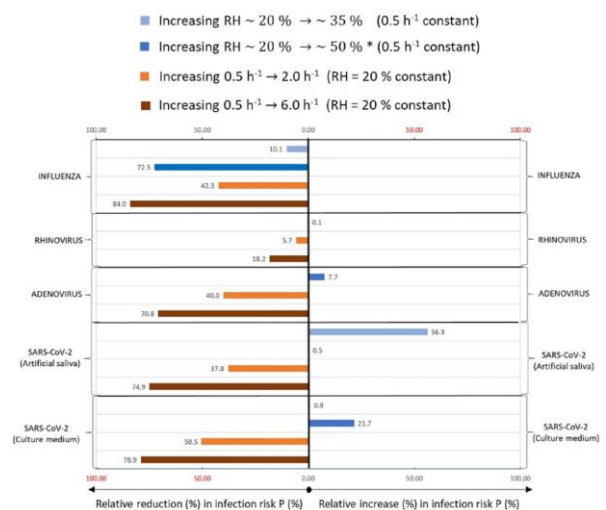


図 8 換気回数 $0.5h^{-1}$ 一定のときの相対湿度 20%から 35%または 50%への加湿の効果と相対湿度 20%一定のときの換気回数 $0.5h^{-1}$ から $2h^{-1}$ または $6h^{-1}$ へ増加したときの相対リスク変化

4. 結論

ウイルス不活化（生物学的崩壊）や液滴蒸発に伴う重力沈降率、呼吸器系統への沈着等を考慮した改良 Wells-Riley モデルを用いて 5 種類の空気感染性ウイルスの感染リスクを評価した結果、加湿による相対湿度増加は、感染リスクを上昇させるウイルスと低下させるウイルスに分かれることが判明した。換気回数を確保することは少なくとも今回検討した 5 種類のウイルスに関しては効果的であるとしている。一方で、この結果はあらゆるウイルスに対して最適な相対湿度レベルは存在しないことを示唆すると結論づけている。

5. 部会内での議論

一般に、加湿によるウイルス感染リスク低減効果が建築物環境衛生管理基準の相対湿度範囲が 40～70%に定めた理由であると解釈されており、この観点に立てば、本研究はその根拠を崩しうる結果といえる。一方、インフルエンザウイルスのみが相対湿度のコントロールに効果があることが示されており、これを根拠にすれば加湿することには意味があることになる。

部会で議論になったのは、図 1 の感染リスクの絶対値である。図 1 の各ウイルスの X 軸をみると、その最大値はインフルエンザウイルス 0.0008%、麻疹 0.04%、ライノウイルス 0.004%、アデノウイルス 0.01%、SARS-CoV-2（人工培地）0.015%、SARS-CoV-2（細胞培養培地）0.01%となっており、特にインフルエンザウイルスは他のウイルスと比べ 1～2 桁オーダーが小さい。このような極めて低い感染確率で、複数人が在室する空間でクラスター発生が起こりうるのかといった点に疑問が呈された。また、今回の検討は床面積 40m²の空間に 2 名在室しているという条件であり、一般的住宅の居室（10～20m²程度）と比して大きすぎる点、また、換気回数が同一でも気積によって効果が異なることが指摘された。この点に関しては、空間規模を変更したシミュレーションを別途検討した（次章参照）。

なお、本論文にはサプリメンタルデータが付属している。各ウイルスの相対湿度毎の不活化データ、RNA/ml 或いは TCID₅₀/ml から

quanta/h への換算、液滴粒径の扱いなどのデータが示されている。特にこれらウイルス力価のデータが今回の結果に大きく影響を及ぼす結果となっているが、インフルエンザウイルスのように毎年少しずつ変異し続けているウイルスに対し、未だに 1961 年のデータへ依拠していることへの懸念も挙げられた。

C.3. 海外の相対湿度基準の現状調査

以下 2 点の資料を収集した。前者は、各国の湿度基準に特化したレビューであり（表 6）、後者は、湿度のみならず、室内空気中存在し得る汚染物質の各国の基準がまとめられたデータベースである（表 7）。2025 年度は資料の収集にとどまっており、内容の精査は、2026 年度に行う。

- ・東賢一(2015)、室内環境における湿度基準と居住者への健康影響問題、空気調和・衛生工学会近畿支部 環境工学研究会 環境工学研究 312、11-19

- ・ISIAQ STC 34 によるデータベース ISIAQ Indoor Environmental Guidelines Database, <https://www.ieqguidelines.org/>
それぞれの資料の一部を表 7 の形で引用する。

D. 考察

調査を行った文献のうち、湿度に応じた人の生理・心理反応や健康状態を調べたものが複数含まれていた。実験室での被験者実験やオフィス等での被験者へのアンケート調査から、低湿度の場合に、生理量・心理量・健康指標に、変化が見られるという結果は一部得られているが、変化の程度が、身体に明瞭な悪影響を与えると結果は得られていない。仮に、湿度のある方向への変化が、身体に対して何らかの悪影響を増す結果であったとしても、室内湿度の許容限界を見定める立場からは、それが問題となるレベルかどうかを合わせて評価する必要がある。問題となるレベルかどうかの評価は、被験者実験の場合、サンプル数が少ないことや解像度が低いことにより、難しい場合が多い。一方、現場調査の場合、サンプル数は得られていても、関連する因子が多く、評価が難しいという面が

表 6 諸外国の温熱環境のガイドライン（東 2015）

温熱環境 因子		単位	アメリカ		カナダ	イギリス	フィンランド	中国	香港特別行政区		シンガポール	オーストラリア	ニュージーランド	
			保健省	労働安全衛生局	規格協会	健康安全局	環境省	環境保護総局	IAQMG		環境省	雇用・職場関係省	労働省	
			PHS facilities Manual	Technical Manual	CSA Z412-00	Guidance	National Building Code	GB/T18883-2002	Guidance Notes for the Management		Guidelines	Guidelines	Health and Safety in Employment Regulations	
									Excellent Class	Good Class			デスクワーク中心の職場	活動量の多い職場
室温	夏季	℃	21.1～26.7	20～24.4	24.5～28 (30%RH) 23～25.5 (60%RH)	13～30	23 ⁺	22～28	20～25.5	< 25.5	22.5～25.5	23～26	19～24	16～21
	冬季		18.3～20.0		20.5～25.5 (30%RH) 20～24 (60%RH)		21 ⁺	16～24				20～24	18～22	16～19
相対湿度	夏季	% RH	—	20～60	—	—	45 (21℃)	40～80	40～70	< 70	≦ 70	—	40～70	40～70
	冬季							30～60						
気流	夏季	m/s	—	—	—	—	—	0.3	< 0.2	< 0.3	≦ 0.25	≦ 0.25	0.1～0.2	0.2
	冬季		—	—	—	—	—	0.2						

* 通常の居室の温度は25℃を越えないこと、外気温が最大5時間平均で20℃以上の場合、この基準値を最大5℃超過可能

表 7 ISIAQ STC 34 によるデータベースから得た各国の相対湿度の基準値と基準名称

Value	Countries	Guideline name	Category*
40-70%	Japan	Law for Maintenance of Sanitation in Buildings	1
30-80%	Japan	School Environmental Sanitation Standards	1
30-80%	South Korea	School Public Health Act	1
40-80% (summer air conditioning)	China	China National Indoor Air Quality Standard (CNIAQS), "Hygienic Norm of IAQ"	2
30-60% (winter heating)			
40-70% (excellent class)	Hong Kong	A guide on indoor air quality certification scheme for offices and public places	2
<70% (good class)			
50-65%	Thailand	Notification of indoor air quality for public buildings B.E 2565 (2022)	2
<70 %	Singapore	Recommended IAQ parameters	2
30-50%	EU	EN16798-1 high lebel	4
25-60%	EU	EN16798-1 Normal lebel	4
20-70%	EU	EN16798-1 Poor lebel	4
30-70%	Czech Republic	Nářízení vlády č. 93/2012 Sb	1
40-60%	Estonia	Eluruumile esitatavad nõuded	1
40-60%	Estonia	Tervisekaitse nõuded koolidele	1
60-65%	Russia	decree of the Chief State Sanitary Doctor Russian Federation	1
20-60%	USA OSHA	Office temperature/humidity Occupational Safety and Health Administration	2
<65%	ASHRAE	ASHRAE 62.1-2016, Recommendation relative humidity in occupied spaces	4
50-60%	ASHRAE	ASHRAE Handbook 2019 (Summer)	4
20-30%	ASHRAE	ASHRAE Handbook 2019 (Winter)	4
30-50%	WELL Standards	Relative Humidity	3
30-35% in the winter	Canada	HEALTH CANADA RECOMMENDATIONS	2
<50% in the summer			
35-65%	Brazil	Resolucao 09/2003 - ANVISA	1

Category* 1: Government Regulation, 2: Government Guideline, 3:Non-governmental Guideline 4:International Guideline

ある。レビュー論文や成書においてみられる、複数の実験や調査の結果を丸めて導いた定性的な記述に左右されないように留意する必要がある。

海外の湿度ガイドラインを並べてみると、実に多様であるが、許容限界値を示しているものと、推奨値を示しているものが混在しているものと推定される。2026 年度以降に、その点について、さらに調査を進める必要がある。一方で、国によって、湿度基準を設けていない国もあることに注意する必要がある。

E. 結論

建築物環境衛生管理基準のうち、相対湿度に関する基準に関して、専門家が知見を持ち寄って、相対湿度についての建築物環境衛生管理基準の今後の方向性について議論を行うとともに、文献調査を行い、以下のことを提言した。

①現行の湿度基準は「相対湿度 40%以上 70%以下」のように数字が単独で示されているが、湿度の基準を定める必要があるのかどうかという根本を検討する必要がある。

②今後、文献調査の範囲を広げての確認が必要であるものの、ここまで文献調査を行った範

囲では、衛生面を考慮した許容限度として湿度の基準を設ける必要性を明瞭に示した論文は見当たらない。

③湿度の基準を撤廃することも視野に入れるべきである。仮に湿度基準を引き続き定めるにしても、湿度の数字を単独で設定するのではなく温度との関連を示すこと、常に保つべき範囲として示すのではなく、居住者の滞在時間のある割合において達成すべき基準として位置付けるなど緩和条件を付すこと、基準を定める目的を具体的に説明することが求められる。

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）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

引用文献

- 1) Hashiguchi, N., Tochihara, Y., Takeda, A., & Yasuyama, Y. (2023). Effects of indoor summer dehumidification and winter humidification on the physiological and subjective responses of the elderly. *Journal of Thermal Biology*, 111, 103390. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2022.103390>
- 2) Derby, M. M., Hamelkasi, M., Eckels, S., Hwang, G. M., Jones, B., Maghirang, R., & Shulan, D. (2017). Update of the scientific evidence for specifying lower limit relative humidity levels for comfort, health, and indoor environmental quality in occupied spaces (RP-1630). *Science and Technology*

for the Built Environment, 23(1), 30–45.

<https://doi.org/10.1080/23744731.2016.1206430>

- 3) Jones, E. R., Cedeño Laurent, J. G., Young, A. S., Coull, B. A., Spengler, J. D., & Allen, J. G. (2022). Indoor humidity levels and associations with reported symptoms in office buildings. *Indoor Air*, 32(1), e12961. <https://doi.org/10.1111/ina.12961>
- 4) Harper, G. J. (1961). Airborne micro-organisms: survival tests with four viruses. *The Journal of Hygiene*, 59(4), 479. <https://doi.org/10.1017/S0022172400039176>
- 5) Aganovic, A., Bi, Y., Cao, G., Kurnitski, J., & Wargocki, P. (2022). Modeling the impact of indoor relative humidity on the infection risk of five respiratory airborne viruses. *Scientific Reports*, 12(1), 11481. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15703-8>
- 6) ・東賢一(2015)、室内環境における湿度基準と居住者への健康影響問題、空気調和・衛生工学会近畿支部 環境工学研究会 環境工学研究 312、 11-19
- 7) ・ ISIAQ STC 34 によるデータベース ISIAQ Indoor Environmental Guidelines Database, <https://www.ieqguidelines.org/>

1-2 用量反応モデルに基づく室内相対湿度と感染症リスクの関係（本間義規）

A. 研究目的

A.1. ウイルスの感染経路と対策

ヒト-ヒト感染の呼吸器感染症は、ウイルスを含む液滴微粒子の吸引により引き起こされる。一般にウイルス感染の経路は、接触、飛沫核、空気感染の3種類の伝播経路に分類され、通常はその複合影響により体内に取り込まれ、個人の免疫状態により感染が成立する。COVID-19は当初、接触感染と飛沫核感染が感染経路と言われていたが、WHOは2021年4月30日に、感染研は2022年3月28日に、エアロゾル感染をその感染経路に加えた。3種類の感染経路の寄与割合は直接測定できないものの、いずれの場合も、空気感染対策を行う必要がないとはいえない。すなわち、健康被害を生じさせないことを目標とする室内環境制御として、空間ウイルス濃度を如何に低減させるか（換気量）、或いは不活化させるか（相対湿度或いは空気清浄）が設計の要点となる。

陽性者から室内空間に放出されるウイルスは、その粒径により重力落下するものとし、ないものに大別される。重力落下するものに関しては、落下後、乾燥して再浮遊して空気中のウイルス濃度を高める場合、あるいは壁・天井等に付着する場合などが考えられ、一方、重力落下せずに空中を浮遊しているウイルスに関しても同様に壁装吸着する可能性もある。こうした付着ウイルスは接触感染の原因となるものの、環境中では長く生存できないため、清拭のほか、浮遊中に処理する方法（例えば空気清浄機やUVGI、加湿器等）が有効であると考えられている。空気清浄機やUVGIは、流量×捕集効率或いは照射エネルギー量と比例関係にあり、その効果の推定は容易である。

一方、加湿による不活化は、湿気供給（添加）することで改善検討を行う点、ウイルス活性と相対湿度との非線形性、高湿側での湿害リスクなど、メリット・デメリットが存在することから慎重な議論が求められる。加湿することは、加湿設備に関するイニシャルコスト、加湿水の汚染、加湿にかかる使用エネルギーの増大、ま

た大きな問題として空間内の真菌汚染等が起こりうるため、総合的な判断として低湿側の湿度基準を定めていない国・地域も少なくない。2001年の厚生労働省検討会¹⁾では、湿度基準に対して一定の言及が行われており、その改訂に向けた主たる要因はウイルス感染との指摘がなされている。

A.2. 湿度コントロールと換気

Aganovic²⁾は、従来のWells-Rileyモデルに対し、ウイルス不活化（生物学的崩壊）や液滴蒸発に伴う重力沈降率、呼吸器系統への沈着等を考慮した改良を加え、5種類の空気感染性ウイルスの感染リスクを評価している。その結果、加湿による相対湿度増加は、感染リスクを上昇させるウイルス（麻疹、ライノウイルス、アデノウイルス、SARS-CoV-2）と、感染リスクを低下させるウイルス（インフルエンザウイルス）に分かれることを明らかにしている。一方、換気回数を確保することは、少なくともこの5種類のウイルスに関しては効果的であるとしている。この検討では相対湿度と換気は各々独立したパラメータとして考えられているが、実際には換気量と相対湿度は相互影響があり、また外気の影響すなわち地域差も当然考慮する必要がある。

A.3. 本研究の目的

Aganovic²⁾らの検討は、Wells-Rileyモデルをベースとしており、例えば多数室問題では換気回路網計算を行ったのちに当該空間の感染リスクを求める必要がある。また、クオンタ発生量はポアソン分布をベースにした確率的概念であり、直感的に分かりにくい。一方、ウイルス個数を対象とする場合、換気回路網計算と合わせて濃度を算定することができ、また気道系統も多数室計算の1室として扱うことが可能であることから、個別のリスク評価も可能となる。

そこで本検討では、空間相対湿度と感染症リスクの関係を評価するための枠組み検討の一環として、用量反応モデルに基づく考え方を整理したので報告する。

B. 研究方法

B.1. Dose-Response QMRA³⁾に基づく感染リスク評価

ウイルス学分野で利用される TCID₅₀ は感染力を有するウイルス量を表す。本検討では、液滴量 1ml に含まれるウイルス量（ウイルス濃度：TCID₅₀/ml）を用いて検討する。インフルエンザウイルス A 型（H1N1）の感染力価は、感染経過時刻によって変化するが、今回の検討では危険側の 10^{7.5} TCID₅₀/ml を用いる⁴⁾。呼気中に含まれるウイルス個数は文献 5) 図 4 より呼吸時の液滴数 1550 個/L、平均粒径 2.0μm（会話時を仮定^{注 1)}）と仮定、呼吸量を 10L/min と設定すると、ウイルス発生量 M は 10^{7.5} TCID₅₀/ml × 1550 個/L × 4/3 × (1.0 × 10⁻⁶)³ π m³ × 10⁶ mL/m³ × 10L/min = 2.05 TCID₅₀/min となる。本検討ではこの値を用いる。

B.2. 相対湿度とウイルス不活化

一般にウイルスは細胞以外では増殖することができないため、環境中では時間とともに感染力を失う。呼吸器感染するエンベロープウイルスは、液滴に含有される形態で放出され、環境相対湿度に応じて重力沈降するウイルスと或いは浮遊するウイルスとに分類される。相対湿度が低いと液滴は乾燥し、最終的には無機塩類による結晶化により生存率を高めるとされるが、ウイルスによっては逆の挙動をすることから、一概には判断することができない。また、ウイルスは変異を続けるため、今回の結果が普遍性を持つわけでもない。しかし現在のところ、空気感染インフルエンザウイルスの生存を温度と相対湿度の両方の関数として検討した研究は Harper の研究が唯一とされる⁶⁾。この結果を利用し各相対湿度のウイルス生存実験データ^{7) 注 2)} から不活化率 λ を算出したところ、相対湿度 20-22%、34-36%、50-51%、64-65%、81% に対応する λ は各々、0.086、0.106、0.485、1.742、1.913 となった。この値を用いて時間軸で生存率を算出すると図 1 のようになる。

B.2. 単室モデルにおける空間濃度の算定

単室の空間ウイルス濃度は、風量収支から簡易に算出することができる。本検討では気積 V(m³) の単室空間を対象として、陽性者而非陽性者の 2 名が在室している状況を想定する（多数室モデルの場合、室数に応じた連立方程式になる）。外気間との換気量 Q_{out}、呼出量を Q_b と

すると、ウイルス発生量 M、ウイルス不活化率 λ、人体側除去率 η（なお、非陽性者が室内空気を吸引・吐出する際、粘膜繊毛クリアランス等による除去が行われることも想定される）を用いて、かつ外気ウイルス濃度をゼロとした場合、空間濃度 C は (1) 式で表すことができる。なお、今回のケースの場合、換気による除去量が支配的になるため人体側の除去量をカウントしてもほぼ効果がないことから η=0 を仮定する（学校教室や満員電車等では、人数が増えると人体側の除去量が無視できないレベルに大きくなるので、その場合は考慮する必要がある）。

$$C = \frac{M}{Q_{out} + (1-\eta)Q_b + \lambda V} \cdot \left\{ 1 - e^{-\left(\frac{Q_{out} + (1-\eta)Q_b + \lambda}{V}\right)t} \right\} \quad (1)$$

B.3. 用量反応モデルに基づく感染確率の算出方法

用量反応モデルは、人間がウイルスに曝露するケースにおいて、吸入ウイルス量 d (Dosing) に対する感染確率 P (Response) として定義される。様々なウイルス・細菌に対し指数モデル又はベータ・ポアソンモデル (2) 式が適用される。本検討では、文献 8 を参考に α=0.27×10⁻¹、N₅₀=3.0×10³ を用いることとする。なお、呼吸時の吸入量 Δd は室内濃度 C を用いて (3) 式で表すことができる。なお、吸引して受容体等と結合するウイルス量は沈着率 f を用いて考慮する。従って最終的な暴露量 d は (4) 式で示される。

$$P = 1 - \left\{ 1 + d \cdot \frac{\left(\frac{1}{2\alpha-1}\right)}{N_{50}} \right\}^{-\alpha} \quad (2)$$

$$\Delta d = C \cdot Q_b \cdot \Delta t \quad (3)$$

$$d = \int f \cdot C \cdot Q_b dt \quad (4)$$

C. 研究結果

C.1. 換気量と相対湿度の効果に関する相対比較

今回は 6 畳間（天井高 2.5m、気積 24.84m³）に陽性者而非陽性者の 2 名が在室するケースを考える。呼吸量は共に 10L/min とし、ウイルス発生量は前述した値を用いることとする。換気

量は Aganovic の検討に倣って換気回数で表現することとし(このあたりは議論が必要である) 0.5、1.0、2.0、4.0(1/h) (各 12.42、24.84、49.69、99.37m³/h) の 4 水準を設定した。また、人体側の呼吸器粘膜に対する沈着率 f を 0.5 に設定した。換気回数 0.5(1/h)時における相対湿度毎の感染リスクの時間変化を図 2～5 に示す。また、相対湿度と換気回数をパラメータとした際の感染リスクの相対比較を図 6 に示す。

D. 考察

容量反応モデルに基づく室内相対湿度と感染症リスクの関係について検討した。インフルエンザ A 型 (H1N1) の場合、ハイリスク設定でも 3 時間後感染確率は 0.05%以下であった。Aganovic の検討では、インフルエンザウイルスの感染確率は最大で 0.0008%であり、2 桁オーダーが異なる。この差は、単純にウイルス発生量の設定条件が異なるからに他ならない。ウイルス量 (TCID₅₀/ml) が与えられれば、呼吸量や平均発生粒径などの設定はクオンタ発生量よりも直感的に設定しやすい点は利点であると考ええる。また、パラメータ間の比較では、相対湿度 20-22%と 34-36%の感染リスクはほぼ同等であること、高湿度になるほど感染リスクは低減すること、20-22%から 50-51%への加湿による感染リスク低減効果は換気量を 2 倍に増加と同等であることがわかった。なお、換気回数 2.0(1/h)は一人当たり 25m³/h に相当し、必ずしも大量換気しているわけではない点にも注意が必要である。

E. 結論

ウイルス感染リスクは、ウイルス自体の性質のほか、症状に基づく陽性者からのウイルス発生量の違い、空間内分布の非一様性、感染機序、免疫状態、発症までのタイムラグなど、確率論的モデルの扱いが必須である。一方、ウイルス発生量とウイルス不活化を定義できれば、換気回路網計算を用いた空間平均濃度への拡張は容易である。今後、多数室熱湿気シミュレーションに本モデルを組み込み、感染リスクと湿害リスクの双方を同時に評価できる仕組みの構築について、引き続き検討する。また、地域条件 (外

気絶対湿度)を条件とした検討についても行う。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
本間義規、高田暁、長谷川兼一、伊藤佳乃子。
用量反応モデルに基づく室内相対湿度と感染症リスクの関係、2026 年度日本建築学会大会 (中国)、2026.9.8-11 発表予定
3. 著書
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

注1) BLOモデルにおいて、B(Bronchiolar)モードは、細気管支での液膜破裂で発生、主に呼吸時が対象で、ピーク粒径 1.6 μ m である。L (Laryngeal) モードは咽頭での液膜破裂で発声(Voicing)時に発生、ピーク粒径 2.5 μ m である。O(Oral)モードは口腔内での液膜破裂で発生、主に咳・くしゃみ、会話時でピーク粒径 145 μ m である。今回の計算では、Bモードと L モードのほぼ中間の数値を利用した。

注2) 空気感染インフルエンザウイルスの生存を温度と相対湿度の両方の関数として検討した研究は Harper の研究が唯一とされる⁷⁾。Collison ネブライザーを使用し、カゼイン McIlvaine 緩衝液中のウイルス懸濁液を用いて 75 リットルの回転ドラム内でエアロゾル化している。温度 3 水準 (7.0～8.0℃、20.5～24.0℃、32.0℃) と相対湿度 5 水準の (20-22%、34-36%、50-51%、64-65%、81%) において、物理的損失を補正した鶏卵膜における感染価としての生存能

力を測定している。液滴に含まれるウイルス生存の研究は Marr らに詳しいが、唾液成分に含まれる無機塩成分の結晶化とエンベロープの関係については不明であるため、液滴蒸発とウイルス生存との関係は現時点では扱わない。

注3) 本検討で参照したインフルエンザウイルス A 型 (H1N1) は、亜型は同じであるが、ウイルス株自体は各々異なる。文献 4 (岩見) は Hong Kong/123/77、文献 7 (Harper) は PR8(A/PR/8/34)である。

<https://doi.org/10.1098/rsif.2018.0298>

- 7) Harper GJ. 1961 Airborne micro-organisms: survival tests with four viruses. *J. Hyg. Cambridge* 59, 479–486. (doi:10.1017/S0022172400039176)
- 8) QMRA wiki, <https://qmrawiki.org/>
- 9) G. N. Sze To, C. Y. H. Chao. Review and Comparison between the Wells-Riley and dose-response approaches to risk assessment of infectious respiratory diseases, *Indoor Air* 2010: 20:2-16, doi:10.1111/j.I600-0668.2009.00621.x

参考文献・引用文献

- 1) 建築物衛生管理検討会報告書、平成 14 年 7 月
<https://www.mhlw.go.jp/shingi/2002/07/s0708-1.html>
- 2) Aganovic, A., Bi, Y., Cao, G., Kurnitski, J., & Wargocki, P. (2022). Modeling the impact of indoor relative humidity on the infection risk of five respiratory airborne viruses. *Scientific Reports*, 12(1), 11481. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15703-8>
- 3) Charles N. Haas, Joan B. Rose, Charles P. Gerba. *Quantitative Microbial Risk Assessment: Second Edition*, Wiley-Blackwell, 2014
- 4) 岩見真吾、佐藤佳、竹内康博. ウイルス感染と常微分方程式、共立出版、2017
- 5) G.R. Johnson, L. Morawska, Z.D. Ristovski, M. Hargreaves, K. Mengersen, C.Y.H. Chao, M.P. Wan, Y. Li, X. Xie, D. Katoshevski, S. Corbett. Modality of human expired aerosol size distributions, *Journal of Aerosol Science*, 42 (2011) 839-851
- 6) Linsey C. Marr, Julian W. Tang, Jennifer Van Mullekom, Seema S. Lakdawala. Mechanistic insights into the effect of humidity on airborne influenza virus survival, transmission and incidence, *J R Soc Interface* (2019) 16 (150): 20180298 .

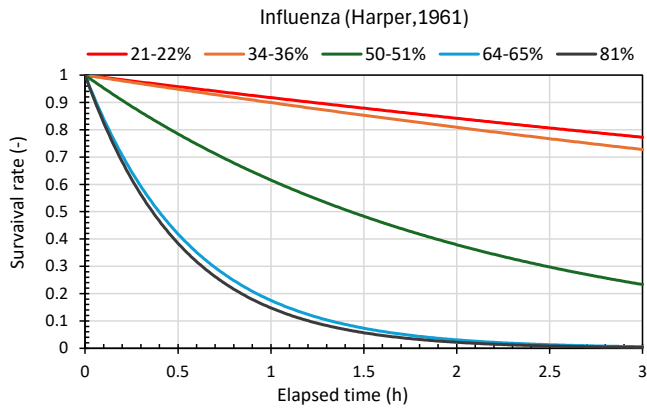


図1 相対湿度毎のインフルエンザウイルスの生存率時間変化

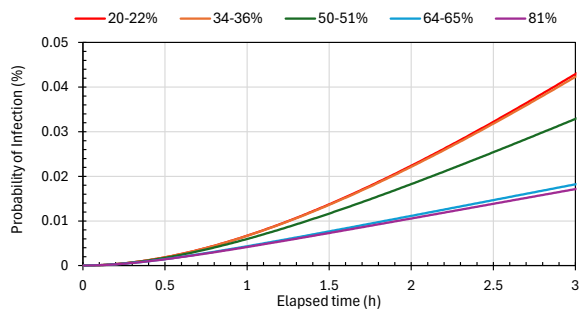


図2 換気回数 0.5(1/h)時の相対湿度毎の感染リスク時系列変化

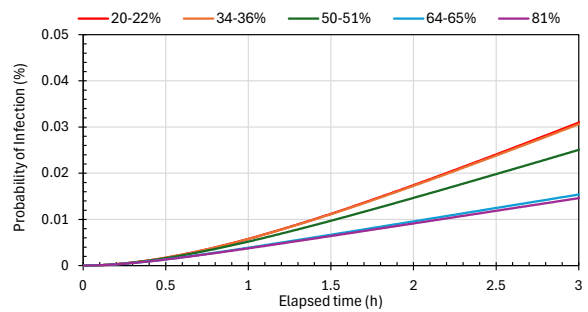


図3 換気回数 1.0(1/h)時の相対湿度毎の感染リスク時系列変化

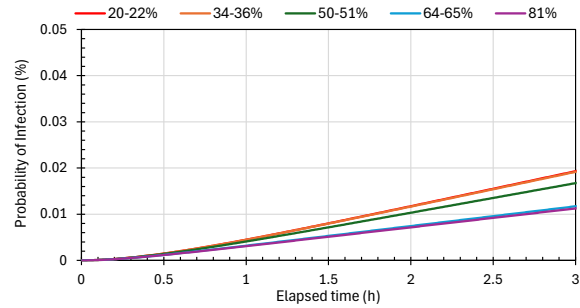


図4 換気回数 2.0(1/h)時の相対湿度毎の感染リスク時系列変化

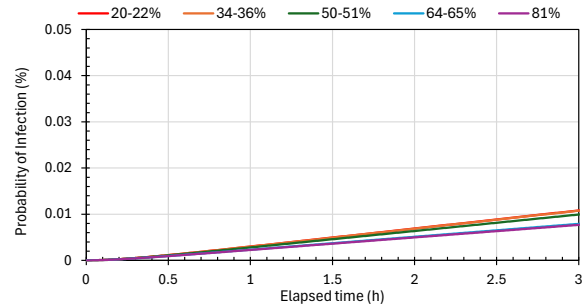


図5 換気回数 4.0(1/h)時の相対湿度毎の感染リスク時系列変化

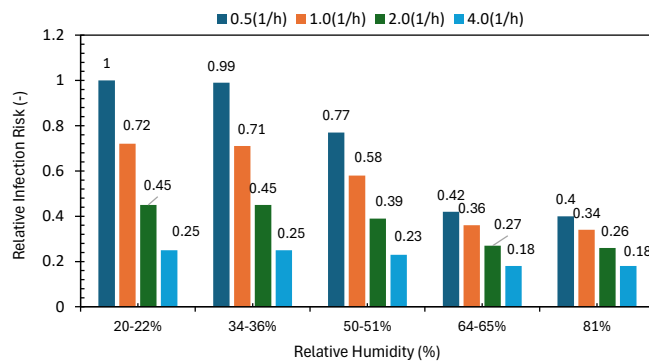


図6 換気回数と相対湿度をパラメータとした感染リスク相対比較

令和 7 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)
分担研究報告書

空気質部会：空気質・換気基準に関する検討

分担研究者	鍵 直樹	東京科学大学環境・社会理工学院 教授（主査）
研究代表者	本間義規	国立保健医療科学院建築・施設管理研究部 部長（幹事）
分担研究者	東 賢一	近畿大学医学部 教授
分担研究者	大岡龍三	東京大学生産技術研究所 教授
分担研究者	長谷川兼一	秋田県立大学システム科学技術学部 教授
研究協力者	林 基哉	北海道大学大学院工学研究院 客員教授

研究要旨

建築物環境衛生管理基準の設定根拠について、当時の報告書をもとに整理を行い、近年の知見では、二酸化炭素、浮遊粉じん、一酸化炭素、ホルムアルデヒドにおいて、諸外国や国際機関でリスク評価が行われ、ガイドラインが設定されている。さらに室内の微生物汚染や大気中の超微小粒子汚染など、室内環境や大気汚染による健康影響が近年示唆されている。

室内 PM2.5 については、諸外国の指針値を調査し、その発生源と建築物における実態について文献調査を行っている。特定建築物においては、室内発生とともに外気の侵入を考慮する必要があること、WHO の指針値を達成するための対策としては空調機エアフィルタが重要な役割があること、低濃度を基準値と比較するには測定方法に課題があることを述べている。

室内環境、特に室内空気質の総合的な評価について、既往研究のまとめを行い、大気環境で用いられている AQI とともに、室内空気質について考慮している文献の調査を行った。それぞれの提案手法には、長所、短所があり、特定建築物に適用する際には、更なる検討の必要性を述べている。

さらに、換気基準の考え方として、ASHRAE Standard 62.1 のレビューも行った。

1.1 建築物環境衛生管理基準・空気質基準の設定根拠と整理（鍵直樹、本間義規、東賢一、大岡龍三、長谷川兼一、林基哉）

A. 研究目的

建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）に規定する建築物環境衛生管理基準については、近年の特定建築物を取り巻く状況は大きく変化し、国際機関では室内空気質ガイドライン等の見直しが行われていることから、厚生労働省では令和 2 年 12 月に建築物衛生に係る有識者で構成する「建築物衛生管理に関する検討会」を立ち上げ、国際基準等を踏まえた建築物環境衛生管理基準の見直し等の検討を行い、一酸化炭素および温度の基準を令和 4 年 4 月に改定した。また、この検討会の報

告書「建築物衛生管理に関する検討会報告書（令和 3 年 7 月）」によれば、一酸化炭素、温度の他に、微小粒子状物質（PM2.5）、二酸化炭素についても検討結果を報告しており、PM2.5 について空気環境の調整の項目に追加する場合は、空気環境の測定方法、具体的な維持管理手法、事業登録制度との整理等が必要であることから、引き続きデータ等を収集すること、二酸化炭素については健康影響を考慮しつつ、建築物衛生法における二酸化炭素濃度の基準値のあり方を引き続き検討するとしている。

本報では、空気環境の測定項目である、温度、相対湿度、気流、二酸化炭素、浮遊粉じん、一酸化炭素、ホルムアルデヒドに関して、これらの環境衛生管理基準を設定するにあたっての経緯や根拠について解説する。さらに、室内

PM2.5 の特徴を述べるとともに、建築物衛生法における空気質に関する環境衛生管理基準の項目（二酸化炭素、一酸化炭素、浮遊粉じん、ホルムアルデヒド）の評価手法について、関連研究のレビューを行った。また、ASHRAE 62.1 を対象に、換気と室内空気質の規格について検討を行った。

B. 建築物環境衛生管理基準の制定根拠

B.1 はじめに

建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）（昭和 45 年 4 月 14 日法律第二十号）「第四条第一項」では、「建築物環境衛生管理基準」を規定している。ここでは、特定建築物の所有者、占有者その他の者で当該特定建築物の維持管理について権原を有するものは、政令で定める基準に従って当該特定建築物の維持管理をしなければならないと規定されている。

建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令（建築物衛生法施行令）は、1970 年（昭和 45 年）10 月 12 日に公布されている。その後、幾多の改正を経て、2022 年（令和 4 年）4 月 1 日に改正された施行令（政令第三百四十七号）が、建築物環境衛生管理基準としては最新の内容である。その後の 2025 年（令和 7 年）4 月 16 日に改正がなされたが、建築物環境衛生管理技術者試験の受験手数料が 13,900 円から 17,900 円に増額されたのみの改正である。

建築物衛生法施行令に規定されている建築物環境衛生管理基準において、空気調和設備を設けている場合の空気環境の調整に関する基準は表 1 の通りである。

表 1 建築物環境衛生管理基準

項目	基準
浮遊粉じんの量	0.15mg/m ³ 以下
一酸化炭素の含有率	~~6 ppm-10ppm~~ （厚生労働省令で定める特別の事情がある建築物にあつては、厚生労働省令で定める数値）以下
二酸化炭素の含有率	1000ppm 以下

温度	一 18℃ ~~-17℃~~ 以上 28℃以下
	二 居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと。
相対湿度	40%以上 70%以下
気流	0.5m/秒以下
ホルムアルデヒドの量	0.1mg/m ³ (0.08ppm)以下

* 取り消し文字の部分の基準は 2022 年 4 月 1 日改に正施行

建築物環境衛生管理基準は、空気環境の調整、給水および排水の管理、清掃、ねずみ・昆虫等の防除に関し、環境衛生上良好な状態を維持するために必要な措置について定めている。本基準は建築物内部の人工的な総合環境を網羅した管理基準であり、この管理基準を遵守するため、建築物の所有者は権原者として、管理技術者を選任し、管理項目に沿った維持管理を実施する義務が課せられている。本基準は制定後 50 年以上経過した現在でも維持管理関係者に広く浸透し、衛生規制として重要な役割を担っている。また、対象外施設の維持管理基準やガイドラインとしても広く参考とされ、活用されている。

本報では、空気環境の測定項目である、温度、相対湿度、気流、二酸化炭素、浮遊粉じん、一酸化炭素、ホルムアルデヒドに関して、これらの環境衛生管理基準を設定するにあたっての経緯や根拠について解説する。

B.2 建築物衛生法の設立の背景

1965 年（昭和 40 年）6 月 30 日、厚生大臣の諮問に応じて、(1)環境衛生に係る公害に関する重要事項、(2)水道・清掃施設・下水道の終末処理場その他環境衛生に係る生活環境に関する重要事項、これら 2 項目を調査審議するために「公害審議会」（1967 年 11 月 25 日に生活環境審議会に改名）が発足した¹⁾。この審議会の中に生活環境部会が設置され、「健康的な居住水準の設定について」が 1965 年 9 月 27 日に諮問された（厚生省環第 659 号）。その後、公害審議会の審議過程において、「多人数利用建築物の衛生水準の設定について」があわせて審議され、生活環

境部会は、1966 年 8 月 13 日に上記 2 項目に関する中間答申を公害審議会に提出した^{2,3)}。

「多人数利用建築物の衛生水準の設定について」の中間答申では、ビルなどの建築物に対する衛生上の設備およびその維持管理についての十分な規制や指導が行われていないことから、多くの問題が生じているので、国民の健康を保持、増進するためには、厚生行政の立場から建築物の環境衛生基準の設定、建築物の維持管理に関する専門技術者制度の創設等について早急に措置する必要があるというものであった⁴⁾。当時、夏期の冷房により消化器系疾患の罹患率が上昇する例がみられること、旧式ビルで冬期暖房中に二酸化炭素濃度が 0.3～0.4%まで上昇する例がみられること、空気調和設備が適切に使用されると粉じん濃度が外気濃度より下回ることが多いことなどが報告されていた。従って、このような背景をもとに、厚生省ではこの問題についての技術的な基礎固めを行うため、昭和 40 年度厚生科学研究補助金により、社団法人空気調和・衛生工学会に研究を委託した⁵⁾。同学会は、建築学、衛生工学、医学などの学者で組織する委員会を立ち上げ、欧米先進諸国の制度等も参考にして研究を進め、1966 年 3 月に「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」(委員長：小林陽太郎 氏)⁶⁾が報告された。これらの準備を経て、1970 年 4 月 14 日に「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」が公布された。

「建築物環境衛生管理基準」は、1970 年 10 月 12 日に公布された「建築物衛生法施行令」の中で規定された。基準値の概念としては、理想値、目標値、推奨値、許容最低限度といった各段階がある⁹⁾。この管理基準は、基準違反に対して直ちに法的措置がとられるものではなく、実現可能な望ましい基準というべきものを示し、特定建築物の所有者、占有者、その他の者で当該特定建築物の維持管理について権原を有する者に、遵守するよう要求しているものであって、推奨値的性格の強いものとされている。

B.3 建築物環境衛生管理基準の設定について

建築物環境衛生管理基準の設定にあたっては、「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」

が基盤となっている。この報告書では、ビルディング、すなわち閉鎖された建築物の内部において、最小限 8 時間以上継続的に労働する人体に対し、安全、健康、快適性（選択性）、能率を目的として環境衛生基準が検討されている。そして、空気環境に関わる基準として、温度、相対湿度、気流、換気（二酸化炭素）、塵埃（じんあい）、有害ガス（一酸化炭素、二酸化炭素）について基準が提案された。しかし、建築物環境衛生管理基準は、この報告以降に発表された当時の最新の知見とともに検討されており、特に、一酸化炭素と浮遊粉じんについては、1960 年代の大気汚染での取り組みが参考にされている。また、ホルムアルデヒドの基準値は、2002 年 10 月に追加されており、これらの項目とは背景や経緯が異なっている。温度と一酸化炭素の基準は、世界保健機関（WHO）のガイドラインに基づき 2021 年 12 月に改正された。

建築物環境衛生管理基準に関わる法規等の経緯を表 2 に示す。空気質部会の報告書として、二酸化炭素、浮遊粉じん、一酸化炭素、ホルムアルデヒドの基準値設定について解説する。

表 2 建築物環境衛生管理基準に関わる法規等の経緯

年月日	建築物衛生法関連の法規・報告等	特記事項
1965 年 9 月 27 日	公害審議会に設置された生活環境部会	「健康的な居住水準の設定について」を諮問
1966 年 3 月 31 日	「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」 (厚生省より社団法人空気調和・衛生工学会に委託) 報告書	空気調和、暖冷房、換気、採光照明、騒音防止に関する基準を扱い、環境諸要素の基準値として、目標値、推奨値、許容限度の段階的基準を提案
1966 年 8 月 13 日	公害審議会	「健康的な居住水準の設定」および「多人数利用建築物の衛生水準について」に関する中間答申

1970 年 4 月 14 日	「建築物衛生 法」公布(昭和4 5 年法律第20 号)	
1970 年 10 月 12 日	「建築物衛生法 施行令」公布(昭 和45 年政令第 304 号)	建築物環境衛生管理 基準として「浮遊粉 じん」「一酸化炭素」 「二酸化炭素」「温 度」「相対湿度」「気 流」の基準値等を規 定
1970 年 10 月 13 日	「建築物衛生 法」施行	
1970 年 10 月 13 日	「建築物衛生法 施行令」施行	
2002 年 10 月 11 日	「改正建築物衛 生法施行令」公 布(平成14 年 政令第309 号)	「ホルムアルデヒド の量」の建築物環境 衛生管理基準への追 加
2021 年 12 月 24 日	「改正建築物衛 生法施行令」公 布(令和3 年厚 生労働省令第3 47 号)	温度、一酸化炭素の 基準値を改正
2021 年 4 月 1 日	「改正建築物衛 生法施行令」施 行	

B.3.1 二酸化炭素

1971 年に作成された建築物環境衛生管理技術者講習会テキスト⁴⁾において以下の記述がある、「二酸化炭素濃度は、空気清浄度の1つの指標として、従来より測定されており、また居室では、人の呼気、喫煙、炊事、また調理等により、影響を受けやすい。二酸化炭素自体は、少量であれば人体に有害ではないが、1000ppmを超えると倦怠感、頭痛、耳鳴り、息苦しさ等の症状を訴えるものが多くなり、フリッカー値の低下も著しいこと等により定められたものである。」

「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」の報告書では、二酸化炭素を有害ガスとした場合の基準値として、許容限度 5000ppm、推奨値 1500ppm、目標値 1000ppm が提案されている。また、この報告書では、換気設備の組み合わせに基づき設備等級に応じて定めた二酸化炭素濃度の許容限度が示されている。換気設備の組み合わせが最も簡素な場合は 0.07~0.10% (700~1000ppm)、その組み合わせが増えるに従い、0.10~0.15% (1000~1500ppm)、0.15~0.20% (1500~2000ppm) が許容限度とされている。

1968 年に世界保健機関 (WHO) が公表した「住居の衛生基準に対する生理学的基礎」⁸⁾では、二酸化炭素の基準について次の記載がある。

「最近まで地上の炭酸ガス (二酸化炭素) の作用の研究に2つの判定が用いられていた。その第1は、生理学的研究によると、0.5% (5000ppm) 以上の濃度になると、炭酸ガスは呼吸数をガス交換に必要なレベル以上に増加させ、呼吸系統に付加的な重荷を負わせる。第2は 1881 年に Pettenkofer と Flügge は 0.07~0.1% (700 ~ 1000ppm) を炭酸ガスの許容濃度とみなすと提言した。第2の数値は生理学的な基礎を持っていないが、これは家庭内の空気汚染の間接的な指標としてかなり実数的な数値であると認められた。はなはだ最近まで、この値は室の中の空気の更新に必要な速度を計算するのに用いられたし、また、室内の空気の質を評価して、換気系統の能率を判定するのに用いられてきた。」また、WHO の報告書では、1964 年に Eliseeva が発表した研究を引用し、0.1% (1000ppm) の炭酸ガスの吸入実験によって、呼吸、循環器系、大脳の電気活動に変化がみられたと報告している。

従って、二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準の設定にあたっては、WHO の報告書で指摘された二酸化炭素の判定基準を考慮しつつ、主に空気清浄度の指標 (換気の評価基準) の判定指標として、二酸化炭素の管理基準を 1000ppm に設定したと考えられる。近年の研究においても、低濃度の二酸化炭素による人体影響が報告されている⁹⁾ (表3)。

表3 二酸化炭素濃度と人体への影響⁹⁾

二酸化炭素濃度 (ppm)	生理変化	精神運動機能	症状	室内基準等
500 以上	pCO ₂ 、心拍数、心拍変動、血圧、末梢血液循環		700 ppm以上でシックビルディング症候群の症状 ^{a)}	
1,000以上		認識能力(意思決定、問題解決等)	学童の喘息症状の増悪 ^{a)}	居住空間における室内空気質指針値
5,000 以上				労働環境基準(8時間加重平均値TWA)
10,000 以上	呼吸数増加、呼吸性アシドーシス、代謝性侵襲(血中Caや尿中糖濃度の低下)、脳血流増加、分時換気量増加			
50,000 以上			めまい、頭痛、混乱、呼吸困難	
100,000 以上			激しい呼吸困難に続き、嘔吐、失見当、高血圧、意識消失	労働環境基準(短時間限界値STEL)

^{a)} 共存する室内汚染物質による影響の可能性が高い

B.3.2 浮遊粉じん

「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」で提案された浮遊粉じんの基準値は、大気塵埃濃度に応じた計数法による室内塵埃濃度が提案されていた。しかし当時、大気汚染に関する問題が社会的に大きくなったことから、1967年に公害対策基本法、1968年に大気汚染防止法が公布され、これらの取り組みの中で、浮遊粉じんも大気汚染物質として取り上げられていた。大気汚染に対しては、厚生省環境衛生局公害部（当時）が中心となって取り組んでいたが、建築物衛生法も厚生省環境衛生局が取り組んでいた。当時、建築物衛生法の検討時期と並行して、大気汚染物質としての浮遊粉じんの目標値や大気環境基準が検討されていた。従って、浮遊粉じんの建築物環境衛生管理基準を設定するにあたっては、大気汚染での取り組みが参考にされたと考えられる。

浮遊粉じんの建築物環境衛生管理基準が規定された建築物衛生法施行令（1970年10月12日）以前では、公害防止計画策定の基本指針として、浮遊粉じんの目標値(1)年間を通じて24時間平均値 0.15mg/Nm³ 以下の日数 50%以上、(2)同 0.3 mg/Nm³ 以下の日数 95%以上が 1969年5月27日に設定されている。これらの数値は、公害防止計画策定研究会から提案された24時間測定値の50%値が0.1~0.15mg/Nm³、24時間測定値の95%値が0.2~0.3mg/Nm³を踏まえ、当時の大気汚染の実態を考慮して採用されたものであった。公害防止計画策定研究会からの提案値は、日本における特異性閉塞性呼吸器疾患の疫学調査に基づくものであった。また、この基本

方針（案）に関する参考資料は、1969年（昭和44年）5月に厚生省環境衛生局公害部がとりまとめており、当時の諸外国における浮遊粉じんの基準も参考にされている。建築物衛生法の制定に対しては、厚生省環境衛生局が取り組んでいたことから、建築物衛生法における浮遊粉じんの環境衛生管理基準は、公害防止計画策定の基本指針における浮遊粉じんの目標値が採用されたと考えるのが妥当であると考えられる。

この後の1970年1月20日、生活環境審議会公害部会に浮遊ふんじん環境基準専門委員会が発足し、1970年12月25日には浮遊粒子状物質の環境基準に関する専門委員会の報告がなされている¹⁰⁾。この報告書では、浮遊粒子状物質の環境基準として「(1)連続する24時間の平均1時間値 100 μ g/m³ (0.1mg/m³) 以下、(2)1時間値 200 μ g/m³ (0.2mg/m³) 以下であって両条件を常に満足すること」が提案されている。この環境基準の設定根拠は以下の通りであった。

- (1) 浮遊粒子状物質の濃度が 600 μ g/m³ (1200~300 μ g/m³) となると視程は2km以下となり、地域住民の中に不快、不健康感を訴えるものが増加する。また交通事故発生増加に留意せねばならないとされている。150 μ g/m³ (300~75 μ g/m³) となると視程は8km以下となり、有視界飛行は困難となるとされている。
- (2) 年平均値（24時間値）100 μ g/m³ の地区での非特異的非伝染性呼吸器症状（例えば慢性気管支炎症状）の有症率がそれ以下の地区に比べ増加がみられる。
- (3) 年平均値（24時間値）100 μ g/m³ の地区に居住する学童の気道抵抗の増加がみられる。
- (4) 24時間平均値 150 μ g/m³、1時間平均値 300 μ g/m³ の状態が出現すると病弱者、老人の死亡率が増加する。
- (5) 米国における研究によれば年平均値 80 μ g/m³ から 100 μ g/m³ に増加すると全死亡率の上昇がみられた。
- (6) 英国における研究によれば年平均値 140 μ g/m³ から 60 μ g/m³ に改善されたとき地域の「たん」の排出量の著明な減少がみられた。

1971 年に作成された厚生大臣指定建築物環境衛生管理技術者講習会テキスト⁴⁾によると、以下の記述がある。「浮遊粉じんとは、その化学性を考慮することなく、また生成過程を問わず粒径が 10 ミクロン (μ) 以下の粒子状物質としているのは大気汚染防止法と同じである。一中略一。浮遊粉じんの人体への影響は著しいものがあり特に呼吸器系に対しては直接的であり、かつ、人に与える不快感、非特異的非伝染性呼吸器症状の有症率あるいは死亡率、または病理所見などを検討し、基準値を $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以下としたものである。」ここで記載されている症状は、上述の浮遊粒子状物質の環境基準の設定根拠で報告された症状と同じである。

浮遊粉じん環境基準専門委員会は、浮遊粒子状物質の環境基準として、24 時間の平均 1 時間値 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($0.1\text{mg}/\text{m}^3$) 以下を提案し、この数値が環境基準となった。建築物衛生法の環境衛生管理基準においては、公害防止計画策定研究会から提案された 24 時間測定値の 50% 値のうち、当時の特定建築物の実態を考慮して、 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ を採用したと考えられる。

大気中の浮遊粉じんは、粒径が小さい微小粒子ほど肺胞などの気道の奥深くまで侵入し、そこに沈着する割合が大きく、健康に対する影響がより大きいと考えられている。従って、 $10\mu\text{m}$ よりもさらに小さい粒径の粒子 ($\text{PM}_{2.5}$) に焦点があてられており、日本でも環境基準が 2009 年に設定されている。WHO が最新の空気質ガイドラインを設定しており、 $\text{PM}_{2.5}$ の空気質ガイドラインは 24 時間平均値で $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、年間平均値で $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ である¹¹⁾。

日本の建築物衛生法が適用される特定建築物では、従来、環境たばこ煙が室内での主要な粉じんの污染源であった。しかしながら、分煙化の推進や喫煙率の減少にともない、浮遊粉じんの基準値超過率は大幅に減少し、この 10 年間は 2~3% 程度となっている。浮遊粉じんについては、室内の浮遊粉じんの形状、粒径、化学組成等の性状や挙動の把握を行い、再検討することが適当であると考えられる。また、生物由来の浮遊粉じんであるバイオエアロゾルに関しても、健康影響との関係が示唆されていることから、建築物における汚染状況と健康影響に関

する実態を把握し、適切な措置を検討する必要があると考えられる。

B.3.3 一酸化炭素

「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」の報告書で提案された一酸化炭素の基準値は、推奨値 20ppm、目標値 10ppm であった。これらの値は一酸化炭素を有害ガスとして評価したものである。一方、一酸化炭素も大気汚染物質として、当時の最新の知見をもとに 1960 年代に大気環境基準が検討されていた。従って、建築物環境衛生管理基準を設定するにあたっては、大気汚染での取り組みが参考にされたと考えられる。

一酸化炭素に係る環境基準の設定については、1969 年 (昭和 44 年) 1 月以来、厚生大臣の諮問機関である生活環境審議会に、そのための専門委員会を設けて検討が進められ、委員会は 1969 年 9 月 11 日に生活環境審議会に対して一酸化炭素の環境基準に関する報告を行った。その後、生活環境審議会は、1969 年 12 月 22 日、厚生大臣に対し、一酸化炭素に係る環境基準について答申を行なった。厚生省は、この答申を基に政府原案を作成し、関係各省の意見を調整した後、1970 (昭和 45 年) 2 月 16 日に中央公害対策審議会の了承を得た。そして 1970 年 2 月 20 日、公害対策会議及び閣議において、一酸化炭素の環境基準を決定した¹²⁾。一酸化炭素の環境基準としては、(1) 連続する 8 時間における 1 時間値の平均 20ppm 以下、(2) 連続する 24 時間における 1 時間値の平均 10ppm のいずれをも満たすものでなければならぬとされた。一酸化炭素 (CO) の環境基準設定の根拠に関する専門委員会の報告を表 4 に示す。

表 4 一酸化炭素の環境基準設定の根拠¹²⁾

項目	概要
人の健康と福祉に及ぼす影響	(1) CO は血液中のヘモグロビン (CO 血球素) と結びつきその結合力が酸素より 240 倍強いいため、CO 血球素の本来の酸素運搬の機能が阻害される。
	(2) CO が生体内のある種の酸素と結合、または反応することによって生

	理機能障害が起こる。
	(3) 自然的に体内で一酸化炭素ヘモグロビン (COHb) がごく少量であるが生成される。これは空気中に CO がない場合、スムーズに外へ呼吸とともに放出されるが、CO がある場合その肺胞からの解離が阻害される。
重要な人への影響とその汚染条件	(1) 内因性 CO (自然的に体内で発生する CO) の肺胞での解離を阻害することなく、完全に生理学的に解離を円滑に進行させるためには、吸入空気の CO 濃度は 5ppm を下回ることが望ましい。 (2) 喫煙・暖房・厨房、および大気汚染における CO の汚染などから吸収された CO をすみやかに体外へ排除するためには、環境大気中の CO は可及的に低濃度でなければならない。たとえば、1 時間値の平均 CO 濃度 20ppm の空気を、8 時間の間呼吸して COHb が増加した人の COHb 量が、もとの値までに回復するためには、1 時間値 5ppm 程度のところに、少なくとも 8 時間以上いることが必要である。この状態を 1 時間値の 24 時間平均値に換算すると 10ppm 程度となる。 (3) 時間識別能力の低下は、COHb 量が 2% に達するとあらわれてくる。たとえば、24 時間、CO に汚染された空気を呼吸する場合には、COHb 量を 2% 以下に維持するためには、CO 濃度の 1 時間値の 24 時間平均は 10ppm 以下でなければならないことになる。また、1 時間だけ CO に汚染された空気を呼吸する場合には、1 時間値 55ppm 以下であることが望ましい。 (4) 心筋梗塞発作患者には、1 時間値の 24 時間平均濃度 10ppm の CO 汚染が数日間つづくと、CO による悪影響があらわれる。 (5) COHb 量が 5% に達すると、精神神経機能が低下すること、貧血者、重要臓器の循環障害者の死期が早まることがみとめられている。この COHb 量 5% は、30ppm 8 時間で生

じる。

一酸化炭素に係る環境基準の設定については、1969 年 1 月から一酸化炭素環境基準専門委員会で検討が進められ、1969 年 9 月 11 日にこの委員会は、一酸化炭素の環境基準として、(1) 連続する 8 時間における 1 時間値の平均 20ppm 以下、(2) 連続する 24 時間における 1 時間値の平均 10ppm 以下のいずれも満たすことと報告している。建築物衛生法施行令は 1970 年 10 月 12 日に公布されており、それ以前に基準値の検討が実施されていたと考えられる。一酸化炭素環境基準専門委員会は、一酸化炭素の健康影響を考慮すると、5ppm 以下が望ましいとも報告している。従って、建築物環境衛生管理基準としては、一酸化炭素の環境基準の 24 時間における 1 時間値の平均 10ppm を採用したものと考えられる。

その後、WHO 欧州事務局が室内空気質ガイドラインを 2010 年に公表し、一酸化炭素の 24 時間平均のガイドラインとして 6 ppm を勧告した¹³⁾。このガイドラインは、一酸化炭素への長期間曝露によって、感覚運動能力の変化、認識能力への影響、感情や精神への影響、循環器系への影響、低体重児出生などとの関連が報告されてきたことによる。このことを受けて、建築物環境衛生管理基準が 2021 年 12 月に 6 ppm 以下に改正された。なお、WHO は、2021 年に空気質ガイドラインを改正し、一酸化炭素の 24 時間平均値として 3.4 ppm を勧告した¹¹⁾。この改正は、心筋梗塞による入院や死亡率の上昇に基づいている。

B.3.4 ホルムアルデヒド

室内空気中のホルムアルデヒドの量については、世界保健機関欧州地域事務局の空気質ガイドライン等において、短期間の吸入暴露による鼻咽頭粘膜への刺激作用を考慮し、その指針値は「30 分間の平均値で 0.1mg/m³」と定められている^{14,15)}。本改正においても、同指針値を考慮し、ホルムアルデヒドの量に関する基準の設定が行われた¹⁶⁾。WHO の最新の室内空気質ガイドラインにおいても、30 分間の平均値で 0.1mg/m³ が維持されている¹³⁾。この評価では発

がん影響や慢性疾患も考慮されており、このガイドラインによって、長期曝露による肺機能への影響、鼻咽頭がんや骨髄性白血病の発症も防止できるとしている¹³⁾。

C. 室内 PM2.5 の基準制定に向けて

C.1 PM2.5 の基準値、指針値

室内における粒子状物質の基準としては、先にも述べられているように、建築物衛生法においては粒径 10 μm 以下の浮遊粉じんが対象となっている。現在の建築物においては、たばこ煙による濃度の上昇は見られず、浮遊粉じん濃度の不適率（不適合となる建築物の割合）についても低い値で推移している。大気環境においては、ディーゼル排ガスなどの微小粒子が健康影響で問題となり、微小粒子状物質（粒径 2.5 μm の粒子を 50%の割合で分離できる分級装置を用いて、より粒径の大きい粒子を除去した後）に採取される粒子（PM2.5）に係わる環境基準として、2009 年に、1 年平均値 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、かつ 1 日平均値が 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であることが制定された。

室内においては、日本には基準値、指針値はない。WHO においては、大気及び室内についても、年平均値が 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、24 時間平均値が 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であることとしている。米国 EPA においても、室内の指針として、年平均値が 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ から引き下げられ、24 時間平均値が 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となっている。

表 5 主な PM2.5 濃度の基準値・指針値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

国・機関	年平均	24 時間平均
大気環境基準 (日本)	15	35
WHO (2021)	5	15
EPA (米国)	9	35
EU	10	25

C.2 室内 PM2.5 の現状と対策・課題

室内における微粒子の発生源については、大気の侵入に加え、大気と同様に室内での燃焼によって発生することが知られている。従来から指摘されている発生源として、調理、ろうそく、

アロマ、ヘアースプレー・ドライヤー、タバコ煙、ガスストーブなどが、室内空気中の実測又はチャンバーを用いた発生試験により確認されている^{17,18)}。これらから発生した粒子には粒径 100 nm 以下の超微粒子（ナノ粒子）が含まれている。更に、コピー機やレーザープリンタなどの情報機器からの発生¹⁹⁾もある。

室内における粒子状物質の発生源は多岐にわたり、また発生した粒子も 10 nm から 10 μm の広範囲の粒径に渡っていること、これらが建築物衛生法の建築物環境衛生管理基準値となる粒径 10 μm 以下の浮遊粉じんのみならず、大気環境基準の PM2.5 に該当するような粒径の粒子も従来から建築物室内には含まれている。上述した室内の微粒子の発生源としては、住宅室内においてみられるものが多く、事務所などの特定建築物においては、たばこ煙や燃焼器具などの強力な発生源が少ない状況であることから、外気からの侵入が室内 PM2.5 濃度の基盤となっていると考えられる。

特定建築物となる事務所建築物において室内と外気の PM2.5 濃度を測定した例がある²⁰⁾。図 1 建物の各室内における PM2.5 濃度及び室内と外気濃度の比を表す I/O 比を示す。今回の測定箇所においては、PM2.5 濃度が 0.002～0.03 mg/m^3 程度となり、大気の基準値の「1 日平均値が 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下」を下回る結果となった。I/O 比については、0.1 から 1.2 の範囲の値となった。O05 については、他の建物とは異なり、室内での在室者及び来訪者が多いことから、室内での発生量が多いことが要因と考えられる。O08 については、個別空調建物であり、外気からの侵入が大きいことによるものと考えられる。一方、I/O 比の低い T05、T17、O03、O05、O06 の空調機は中央方式であり、空調機に設置されているエアフィルタにより、外気及び室内の粉じんを除去していることが考えられる。以上のように、室内 PM2.5 濃度については、室内での発生源がある場合、また外気からの侵入により、その濃度が高くなる可能性がある。特に建物により濃度、I/O 比が同様の傾向を示していることから、外気からの侵入、外調機等の特性によるものが考えられる²¹⁾。建築物においては、現在室内の発生は決して多くないものの、大気か

らの影響も受け、WHO の指針値と比較すると濃度が高い建物も存在する。室内の PM_{2.5} の対策としては、通常の室内汚染物質と同様に、室内に入れない、室内で発生させない、発生したら速やかに除去することが基本となる。発生した微粒子の除去には、外気処理及び還気空気の浮遊粉じん浄化のために、エアフィルタが装着されていることが濃度の低下に寄与できるものと考えられる。

基準値、測定値共に質量濃度として表現されている。健康影響については質量濃度で検討され基準値が示され、測定方法としてもサンプルの質量を計測するもの又は同様の値を表示する相対濃度計が用いられている。しかし、超微粒子など微小粒子は、粗大の粒子よりも格段に質量が小さく、質量濃度で表現することが難しくなる。計測方法としても微粒子の質量を測定するよりも、散乱光などを検出して計数することが容易で、個数濃度での評価の方が都合がよい。健康影響の評価の元となる個数濃度による測定例が少ないため、個数濃度で表現された基準値はないため馴染みはないが、測定機器の低価格化、簡便性などからデータが揃ってくれば、個数濃度での評価が有効になるかもしれない。

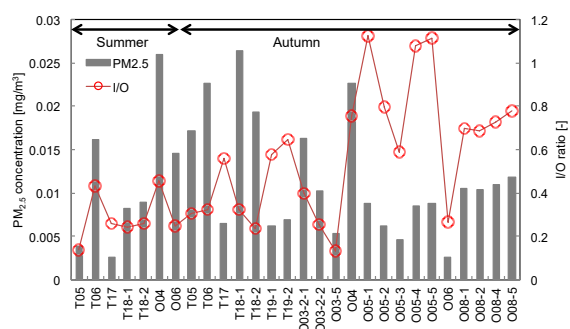


図1 各室の PM_{2.5}濃度と I/O 比

D. 室内空気質の総合評価

D.1 大気質指数 AQI

大気環境における空気の汚染度を一般の人にも分かりやすく数値化した指標として、米国 EPA において、表 6 のように 0～500 の数値と 6 段階の色分けにより表示しているものであり、この指標を参考に表 7 のように各国が異なる指標として適用している。

表 6 AQI のレベル分け

AQI Basics for Ozone and Particle Pollution			
Daily AQI Color	Levels of Concern	Values of Index	Description of Air Quality
Green	Good	0 to 50	Air quality is satisfactory, and air pollution poses little or no risk.
Yellow	Moderate	51 to 100	Air quality is acceptable. However, there may be a risk for some people, particularly those who are unusually sensitive to air pollution.
Orange	Unhealthy for Sensitive Groups	101 to 150	Members of sensitive groups may experience health effects. The general public is less likely to be affected.
Red	Unhealthy	151 to 200	Some members of the general public may experience health effects; members of sensitive groups may experience more serious health effects.
Purple	Very Unhealthy	201 to 300	Health alert: The risk of health effects is increased for everyone.
Maroon	Hazardous	301 and higher	Health warning of emergency conditions: everyone is more likely to be affected.

表 7 各国の AQI

国	指標の名称	特徴
アメリカ	US-AQI	世界で最も普及している基準。0～500 の数値で評価し、6 色で色分け。
中国	Chinese AQI	汚染レベルが高い状況に合わせた独自のしきい値を設定。
インド	National AQI	独自の 6 段階評価。
欧州(EU)	European AQI	欧州環境庁 (EEA) が運用。個別の物質ごとの状況を重視。
韓国	CAI (Comprehensive Air-quality Index)	0～500 の数値で、4 段階 (Good, Normal, Bad, Very Bad) に色分け。
イギリス	DAQI (Daily Air Quality Index)	1～10 の「10 段階」で表示。
カナダ	AQHI (Air Quality Health Index)	1～10+ の数値で、大気汚染による「健

		康リスク」に 特化。
--	--	---------------

EPA による AQI の大気の評価項目は、大気汚染物質であり、基準値が存在する CO、NO₂、O₃、SO₂、PM10、PM2.5 を対象に、表 8 の各汚染物質の濃度閾値を用いて、下記の式により各汚染物質の汚染指数 I_p を計算し、一番高い値がその場所の AQI とされる。

表 8 AQI の指標区分の境界値

These Breakpoints...							...equal this AQI	...and this category
O ₃ (ppm) 8-hour	O ₃ (ppm) 1-hour ¹	PM _{2.5} (μg/m ³) 24-hour	PM ₁₀ (μg/m ³) 24-hour	CO (ppm) 8-hour	SO ₂ (ppb) 1-hour	NO ₂ (ppb) 1-hour	AQI	
0.000 - 0.054	-	0.0 - 12.0	0 - 54	0.0 - 4.4	0 - 35	0 - 53	0 - 50	Good
0.055 - 0.070	-	12.1 - 35.4	55 - 154	4.5 - 9.4	36 - 75	54 - 100	51 - 100	Moderate
0.071 - 0.085	0.125 - 0.164	35.5 - 55.4	155 - 254	9.5 - 12.4	76 - 185	101 - 360	101 - 150	Unhealthy for Sensitive Groups
0.086 - 0.105	0.165 - 0.204	(55.5 - 150.4) ²	255 - 354	12.5 - 15.4	(186 - 304) ³	361 - 649	151 - 200	Unhealthy
0.106 - 0.200	0.205 - 0.404	(150.5 - 250.4) ²	355 - 424	15.5 - 30.4	(305 - 604) ³	650 - 1249	201 - 300	Very unhealthy
(⁴)	0.405 - 0.504	(250.5 - 350.4) ²	425 - 504	30.5 - 40.4	(605 - 804) ³	1250 - 1649	301 - 400	Hazardous
(⁴)	0.505 - 0.604	(350.5 - 500.4) ²	505 - 604	40.5 - 50.4	(805 - 1004) ³	1650 - 2049	401 - 500	Hazardous

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (C_p - BC_{Lo}) + I_{Lo}$$

C_p : 測定値

BP_{Lo} : 表中での C 値が当てはまる濃度区間の下限値

BP_{Hi} : 表中での C 値が当てはまる濃度区間の上限値

I_{Lo} : 表中での C 値が当てはまる指数区間の下限値

I_{Hi} : 表中での C 値が当てはまる指数区間の上限値

D.2 室内空気質への適用

室内空気質について、大気の AQI のような指標については様々な提案はされていたが、まだ特定の指標はない。室内空気質の評価については、単なる汚染物質の濃度と基準値との比較だけではなく、複合的な汚染物質の影響・健康リスク、主観的満足度、快適性、温熱環境との統合などの課題が考えられる。既往研究²²⁾において、表 9 に示す様々な手法の室内用の AQI (IAQI) について検討を行っている。多くの IAQI は、平均濃度を曝露限界値(ELV)で除して

いる形式となっており、汚染物質ごとのサブ指数を計算し、それらを集約して 1 つの総合指数を計算している。

表 9 各 IAQI の一覧

Index	Equation	Reference
IAPI	$I_{API} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \left(\frac{1}{L_i} \sum_{j=1}^{L_i} \left(\frac{1}{K_j} \sum_{k=1}^{K_j} \left(1 - \frac{C_{ijk} - C_{min}}{C_{max} - C_{min}} \left(\frac{ELV_{ijk} - C_{min}}{ELV_{ijk}} \right) \right) \right) \right) \quad (1)$ where L_i is the number of level-3 groups, L_j the number of level-2 groups in each level-3 group, K_j the number of level-1 pollutant variables in each level-2 group and C_{max} and C_{min} are the measured maximum and minimum concentrations of the BASE study (Girman et al., 1995), respectively.	Safuoglu and Moschandreas (2003)
LHVP	$I_g = \frac{[CO] + [CO_2] + [DIB]}{1000} \quad (2)$ where $[CO]$ and $[CO_2]$ are carbon monoxide and dioxide concentration (ppm) respectively and $[DIB]$ is the total airborne bacteria concentration (cfu/m ³).	Castanet (1998)
CLIM 2000	$I_{CLIM2000} = \frac{1}{4} \left(\frac{[CO]}{100} + \frac{[CO_2]}{1000} + \frac{[NO_2]}{100} + \frac{[HCHO]}{100} \right) \quad (3)$ where $[NO_2]$ and $[HCHO]$ represent the concentration of nitrogen dioxide and formaldehyde respectively; concentrations are expressed in mg/m ³ .	
BILGA	$I_{BILGA} = \begin{cases} \max \left(\frac{E_{mean}^p - ELV_p^c}{ELV_p^c - ELV_p^a} \right), & \text{if } E_{mean}^p < 0 \\ \max \left(\frac{E_{mean}^p - ELV_p^a}{ELV_p^c} \right), & \text{if } E_{mean}^p \geq 0 \end{cases} \quad (4)$ where E_{mean}^p is the mean exposure to pollutant p over the period of time T and ELV_p^c and ELV_p^a are the Exposure Limit Values for chronic and acute effects.	
GAPI	$GAPI = \sum_i W_i C_i \quad (5)$ where C_i is the concentration of pollutant i and W_i is the impact weight coefficient of pollutant i	Cariou and Guillot (2005)
IEI Taiwan	$GAPI = \sum_i S_i W_i \quad (6)$ where S_i is the score of category x and W_i is the impact weight coefficient of category x	Chiang and Lai (2002)
Quad-BBC	$I_{Quad-BBC} = \sum_{p=1}^P \frac{C_p}{ELV_p} \quad (7)$ where p is the number of pollutants in the group and C_p is the measured concentration.	Quad-BBC (2012)
DALY	$DALY_{disease} = YLD_{disease} + YLD_{disability} \quad (8)$ where $YLD_{disease}$ are Years of Life Lost due to premature death from the disease and $YLD_{disability}$ are Years of Life Disability, weighted from 0 to 1 depending on disease severity.	Logue et al. (2011)

上述の計算手法については、大まかに 4 種類に分けることができ、①合計・平均型、②最大値型、③特定の数式型、④ブレイクポイント濃度を使ったスコア型となる。①合計・平均型については、測定値を基準値で割った方法で項目数を除するものもあり、全ての項目を同じ重要度としている。②最大値型では、BILGA の様に、全項目のサブ指数の最大値を計算に取り入れ、一番成績が悪い汚染物質濃度のみ計算している。③特定の数式型では、曝露限界値(ELV)に基づかず、それぞれの汚染物質の値をリターンする特定の式に基づいている。またはそれを合計したものである。④ブレイクポイント濃度を使ったスコア型については、各汚染物質に対して濃度の範囲(ブレイクポイント)に応じたスコアを割り当てる方法となっている。最終的に、カテゴリごとのスコアを重み付きで合計して総合スコアを算出する。それぞれには、利点・欠点があり、利点としては基準値と測定値があれば AQI のように簡便で評価できることがあるが、室内空気汚染物質ごとでリスクが異なるもののそれを評価しきれていない場合もある。

以上のような検討に加え、様々な IAQI について提案がされ、住宅を含めた建築物における室内汚染物質の濃度を用いて検討が行われている。

る²³⁻²⁵⁾。さらに温熱環境の項目として PMV を考慮した指標も検討がされている²⁶⁾。空気質と温熱環境との重みづけを如何に行うかが議論の余地を残すが、今後の空気環境を総合的に評価する上で重要な検討項目となっている。

E. まとめ

建築物環境衛生管理基準の設定は、1966 年に報告された厚生科学研究「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」が基盤となっており、二酸化炭素についても同様ではあるが、1968 年に WHO が公表した「住居の衛生基準に対する生理学的基礎」の報告書も考慮されていると考えられた。浮遊粉じんと一酸化炭素については、大気汚染における取り組みが関与している。浮遊粉じんについては、公害防止計画策定の基本指針、一酸化炭素については、大気環境基準を設定する際に各々の研究会や専門委員会で提案された数値が参考にされたと考えられる。ホルムアルデヒドの建築物環境衛生管理基準は、WHO 欧州が公表した空気質ガイドラインが考慮されている。近年の知見では、二酸化炭素、浮遊粉じん、一酸化炭素、ホルムアルデヒドにおいて、諸外国や国際機関でリスク評価が行われ、ガイドラインが設定されている。さらに室内の微生物汚染や大気中の超微小粒子汚染など、室内環境や大気汚染による健康影響が近年示唆されている。このような状況を鑑みれば、建築物の利用者の健康を維持増進するためにも、建築物における空気環境の維持管理の重要性はさらに高まっている。従って、建築物環境衛生管理基準の果たす役割は極めて大きく、今後のさらなる発展が期待される。

室内 PM_{2.5} については、諸外国の指針値を調査し、その発生源と建築物における実態について文献調査を行った。特定建築物においては、室内発生とともに外気の侵入を考慮する必要があること、WHO の指針値を達成するための対策としては空調機エアフィルタが重要な役割があること、測定方法に課題があることを述べた。

室内環境、特に室内空気質の総合的な評価について、既往研究のまとめを行い、大気環境で用いられている AQI とともに、室内空気質について考慮している文献の調査を行った。それぞ

れの提案手法には、長所、短所があり、特定建築物に適用する際には、更なる検討の必要があることを述べた。

F. 参考文献

- 1) 官報第 11563 号、1965 年 6 月 30 日
- 2) 小林陽太郎: ビル衛生管理法の成立背景の事情. ビルの環境衛生管理 **1**: 5054、1978
- 3) 金光克己: ビル管理法制定の経緯と背景. 空気清浄 **33** (2): 31-35、1995
- 4) ビル管理教育センター: ビルの環境衛生管理. 厚生大臣指定建築物環境衛生管理技術者講習会・テキスト、1971
- 5) 竹中浩治: 建築物衛生管理法 (略称) 案について. 空気清浄 **7** (2): 1-5、1969
- 6) 小林陽太郎他: ビルディングの環境衛生基準に関する研究. 昭和 40 年度厚生科学研究、1966
- 7) WHO. WHO Housing and health guidelines. World Health Organization, 2018
- 8) Goromosov MS: The physiological basis of health standards for dwellings. Public Health Papers No. 33, World Health Organization, Geneva, 1968
- 9) Azuma et al. Effects of low-level inhalation exposure to carbon dioxide in indoor environments: A short review on human health and psychomotor performance. Environ Int **121**(Pt 1):51-56, 2018.
- 10) 生活環境審議会: 浮遊粒子状物質による環境汚染の環境基準に関する専門委員会報告. 生活環境審議会公害部会浮遊粉じん環境基準専門委員会、昭和 45 年 12 月 25 日、1970
- 11) WHO. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization, 2021
- 12) 藤原正弘: 「一酸化炭素の環境基準」の解説と達成への方向. 空気清浄 **8** (2): 1-9、1970
- 13) WHO Europe. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. World Health Organization Regional Office for Europe, 2010
- 14) World Health Organization, Regional Office for Europe: Air quality guidelines for Europe.

- Copenhagen, WHO Regional Publications, European Series, No. 23, 1987
- 15) World Health Organization, Regional Office for Europe: Air Quality Guidelines for Europe 2nd edition., WHO Regional Publication, Europeans Series, No. 91, Copenhagen, 2000
 - 16) 厚生労働省健康局生活衛生課長: 建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令の一部を改正する政令等の施行に関する留意事項について. 健衛発第 0314002 号、厚生労働省健康局生活衛生課、平成 15 年 3 月 14 日、2003
 - 17) Hussein T., Glytsos T., Ondracek J., Dohanyosova P., Zdimal V., Hameri K., Lazaridis M., Smolik J. and Kulmala M.: Particle size characterization and emission rates during indoor activities in a house, Atmospheric Environment, 40, 4285-4307, 2006
 - 18) Afshari A., Matson U. and Ekberg L.E.: Characterization of indoor sources of fine and ultrafine particles: a study conducted in a full-scale chamber, Indoor Air, 15, 141-150, 2005
 - 19) Kagi N., Fujii S., Horiba Y., Namiki N., Ohtani Y., Emi H., Tamura H. and Kim Y.S.: Indoor air quality for chemical and ultrafine particle contaminants from printers, Building and Environment, 42, 5, 1949-1954, 2007
 - 20) 鍵直樹, 柳宇, 東賢一, 金勲, 林基哉, 開原典子, 大澤元毅: 事務所建築物における PM_{2.5} 濃度の実態と室内外濃度比, 日本建築学会学術講演梗概集、703-706、2016.8
 - 21) 鍵直樹, 柳宇, 大澤元毅, 金勲, 東賢一: 事務所建築物室内における PM_{2.5} 濃度と特徴, 日本建築学会学術講演梗概集、907-908、2014
 - 22) Jimin Kim, Taehoon Hong, Minhyun Lee, Kwangbok Jeong: Analyzing the real-time indoor environmental quality factors considering the influence of the building occupants' behaviors and the ventilation, Building and Environment, 156, 99-109, 2019
 - 23) Chanjuan Sun, Xin Huang, Jialing Zhang, Rongchun Lu, Chunxiao Su, Chen Huang: The new model for evaluating indoor air quality based on childhood allergic and respiratory diseases in Shanghai, Building and Environment, 207, 108410, 2022
 - 24) Xin Zhang, Yuesheng Fan, Wanqing Yu, Huan Wang, Feilong Zhao, Haitao Tao, Zeming Fu: Investigation of Indoor Air Quality and Staff Satisfaction in Underground Buildings in Xi'an, China, Polish Journal of Environmental Studies, 30, 4, 3365-3373, 2021
 - 25) Quang Phuc Ha, Santanu Metia, Manh Duong Phung: Sensing Data Fusion for Enhanced Indoor Air Quality Monitoring, IEEE Sensors Journal, 20, 8, 4430-4441, 2020
 - 26) Louis Cony Renaud-Salis, Olivier Ramalho, Marc Abadie: Towards the definition of an indoor air quality index for residential buildings based on long- and short-term exposure limit values, International Journal of Ventilation, 2019
- G. 研究発表**
1. 論文発表
なし
 2. 学会発表
なし
 3. 著書
なし
- H. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）**
- 予定なし

1-2 ASHRAE Standard 62.1 -2022 Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality のレビュー及び考察（本間義規）

A. 研究目的

A.1. アメリカの換気基準

オフィスビルなどの非住宅の換気基準として活用されているのが ASHRAE（米国暖房冷凍空調学会）Standard 62.1¹⁾）である（図 1）。アメリカ合衆国は、州・自治体ごとに建築法規・換気等の技術基準が定められており、連邦レベルでは IBC (International Building Code) 及び IMC (International Building Code) でその枠組みを提供している。換気については、IMC section 4 にて Ventilation が規定され、ASHRAE90.1（低層建築物を除く省エネ基準）、ASHRAE62.2 が具体的な数値基準として引用されている。ほとんどの州・自治体では IMC-ASHRAE62.1 を採用しているが、次に示す州・自治体は独自の省エネ規制や気候対応（湿潤・寒冷）などにより、ASHRAE 基準をベースにしながらカスタマイズしているというのが実情である（カリフォルニア州：California Building Standards Code（Title 24）、フロリダ州：Florida Building Code、ワシントン州：Washington State Building Code (WAC 51)、ミネソタ州：Minnesota State Building Code (Minnesota Rules Chapter 1346)、ニューヨーク市：NYC Building/Mechanical Code など）。ASHRAE が策定している ASHRAE62.1 Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality (ANSI Approved) は、1973 年に初版（初版タイトル “Standards for Natural and Mechanical Ventilation”）が作られ、1981 年に現在の名称に変更になっている。当初 10 年おきに改訂されていたが、1999 年以降は 3 年ごとに改訂されている（2004 年に規格 62 は 2 つの規格に分割された。62.1 は商業施設、公共施設、高層住宅、62.2 は低層住宅を対象としている）。IBC、IMC に参照されるようになったのが 1990 年代で、そのころに IBC、IMC コード向けの記述、すなわち、用語の定義、室用途ごとの呼吸域の最低必要換気量、計算条件等、基準としての記載方法に変更となった。換気量要件の計算、多

数室を経由する場合の外気取り入れ量要件の計算法の説明は、全て User’s Manual に移行している（従って具体的な計算手順は 62.1 マニュアル²⁾ に詳しい）。なお本項は、ASHRAE62.1 委員会の委員を長らく務めている Andrew Persily（National Institute of Standards and Technology）のレビュー文献³⁾）を参考に、欧州規格情報などの改廃などを確認、日本の状況も踏まえて整理している。

B. 研究方法

本検討では、ANSI/ASHRAE62.1-2022¹⁾ 及び、ANSI/ASHRAE62.1 User’s Manual-2019²⁾、及び Persily の文献³⁾）を参考にして換気量設定の考え方とその量の推移に関し検討を行う。

B.1. ASHRAE62.1 の策定及び改訂の歴史

換気的重要性に関する議論は 18 世紀のラヴォアジエに始まり、ペッテンコーフェル（1858 年、住宅建築の換気について）、ナイチンゲール（1863 年、瘴気論、病院ノート）らによりその概念がほぼ確立した。アメリカではビルングス（John Shaw Billings, 1838～1913, 1884 年『The Principles of Ventilation and Heating』の著者）が有名である。ビルングスは人体からの放出物質（主に細菌等）の除去を目的として一人当たり 15L/s (54m³/h) の換気量を提案した。1913 年ニューヨーク州換気委員会では 5L/s～7.5L/s (18～27m³/h)、1930 年代には、Lehmberg 及び Yaglou らが体臭レベルを指標とするチャンバー実験を行い、1 人あたり約 8L/s (7.5～9L/s) の換気量で不快ではないレベルを維持できることを示している。

初版である ASHRAE 規格 62-73 “Standards for Natural and Mechanical Ventilation” では、換気量に関し「居住者の健康、安全、および幸福を維持するための最小および推奨空気量」の 2 種類を定義し、健康・快適性、建築基準法等の規制における規格活用、必要換気量、屋外空気質と濾過、対象特定汚染物質、汚染物質濃度の制限値、性能評価手法など、長年にわたり議論となる多くの課題を提起している。また、この規格は 271 の個別の室用途・空間タイプに対する換気量を示していることが特徴で（図 2）、この細かな規定方法は最新版でも継続している。

オフィス空間の換気量 1 人当たり 7.5 L/s (27m³/h)を最低要件、7.5 L/s～12.5 L/s(27～45m³/h)を推奨値として示している。また教室は、1 人当たり 5 L/s(18m³/h)を最低要件、5 L/s～7.5 L/s(18～27m³/h)を推奨値としていた。

図 3 に示すように、時代に応じて必要換気量が見直されてきている。その要因は石油ショック（省エネルギー）や喫煙の有無、さらに健康影響或いは快適性の観点が組み入れられているが、産業暴露とは異なり、こうした低濃度暴露は、その健康影響が明確になりにくく、従って社会背景によって大きく変化することがある（石油ショックにより換気量を低減し、これによりシックビル症候群が発生したとされている）。なお、2004 年版（商業ビル、公共施設、高層住宅を対象とする基準を 62.1 としている）から、換気必要量の形式が 1 式に示すように、①1 人当たりの外気導入必要量と②単位床面積当たりの必要外気導入量の 2 種類を加算した量が必要換気量となるように定義変更している。この加法的概念は、実験室と現場の両方で実証されており^{4, 5, 6}、欧州規格 EN16798-1,3 でも採用されている。

$$V_{bz} = R_p \times P_z + R_a \times A_z \quad (1)$$

ただし、 V_{bz} :呼吸域の必要外気導入量(L/s)、 R_p :一人当たりの必要外気導入量(L/s/person)、 R_a :床面積基準の必要外気導入量(L/s/m²)、 P_z :ゾーンの在室者数(person)、 A_z :利用空間の床面積(m²)

C. 研究結果

C.1. 換気量設定の根拠

オフィスビルでは、1 人当たり 10 L/s を超える換気量はシックハウス症候群（SBS）の症状発生率の低下と関連していることを Mendell の 32 論文のレビュー研究が示している⁷。一方、Seppanen や Fisk らは、労働者のパフォーマンスに与える換気の影響に焦点を当てた研究を実施し、15 L/s までの換気量でパフォーマンスが統計的に有意に改善されることを示している⁸。Sundell の研究では、さらに高い換気量（1 人あたり約 25 L/s (90m³/h)）がオフィスにおける

SBS 症状の軽減に関連すると結論付けている⁹。10L/s と 25L/s では 2.5 倍の開きがあり、閾値の設定は困難である。健康影響と換気量の関連性は低濃度で困難であり、かつ特定の換気量による健康影響を判断するためのデータは限られている。

アメリカでは、労働安全衛生局（OSHA）が職場環境における PEL（許容暴露限界）を定めている¹⁰。また、米国産業衛生専門家会議（ACGIH）が職場環境における汚染物質への曝露に関する TLV（閾値）を定めている¹¹。これらの値は、健康な成人労働者の 8 時間曝露で健康影響がないことを基準としている（これらの数値基準は労働環境などの産業保健を対象としており、オフィス、学校、住宅などの非産業環境や、子供、高齢者、既往症のある人には適用されない）。また、米国環境保護庁（EPA）は屋外汚染物質レベルを規制しているが、屋内空気の規制権限はない。

ASHRAE 62-73 は、外気濃度限度値に加えて ACGIH TLV 値の 10 分の 1 に基づいている（10 分の 1 という係数は、特定の曝露評価や予想される健康影響に基づいて定められたものではない）。ASHRAE 規格 62-1981 では、室内空気質手順（Indoor Air Quality Procedure）が導入された。この方法は代替的性能基準設計手法であり、室内起源の空気汚染物質に関するガイドライン値を用いて計算にて算出する方法である。このときは 20 種類の化合物または化合物群が記載されていたが、限度値が設定されているのはそのうち 5 種類（CO₂、クロルデン、ホルムアルデヒド、オゾン、ラドン）のみであった。

D. 考察

D.1. 換気量設定の根拠

室内の CO₂ 濃度は 18 世紀以来、換気量及び室内空気質の議論の主要なテーマである。オフィスなどの室内 CO₂ 濃度が、産業保健ガイドライン（ACGIH TLV は週 40 時間労働で 9000 mg/m³（5000ppm）、15 分間曝露で 54000 mg/m³（3%））のレベルに達することは殆どなく、1000ppm～2000ppm の範囲で基準値等が議論されることが多いが、低濃度暴露の健康影響は難しく、換気および室内空気質基準におけ

る CO₂ 基準値に関して多くの混乱が生じさせていると Persily は述べている³⁾。ASHRAE 規格 62-1981 では、規格への適合に性能評価法 (IAQP) を適用する際の室内 CO₂ 基準値として 4500 mg/m³ (2500ppm) を定めており、1989 年に 1800 mg/m³ (1000ppm) に変更している。しかし、1999 年版以降、CO₂ 濃度は室内空気質の絶対的な判断基準ではない¹²⁾ という理由により ASHRAE では CO₂ 濃度自体を基準値から削除し、人数当たり、面積当たりの風量で規定するという方法に変更になっている (CO₂ の健康や快適性への影響とは関係ないと判断された結果である。反論としては、例えば使用頻度の低い空間では、CO₂ 濃度が低くても建材からの放散物質で汚染されていることがあること、また空気清浄機を利用すれば粒子状浮遊物質は除去され、健康影響がない状態だったとしても CO₂ 濃度が高くて NG と判断されることもあり得る。近年では地球温暖化対策から CO₂ 吸収技術が進んでいるが、室内でこの装置を使用して換気量を低減しようとする誤った提案も行われている)。

ちなみに EN16798-1 では、Category I : 外気 +550 ppm (最高水準 : 高い快適性、子供や高齢者など敏感な人向け)、Category II : 外気 +800 ppm (標準、一般的な新築・改修建物の目標値)、Category III 外気 +1350ppm (並 : 既存の建物など、許容できる最低限のレベル)、Category IV 外気 +1350ppm 以上 (最低ランク : 短時間のみなど) というような定め方をしている¹³⁾。

E. 結論

ASHRAE62.1 の成立・策定及び改訂の歴史を紐解きながら、換気量設定および室内空気質の考え方を確認した。また、アメリカの州制度の下でこの規格がどのように運用されているのかを確認し、法律としての厳格な記述としている ASHRAE 規格と、より具体的な説明・解説を行うマニュアルに分離し、詳細な設計法 (IAQP、多数室での風量設定の考え方や汚染物質に基づく計算法など) がそのマニュアルで説明されていることがわかった。また、換気量設定の根拠は ASHRAE 内でも 20 年ほど議論され、結果として快適性及び公衆衛生 (健康への配慮) の

2 つが換気の目的であると明確に定義していることを確認した (2008 年)。つまり、アメリカにおいても換気は公衆衛生の一環であるというコンセンサスがあるということである。

ASHRAE 規格は、50 年の歴史のなかで、換気量基準の変更、CO₂ 基準値の撤廃、人体起源 (体臭) と建材起源の汚染物質に応じた風量設定など、大掛かりな検討が行われ、かつ変化を続けている。また州制度での活用ということもあり、法律としての位置づけとそのための詳細な解説が行われている。また欧州規格とも相互に連動しているということも確認することができた。

1970 年に制定した建築物衛生法は ASHRAE 規格よりも歴史が長いが、建築物環境衛生管理基準の空気質基準はホルムアルデヒドの追加 (2003) と CO 濃度 (2021) 以外、変更になっていない。ASHRAE62.1 と比較すると、換気量基準がないこと、人がいなくても換気装置は稼働或いは定期的稼働しているという点が大きく異なる (日本では、使用頻度の少ない会議室や講堂が竣工後数年たっても化学物質臭がするのは、使用時以外、換気を完全に止めているからである)。また特定建築物の建物用途 (百貨店、事務所ビル、興行場、旅館・ホテル、学校、美術館等) も同一の考え方である。建築行政サイドの検討では、シックハウス法改正或いは国交省からの外気 CO₂ 濃度上昇に伴う必要換気量の在り方に関する検討の委託研究もある (空気調和・衛生工学会換気設備委員会・室内空気質小委員会で「室内空気質のための必要換気量」研究成果報告書 (2016 年 10 月 31 日)¹⁴⁾。この学会委託研究の成果報告で実施されたシンポジウムでは、最終的結論として外気濃度プラス 700ppm を条件として行う、という表通認識を持ったとされる。

いずれにしても、ASHRAE の検討は、空気質部会が研究を進めていく上で、重要なチェックリストになるであろう。

F. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表

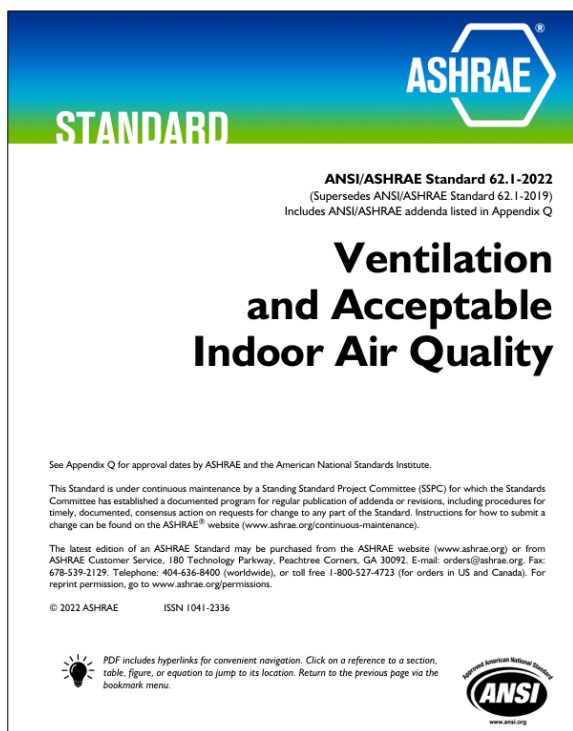
- なし
3. 著書
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

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・引用文献

- 1) ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022
Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality
- 2) ASHRAE Standard 62.1 User's Manual
based on ANSI/ASHRAE Standard 62.1-
2019
- 3) Andrew Persily. Challenges in
Developing Ventilation and Indoor Air
Quality Standards: The Story of
ASHRAE Standard 62, Build and
Environment, Volume 91, September
2015, Pages 61-69
- 4) Iwashita G, Kimura K. Addition of Olfs
from Common Air Pollution Sources
Measured with Japanese Subjects. CIB
Working Group WG77: Indoor Climate
Milan, Italy 1995.
- 5) Wargocki P, Clausen G, Fanger PO. Field
Study of Addition of Indoor Air Sensory
Pollution Sources Indoor Air '96. Nagoya,
Japan 1996 307-12.
- 6) Lauridsen J, Pejtersen J, Mitric M,
Clausen G, Fanger PO. Addition of Olfs
for Common Indoor Pollution Sources
Healthy Buildings '88. Stockholm,
Sweden 1988 189-95.
- 7) Mendell MJ. Non-specific Symptoms in
Office Workers: A Review and Summary
of the Epidemiologic Literature. Indoor
Air. 1993; 3 (4): 227-36.
- 8) Seppanen O, Fisk WJ, Lei QH.
Ventilation and Performance in Office
Work. Indoor Air. 2006; 16 (1): 28-36.
[PubMed: 16420495]
- 9) Sundell J, Levin H, Nararoff WW, Cain
WS, Fisk WJ, Grimsrud DT, et al.
Ventilation Rates and Health:
Multidisciplinary Review of the Scientific
Literature. Indoor Air. 2011; 21 (3): 191-
204. [PubMed: 21204989]
- 10) OSHA. Permissible Exposure Limits
Occupational Safety & Health
Administration, U.S. Department of
Labor; 2014.
- 11) ACGIH. 2014 Threshold Limit Values
(TLVs) for Chemical Substances and
Physical Agents and Biological Exposure
Indices (BEIs). Cincinnati, Ohio:
American Conference of Governmental
Industrial Hygienists; 2014.
- 12) Persily AK. Evaluating Building IAQ and
Ventilation with Indoor Carbon Dioxide.
ASHRAE Transactions. 1997; 103 (2):
193-204.
- 13) EN16798-1 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
- 14) 空気調和・衛生工学会換気設備委員会・室
内空気質小委員会「室内空気質のための必
要換気量」研究成果報告書（2016年10月
31日）



CONTENTS	
ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality	
SECTION	PAGE
Foreword	2
1 Purpose	2
2 Scope	2
3 Definitions	3
4 Outdoor Air Quality	7
5 Systems and Equipment	8
6 Procedures	15
7 Construction and System Start-Up	29
8 Operations and Maintenance	31
9 Normative References	34
Normative Appendix A: Multiple-Zone System Ventilation Efficiency: Alternative Procedure	37
Normative Appendix B: Separation of Exhaust Outlets and Outdoor Air Intakes	40
Normative Appendix C: Zone Air Distribution Effectiveness: Alternative Procedures	43
Normative Appendix D: Ventilation Rates for Outpatient Facilities not Covered by ASHRAE/ASHE Standard 170	45
Informative Appendix E: Information on Selected National Standards and Guidelines for PM10, PM2.5, And Ozone	46
Informative Appendix F: Acceptable Mass-Balance Equations for Use with the IAQ Procedure	48
Informative Appendix G: Simplified Ventilation Rate Calculation for Multiple-Zone Recirculating Systems Serving Only Specified Occupancy Categories in Existing Buildings	50
Informative Appendix H: Application	52
Informative Appendix I: Documentation	54
Informative Appendix J: Rate Rationale	57
Informative Appendix K: Information on Natural Ventilation	64
Informative Appendix L: Compliance	67
Informative Appendix M: Ventilation Rate Check Table	71
Informative Appendix N: Indoor Air Quality Procedure	75
Informative Appendix O: Crosswalk for Reorganized Section 5	79
Informative Appendix P: Informative References	82
Informative Appendix Q: Addenda Description	84

NOTE
Approved addenda, errata, or interpretations for this standard can be downloaded free of charge from the ASHRAE website at www.ashrae.org/technology.

© 2022 ASHRAE
180 Technology Parkway • Peachtree Corners, GA 30092 • www.ashrae.org • All rights reserved.
ASHRAE is a registered trademark of the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
ANSI is a registered trademark of the American National Standards Institute.

図 1 ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality の表紙と目次 1)

Table 6-1 Minimum Ventilation Rates in Breathing Zone

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate R_p		Area Outdoor Air Rate R_a		Default Values		Air Class	OS (6.2.6.1.4)
	cfm/ person	L/s· person	cfm/ft ²	L/s·m ²	Occupant Density #/1000 ft ² or #/100 m ²			
Office Buildings								
Breakrooms	5	2.5	0.12	0.6	50	1		
Main entry lobbies	5	2.5	0.06	0.3	10	1		✓
Occupiable storage rooms for dry materials	5	2.5	0.06	0.3	2	1		
Office space	5	2.5	0.06	0.3	5	1		✓
Reception areas	5	2.5	0.06	0.3	30	1		✓
Telephone/data entry	5	2.5	0.06	0.3	60	1		✓
Educational Facilities								
Art classroom	10	5	0.18	0.9	20	2		
Classrooms (ages 5 to 8)	10	5	0.12	0.6	25	1		
Classrooms (age 9 plus)	10	5	0.12	0.6	35	1		
Computer lab	10	5	0.12	0.6	25	1		
Daycare sickroom	10	5	0.18	0.9	25	3		
Daycare (through age 4)	10	5	0.18	0.9	25	2		
Lecture classroom	7.5	3.8	0.06	0.3	65	1		✓

図 2 ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2022 の呼吸域最低換気量の規定例 1)

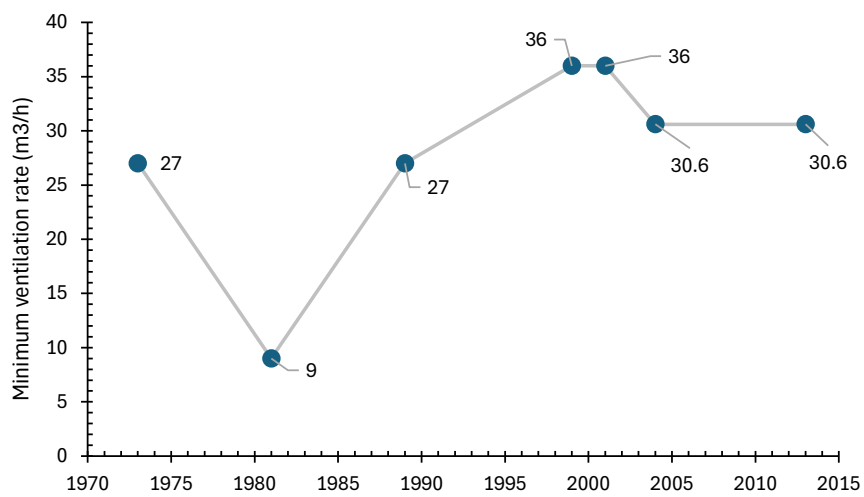


図 3 オフィス空間の ASHRAE62.1 呼吸域最低換気量の変遷(L/s を m³/h に変換)

令和 7 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)
分担研究報告書

給水衛生部会：建築物環境衛生管理基準の検証と各国の雑用水水質基準の整理

研究分担者	光永威彦	明治大学理工学部建築学科 准教授（主査）
研究代表者	本間義規	国立保健医療科学院 建築・施設管理研究部長
研究協力者	稲田朝夫	須賀工業株式会社 技術研究所長
研究協力者	松村佳明	株式会社山下設計 東京本社技術設計部門 機械設備設計部シニアエンジニア
研究協力者	呉 光正	国立保健医療科学院 建築・施設管理研究部主任研究官
研究協力者	小池竜輝	明治大学大学院理工学研究科建築・都市学専攻 2 年

研究要旨

給水管理に関する「建築物環境衛生管理基準」と、「空気調和設備等の維持管理及び清掃等に係る技術上の基準」を検証し、水道法施行令規則の一部改正による項目追加、条文記載表現の見直し、貯水槽の吐水口空間の定義が建築基準法と異なることに伴う統一化の検討、今後の社会の情勢を鑑みた課題について整理した。

雑用水水質基準について、日本と EU、中国、米国などの水質基準を整理し、各国では、再利用水を一律に扱うのではなく、緑化散水、便所洗浄、洗濯用や冷却塔といった用途や接触リスクに応じて区分し、それぞれに必要な水質条件や管理要件が設定されており、その項目について把握した。加えて、今後の更なる節水や水循環を促す上で、雑用水の利用用途拡大が望まれることから、その用途の 1 つとして冷却塔補給水に着目・調査し、冷却塔補給水に雑用水利用が認められているシンガポールなどの基準についても整理した。

1-1 給水管理に関する建築物環境衛生管理基準の検証

A. 研究目的

建築物における給水管理は、利用者の飲用や手洗い、入浴などの生活用水の安全を確保するために必要不可欠である。一方、建築物環境衛生管理基準の項目や空気調和設備等の維持管理及び清掃等に係る技術上の基準は、平成 15 年の建築物衛生法省令改正以来、ほとんど見直しが行われていない。そのため、ここでは給水管理に関する同管理基準等における課題について探索し、今後の改定方針案を示すことを目的とする。

B. 研究方法

給水管理に関する「建築物環境衛生管理基準」（以下、管理基準という）と、「空気調和設

備等の維持管理及び清掃等に係る技術上の基準」（以下、維持管理基準という）に関して、現行の法規、規準にてその妥当性を確認することに加えて、設計者やメーカーへのヒアリングを通じた実運用の確認により検証した。

C. 研究結果

C.1. 給水管理に関する管理基準の課題

C.1.1 飲料水の水質

2026 年 4 月以降水道法施行規則の一部改正があり、52 項目の水質検査項目として、“ペルフルオロ（オクタン—1—スルホン酸）（別名 P F O S）及びペルフルオロオクタン酸（別名 P F O A）”が“0.00005 mg/L 以下”であることが追加された。

C.1.2 雑用水の管理

“雑用水（散水、修景、清掃、水洗便所の用に供する水）として、雨水、下水処理水等を使

用する場合（水道水を用いる場合は、対象外。）は…”とあるが、補給水として水道水を用いる場合もあることから、“雑用水（散水、修景、清掃、水洗便所の用に供する水）として、雨水、下水処理水、一部水道水等を使用する場合（水道水のみを用いる場合は、対象外。）は…”とする。

C.2. 給水管理に関する維持管理基準の課題

C.2.1 飲料水の貯水槽の清掃

近年、新設で圧力水槽方式が採用されることがないことから、“圧力水槽”の表現を割愛する。なお、既存建築物において、圧力水槽があることから清掃対象から除外するものではない。

C.2.2 貯水槽等飲料水に関する設備の点検及び補修等

(1) 点検及び補修等の対象設備

減圧逆流防止器は点検及び補修対象として明記されていないが、不具合時に飲料水系統を汚染させる可能性があることから、定期点検及び補修等の対象とすることが望まれる。

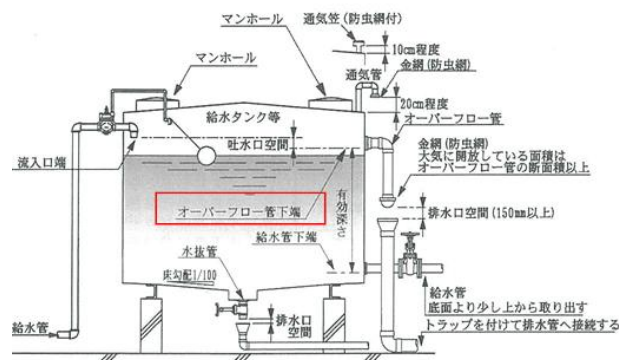
(2) 貯湯槽内の水温

“貯湯槽内の水の温度を均一に維持”とあるが、関連研究より、給湯負荷変動が生じる状況において温度を均一に維持することは困難であることから表現の見直しが望まれる。

(3) 貯水槽の吐水口空間の定義

横取り出しオーバーフロー管（以下、OF 管）を採用した貯水槽の吐水口空間の定義について、建築基準法、空気調和・衛生工学会 委員会成果報告書「新しい吐水口空間に関する検討と提案」、SHASE-S 206 においては、あふれ縁と読みかえる基準面を OF 管の「管の下端」（図 1）と示されているが、一方で厚生労働省給水装置データベース、給水装置の構造及び材質の基準に関する省令においては、「管の中心」（図 2）と異なっている。さらに、JIS B2061 においても管の中心に関する記載が確認されるが、同規格における記載は口径 25A までの給水管を対象としたものであり、32A 以上管径の貯水槽の吐水口空間に適用する際の解釈は明確でない。上記のような基準併存は、検査及び行政指導における判断のばらつきを招く可能性があると考えられ、定義の統一的な解釈が望まれる。

なお、基準面の考え方として、各基準の目的図



1 貯水槽の吐水口空間の定義（建築基準法）

および適用範囲に応じて異なるものと考えられる。例えば JIS のような製品規格では、部材寸法や製品構造を整理する観点から管中心を基準とすることに合理性がある。SHASE-S 206 では現場の納まりや、「給水が流入する増水状態で直ちに逆サイホンを生じることは考えられない」という考え方を踏まえて管下端を基準面と整理している。ただし、上記の基準はほとんど逆流防止性能に着目したものであり、増水時における水面と吐水口との接触防止をどの程度考慮すべきかについても、別途整理が必要であると考えられる。

D. 考察

前章までの検証に加えて、今後の社会情勢を鑑みた、これからの飲料水および雑用水に関して考察する。

D.1. 飲料水の管理

現行、建物における飲料水（上水給水）について原水の違いに応じて、「①水道又は専用水道から供給する水のみを水源として飲料水を供給する場合」、「②地下水、その他上表に掲げる水以外の水を水源の全部又は一部として飲料水を

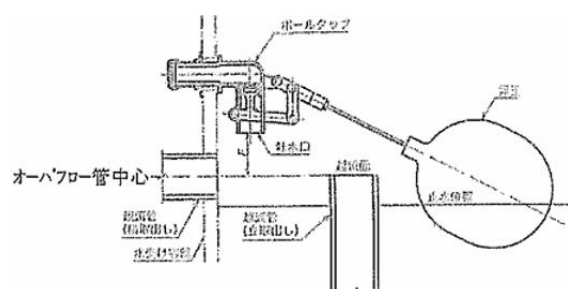


図 2 貯水槽の吐水口空間の定義（厚生労働省基準）

供給する場合」と分類されている。この②における「その他上表に掲げる水以外の水を水源」の定義を明確化すべきである。

近年、ZWB (Zero Water Building) 化、BCP (Business Continuity Plan) 対応等により、②の水源が増加することが想定され、雨水利用が多くなることが想定され、「その他上表に掲げる水以外の水」に該当する建物内で処理した水（雨水等を処理した水）を原水とする場合、その利用の可否を含めた検討のできる基準が望まれる。

さらに水質管理の基準と管理手法を明確化することで、再利用水の活用範囲を広げることが期待される。例えば、飲料水の区分を細分化し、「飲用が不可であるが、手洗い、温水洗浄便座等に供することは可」といった区分を設け、それに対応する水質管理手法を提示するなどが考えられる。

D.2. 雑用水（散水、修景、清掃、水洗便所の用に供する水）の管理

ZWB 化、BCP 対応等で雑用水の利用が増えることが予想され、維持管理が行き届かない可能性がある施設でも導入されるケースの増加が想定される。遊離残留塩素濃度をはじめ、水質基準の保持等について、現行の管理基準で問題はないか点検を要する。

E. 結論

給水管理に関する管理基準と、維持管理基準に関して、現行の法規、規準にてその妥当性を確認することに加えて、実運用の確認を概ね完了した。

今後の課題として、BCP 関連給水水質などに関する知見の整理、貯水槽の吐水口空間の定義と統一するため、それぞれの定義決定の要因や水位上昇の条件設定の整理および実験的検証が挙げられる。

F. 研究発表

令和 7 年度の研究発表はなし

G. 知的財産権の出願・登録状況

令和 7 年度は特になし

1-2 各国の雑用水水質基準の整理

A. 研究目的

日本は年間降水量が多く、国土の約 7 割が森林で保水機能が高いが、河川が短く勾配が急なため、流量の変動が大きいことから水賦存量が少ない。加えて、上下水道インフラ老朽化や集中豪雨による都市型洪水の増大なども踏まえると、今後さらなる節水や雨水の利水が重要と位置づけられる。

建築分野における上水利用量の低減と水供給の安定化に向けて、雑用水の利活用拡大が期待される。一方、建築物衛生法では雑用水の用途は便所洗浄、緑化散水、修景・親水等に限定されており、雑用水を有効に使い切ることができず、せっかく貯留した雑用水の原水がオーバーフローして排水されることも珍しくない。そこで本研究では、日本における雑用水の利用用途拡大を目的として、雑用水の水質基準について諸外国と日本を比較した上で、冷却塔補給水を雑用水の新しい用途として位置づけ、その成立条件を検討することを目的とする。

B. 研究方法

各国の建築設備関連基準や Web 公開情報を収集・分析し、各国の雑用水水質基準を整理・比較する。

C. 研究結果

C.1. 海外基準の特徴

日本と EU、中国、米国の水質基準を表-1 に示す。海外では、再利用水を一律に扱うのでは

なく、緑化散水、便所洗浄、洗濯用や冷却塔といった用途や接触リスクに応じて区分し、それぞれに必要な水質条件や管理要件を設定している。ここでは緑化散水と便所洗浄用のみ表記する。日本では便所洗浄と散水・修景・清掃用水の 2 段階の設定に留まっており、その違いも濁度基準の有無に留まっている。これは運用における水質検査項目の単純化に寄与するが、用途にあった水質基準を考える上で柔軟性に欠ける可能性がある。

C.2. 基準比較から得られる示唆

整理した範囲では、日本で設定されている項目に限れば、大腸菌や pH 値など日本の基準値は諸外国と比べて基準値が厳しいものも確認された。一方、海外では用途区分に応じて濁度や微生物指標、管理要件を組み合わせている例がみられ、日本は一部の数値基準では保守的であるものの、用途ごとのリスクに応じた段階的整理については限定的であり今後検討の余地がある。

D. 考察 | 冷却塔補給水への適用可能性

D.1. 冷却塔の補給水の水質に関する課題

冷却塔は大量の補給水を必要とするため、再利用水の利用により大幅な節水に寄与する可能性がある。一方、冷却塔は冷却水が 10~40 °C で循環し有機物の濃縮やバイオフィーム形成が生じやすく、さらに構造上エアロゾルを発生しやすい。2001~2006 年に実施された冷却塔のレジオネラ属菌数に関する全国調査では、減少傾向であるが 2006 年時点で約 26 % がレジオ

表-1 日本と海外の水質基準 項目抜粋版^{1~6)}

国、地域	日本		EU 2020/741		中国		米国	
	用途		緑化散水	便所洗浄	緑化散水	便所洗浄	緑化散水	便所洗浄
基準名	建築物衛生管理基準 雑排水再利用水	下水処理水の再利用水質基準等マニュアル	Regulation (EU) 2020/741 雑排水再利用水基準(D)	en-16941-2-2021	国家標準GB/T 18920-2020	国家標準GB/T 18920-2020	NSF/ANSI 350 Class C(商業)	NSF/ANSI 350 Class C(商業)
病原生物	大腸菌：不検出	大腸菌：不検出	大腸菌[CFU/100mL]：≤ 10,000 レジオネラ[CFU/L]：≤ 1,000 (エアロゾル発生時)	大腸菌群[CFU/100mL]：≤ 1,000 大腸菌[CFU/100mL]：≤ 250 腸球菌[CFU/100mL]：≤ 100	大腸菌：不検出	大腸菌：不検出	大腸菌[MPN/100 mL]：≤ 2.2平均 ≤ 200最大	大腸菌[MPN/100 mL]：≤ 2.2平均 ≤ 200最大
基礎的性状	pH値：5.8-8.6 臭気：異常でないこと 外観：ほとんど無色透明 濁度[NTU]：≤ 2 便所洗浄は濁度規定なし	pH値：5.8-8.6 臭気：異常でないこと 外観：不快でないこと 濁度[NTU]：≤ 2 (管理目標値)	-	pH値：5.0-9.5 濁度[NTU]：≤ 10	pH値：6.0-9.0 臭気：不快な臭気がないこと 濁度[NTU]：≤ 10 色度：≤ 30 陰イオン界面活性剤 [mg/L]：≤ 0.5 溶解性総固形物 [mg/L]：≤ 1,000	pH値：6.0-9.0 臭気：不快な臭気がないこと 濁度[NTU]：≤ 5.0 色度：≤ 15 陰イオン界面活性剤 [mg/L]：≤ 0.5 溶解性総固形物 [mg/L]：≤ 1,000	pH値：6.0-9.0 濁度[NTU]：≤ 5.0平均 ≤ 10最大 油膜・泡：不検出	pH値：6.0-9.0 濁度[NTU]：≤ 5.0平均 ≤ 10最大 油膜・泡：不検出
着色	-	-	-	-	鉄 [mg/L]：≤ 0.3 マンガン [mg/L]：≤ 0.1	鉄 [mg/L]：≤ 0.3 マンガン [mg/L]：≤ 0.1	-	-
排水性状	-	-	-	-	BOD[mg/L]：≤ 10 アンモニア性窒素 [mg/L]：≤ 8.0 溶存酸素 [mg/L]：≥ 2.0	BOD[mg/L]：≤ 10 アンモニア性窒素 [mg/L]：≤ 5.0 溶存酸素 [mg/L]：≥ 2.0	COD：≤ 10平均 ≤ 25最大 BOD[mg/L]：≤ 10平均 ≤ 25最大	COD：≤ 10平均 ≤ 25最大 BOD[mg/L]：≤ 10平均 ≤ 25最大
消毒・殺菌管理指標	遊離残留塩素 [mg/L]：≥ 0.1 結合残留塩素 [mg/L]：≥ 0.4	遊離残留塩素 [mg/L]：≥ 0.1(管理目標値) 結合残留塩素 [mg/L]：≥ 0.4(管理目標値)	-	遊離残留塩素 [mg/L]：≥ 2.0 残留臭素 [mg/L]：≥ 5.0	総塩素 [mg/L]：≥ 1.0	総塩素 [mg/L]：≥ 1.0	-	-

ネラ属菌数 10 [CFU/100 mL]以上となっている。⁷⁾

D.2. 冷却塔循環水の水質基準

海外には、冷却塔補給水として再利用水の使用を認め、必要な水質基準や運用管理要件を定めている地域が存在する。例えば、クイーンズランド州およびシンガポールでは、冷却塔に再利用水を使用する際の水質基準を定めている^{8) 9)} (表-2)。クイーンズランド州の基準をみると、日本の雑用水基準に比較的類似項目が多く、追加項目はレジオネラ属菌と従属栄養細菌といった生物指標に留まる。残留塩素濃度が 0.5 ppm (mg/L) 以上とやや高いことを除けば、現在の建築物衛生法に準拠した水処理システムを有する実建物において、諸外国で適用されている冷却塔補給水に関する水質基準を満たせる可能性がある。

D.3. 適切な運用と維持管理

国内では、冷却塔を原因とするレジオネラ症の健康被害事例が複数報告されている¹⁰⁻¹²⁾。その要因としては、充填材内部まで汚れを除去できていない物理的な清掃不足、使用開始前の薬剤効力低下などが主に指摘されている。これにより、補給水の水質基準のみならず、継続的な適切な運用・維持管理が重要であることが示唆される。ASHRAE Guideline 12-2020 では、水温、堆積物、水齢、消毒残留等がレジオネラ増殖に関与するとされ、バイオフィルムの重要性も指摘されている。したがって、冷却塔補給水への雑用水適用では、水質基準に加えて、清掃、消毒・薬剤管理、水質監視等を含めた維持管理が重要である。

E. 結論

主要な国や地域の雑用水に関する水質基準を収集することができた。

今後の課題は、それらの運用状況や健康被害の有無、冷却塔補給水に適用した際の不具合事例報告などに関する収集・分析を行う。

表-2 各国の再利用水を冷却塔補給水の水質基準

水質検査項目	クイーンズランド ⁸⁾	シンガポール ⁹⁾
大腸菌群 [CFU/100 mL]	—	< 10
大腸菌 [CFU/100 mL]	検出されないこと	検出されないこと
レジオネラ属菌 [CFU/100mL]	検出されないこと	検出されないこと
pH	6～8.5	6～9
臭気	—	不快でないこと
濁度 [NTU]	< 2	< 2
色度 [NTU]	—	< 15
BOD ₅ [mg/L]	—	< 5
残留塩素 [mg/L]	> 0.5 (遊離残留塩素)	0.5～2 (総残留塩素)
従属栄養細菌集落数 [CFU/100mL]	< 500	—

F. 研究発表

令和 7 年度の研究発表はなし

G. 知的財産権の出願・登録状況

令和 7 年度は特になし

参考文献

- 1) 厚生労働省, 建築物環境衛生管理基準
- 2) 国土交通省都市・地域整備局下水道部 国土技術政策総合研究所下水道研究部, 平成17年4月
- 3) Regulation (EU) 2020/741, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/741/oj/eng>, 閲覧日 2026. 3. 28
- 4) en-16941-2-2021 | 敷地内非飲用水システム — 第2部: 処理済み生活排水の利用システム
- 5) 中華人民共和国国家標準 GB/T 18920-2020
- 6) American National Standard. Institute | NSF/ANSI 350
- 7) レジオネラ症防止指針第5版 | 日本建築衛生管理教育センター
- 8) Requirements for the supply of recycled greywater for cooling tower treatment plants
- 9) https://www.housing.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0028/33697/requirement-s-supply-recycled-greywater-cooling-towers.pdf 閲覧日 2026. 2. 3
- 10) NEWater | PUB, Singapore's National Water Agency, <https://www.pub.gov.sg/-/media/PUB/>
- 11) PDF/greywaterRequirements.pdf 閲覧日 2026. 2. 3
- 12) No. 142 レジオネラニューモフィラ7群によるポンティアック熱の集団発生 - H・CRISIS | <https://h-crisis.niph.go.jp/archives/83043/> 閲覧日 2026. 2. 3
- 13) 病院内冷却塔からのレジオネラ感染疑い事例—福岡市 | 国立健康危機管理研究機構 感染症情報提供サイト | <https://id-info.jihs.go.jp/niid/ja/legionella-m/legionella-iasrd/5325-kj4191.html> 閲覧日 2026. 2. 3
- 14) 病院の冷却塔に起因したレジオネラ症集団感染事例について | 国立健康危機管理研究機構 感染症情報提供サイト | <https://id-info.jihs.go.jp/surveillance/iasr/path>

[ogens/vol45/533/533r03.html](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2020/741/oj/eng) 閲覧
2026. 2. 3

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

建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究

建築物衛生総合評価部会：ELPAC を用いた空調換気設備の種類と制御方法の整理

研究代表者 本間義規 国立保健医療科学院 建築・施設管理研究部 部長（主査）
研究分担者 下ノ菌慧 国立保健医療科学院 建築・施設管理研究部 研究員（幹事）
研究分担者 大沢飛智 北海道大学大学院工学研究院 助教

研究要旨

竣工設備データベース「ELPAC」を用いて、事務所建築の空調方式や設備構成、制御手法の導入トレンドに着目し、日本の建築設備における設計思想の変遷および設備構成の変化傾向を把握することを目的として分析を行った。また、こうした設備設計及び設備選択を経て実現される建築後の環境（Built Environment）は、例えば熱的快適性や知的生産性、室内環境質（IEQ）等の利用者生体情報を含む空調制御、或いは窓ガラス・外壁面での結露防止、エアロゾル感染リスクや空調機の微生物汚染リスク（冷却塔、ドレンパン等のレジオネラ属菌の増殖）の最小化など、衛生的内容を加えた総合評価は難しい。逆にこうした衛生評価を事前に評価できれば、建築物衛生とエネルギーの最適化やコスト最適化も容易になる。令和7年度は、これまでの実測結果や既往研究とから想定しうる課題を整理し、現時点で利用可能なシミュレーションツールを整理することを目的とする。

竣工設備データベース ELPAC を用いて空調方式および特殊設備の導入に関し、竣工年度別および地域別の20年間のデータを分析した結果、次の3点が明らかとなった。すなわち、熱源方式の個別分散化と電化（BEMS、BAS）の進展が図られていること、照明LED化や人感センサの導入、CO₂制御等のBEMS・BASの高度化が図られていること、そして、温暖多湿地域における全熱交換器の採用率の高さ、寒冷・温暖多湿地域における外気冷房の活用、首都圏におけるCO₂制御率の高さなど、気候条件や都市部の用途特性に応じた設備選択の差異が確認された。

次に、建築後環境の空調設備の制御上の課題・不具合発生要因をリストアップし、①空調設備に応じた温熱環境の実態、②多室間の空気移動の影響、③空調停止時の温湿度と微生物汚染、④熱源設備、風量、流量、ダンパ制御などのパラメトリックスタディ、の4つに分類できることを示した。その上で、現時点で利用可能なシミュレーションツールについても簡単な整理を行った。シミュレーションツールの活用は、最終的な建築物衛生の評価・判断とともにエネルギー最適化やコスト最適化も総合的に行える利点がある。またこうしたツールは、管理基準の妥当性評価或いは合理的判断にも利用できるであろう。

A. 研究目的

A.1 空調換気方式の種類と選択（大沢）

近年、脱炭素社会の実現に向けて、建築分野における省エネルギー性能の向上が強く求められている。日本においてはエネルギー基本計画等に基づき建築物の省エネルギー化が推進されており、諸外国においてもエネルギー需給の逼迫や地政学的リスクの高まりを背景に、エネルギーセキュリティの観点からエネルギー消費削減の重要性が一層増している。

建築分野においては、断熱性・気密性の向上など建物外皮性能の改善に加え、設備機器の高効率化や運用制御の高度化が進展してきた。特に空調設備においては、中央管理方式から個別空調方式への移行や、それらを組み合わせた多様な制御方式が採用されるようになり、建物のエネルギー消費特性は複雑化している。

このような背景を踏まえ、本研究では竣工設備データベース「ELPAC」¹⁾を用い、事務所建築を対象として空調方式や設備構成、制御手法

の導入トレンドに着目し、日本の建築設備における設計思想の変遷および設備構成の変化傾向を把握することを目的とする。

A.2.建物性能・空調設備及び建築物環境衛生を連成した評価（本間、大沢、下ノ菌）

建築物衛生法は、室内空気環境を基準値範囲内に調整することのみを求めている。適切な性能設計及び設備選択が必須であるが、実際にはLCC（ライフサイクルコスト）、エネルギー消費量（省エネルギー基準適合義務化）やホールライフカーボン評価、不動産評価等を含めた建築後環境・建築経済の最適化が行われる。実務では、空調負荷計算、熱源機器・空調機器の選定、ダクト・配管系の設計施工を行うが、完成後の機器運転はビル管理会社に委託する方式が未だ多い。一方で、自動制御・中央監視、エネルギー環境管理、施設運用支援などを含めたBEMS・BASを採用するケースもある（特に10000m²を超えるような大規模建築物に多い）。建築後環境（Built Environment）は、例えば熱的快適性や知的生産性、室内環境質（IEQ）等の利用者生体情報を含む空調制御、或いは窓ガラス・外壁面での結露防止、エアロゾル感染リスクや空調機の微生物汚染リスク（冷却塔、ドレンパン等のレジオネラ属菌の増殖）の最小化など、衛生的内容を加えた総合評価まではカバーできていない。逆にこうした衛生評価を含めることができれば、建築物衛生とエネルギーの最適化やコスト最適化も容易になる。こうした熱・湿気・空気・微生物・温熱感・知的生産性等の複合シミュレーションは、基準の妥当性評価などにも有効である。令和7年度は、これまでの実測結果や既往研究とから、どのようなツールが必要かを整理することを目的とする。

B. 研究方法

B.1. 空調換気方式のトレンド

B.1.1. 空調換気設備分析に用いる利用データ

一般社団法人建築設備技術者協会が有償で提供する竣工設備データベース「ELPAC」を用

いて分析を行った。ELPACは、全国の建築物を対象に、建物用途や規模、空調設備の構成、熱源方式、エネルギー消費量等に関する情報をアンケート調査により収集したデータベースであり、建築設備の実態を把握する上で有用な資料である。

ELPACを用いた既往研究として、小原ら²⁾により事務所建築を対象とした空調設備およびエネルギー消費量の動向分析が行われており、2018年度までのデータに基づく傾向が分析されている。本研究では、それらのデータに加え、新たに追加された最新のデータを含めて近年の動向を踏まえた分析を行うとともに、主熱源方式や特殊設備・運用の導入傾向について詳細な検討を行う。

B.1.2 分析対象の概要と分類

事務所建築を対象として、平成16年4月（2004年）から令和6年3月（2024年）までのデータを分析対象とした。本研究では、既往研究²⁾との連続性を担保しつつ、新たに追加されたデータに基づく近年の特徴を明確に抽出することを目的として、分析対象期間の竣工年度を以下の3期に区分した。

- ・第1期（2004年度～2012年度）：PAL/CEC等の旧基準による省エネルギー評価が中心であった時期であり、既往研究における中期区分に対応する。

- ・第2期（2013年度～2018年度）：平成25年省エネ基準により一次エネルギー消費量基準が導入され、設備機器の高効率化およびシステム統合が進展した時期である。

- ・第3期（2019年度～2023年度）：建築物省エネ法の適合義務化の拡大やZEBの普及に加え、新型コロナウイルス感染症対策に伴う運用見直し等により、設備構成および制御の多様化が顕著となった時期である。さらに、気候条件による差異を考慮するため、建築物省エネルギー基準³⁾に基づく地域区分（1～8地域）を用いて、寒冷地域（1～2地域）、中間地域（3～4地域）、温暖地域（5～6地域）、温暖多湿地域（7～8地域）に整理し、気候特性の違いが建築物

のエネルギー消費構造に与える影響を考慮した分析を行った。なお、東京は他地域と比較してサンプル数が著しく多いため、温暖地域とは別に独立した区分として扱った。表 1 に上記の条件を基に分析対象期間を整理した結果を示す。

B.2. シミュレーションすべき建築物環境衛生管理の課題整理

検証部会、温熱部会、相対湿度部会、空気質部会、給水衛生部会（特に冷却塔関連）で参照・引用した文献の中から、特に建築物環境衛生管理に関する潜在的なリスク、空調制御上の課題を列挙し、それを予測・評価できるシミュレーション手法・ツールをについて整理する。

C. 研究結果

C.1. アンケート調査による主熱源方式と特殊機能

ELPAC のデータベースには建物の熱源方式に関する項目と、特殊機能に関する項目がある。それらのデータを各建物の分析期間と地域区分を基に整理し、傾向を把握した。

C.1.1. 主熱源方式に対する回答結果

熱源方式に関する項目を整理した結果を表 2 に示す。本表は、各項目について該当する質問に対して回答があった建物数を分母とし、その割合を示したものである。なお、ELPAC においては「地域供給熱源（冷水）」から「排熱投入型冷温水発生機」までを中央式、「水冷パッケージエアコン」から「ディーゼルエンジン駆動ヒートポンプパッケージ」までを個別式と定義した。また、本調査は複数回答が可能であるため、中央式のみを採用している場合を「中央式のみ」、個別式のみを採用している場合を「個別式のみ」、両者を併用している場合を「複合」と分類し、表 2 上段に整理した。

冷熱源および温熱源ともに、「個別式のみ」の割合が最も高く、第 1 期から第 3 期にかけて概ね 60～70%の水準で推移している。一方、「中央式のみ」は減少傾向を示しており、第 3 期では冷熱源・温熱源ともに 15%程度まで低下している。これに対し、「複合」は第 1 期に約

7%であったものが第 2 期には 18%まで増加したものの、第 3 期では約 10%に低下しており、一時的な増加が見られるものの、長期的には顕著な増加傾向は確認されなかった。地域別に見ると、「個別式のみ」は寒冷地域、中間地域、温暖地域、東京のいずれにおいても高い割合を示しており、広い地域で個別分散型空調方式が主流となっていることが確認された。一方で、温暖多湿地域においては「中央式のみ」の割合が相対的に高く、また、「複合」も一定程度見られることから、湿度制御や負荷変動への対応を考慮したシステム構成が採用されている可能性が示唆される。ただし、当該地域の回答件数は少ないため、今後の検証が必要である。

さらに詳細な主熱源方式に着目すると、空冷ヒートポンプパッケージおよび同時冷暖房型空冷ヒートポンプパッケージが、すべての地域および期間において高い割合を示している。特に同時冷暖房型は第 1 期 29%から第 3 期 49%へと増加しており、部分負荷対応やゾーンごとの熱需要の多様化に対応した空調方式の採用が進んでいると考えられる。一方で、「水冷冷却チラー（ターボ含む）」や「直焚吸収式冷温水発生機」といった中央式熱源は、第 1 期から第 3 期にかけて大きく減少しており、従来の中央熱源方式の採用が縮小していることが確認された。これに対し、「空冷ヒートポンプチラー」は第 2 期にかけて増加し、第 3 期においても一定の割合を維持しており、中央方式の中でも電化・高効率化が進展していることが示唆される。

C.1.2. 特殊制御設備に対する回答結果

建築物の運用時におけるエネルギー消費構造に影響を与える省エネルギー手法および特殊制御設備の導入傾向について、電気・空調・衛生の各分野から整理した結果を表 3 に示す。

電気設備に着目すると、照明の自動点滅、人感センサー、高効率照明の導入率が全期間を通じて高い水準を示した。特に高効率照明は第 1 期 43%から第 2 期 81%へ大きく増加しており、第 3 期でも 70%と高い導入率を維持している。また、人感センサーも第 1 期 55%から第 2 期

94%へ急増しており、第3期では78%となっている。これらより、照明設備における高効率化および自動制御技術の導入が近年大きく進展したことが確認された。

衛生設備分野では、「節水機器の採用」が地域別で88～100%、期別でも89～90%と極めて高い導入率を示しており、省資源対策としてほぼ標準的な仕様となっていることが確認された。また、「雨水利用」は第1期31%、第2期32%、第3期50%と第3期に増加しており、近年の環境配慮設計の一環として採用が進んでいる可能性がある。一方で、「井水利用」や「太陽熱の利用」などは導入率が比較的低く、地域的・敷地条件的な制約を受けやすい設備であると考えられる。

C.2. シミュレーションに求められる解析機能

設備設計や制御方法の工夫を数値シミュレーション上で試行しつつ、合理的に実現できる条件を検討することは、制度設計上も重要である。本研究では、どのような課題設定を行い、どのようなシミュレーション手法を用いればよいのかについて整理する。

C.2.1. 空調制御上の課題

前述の空調設備のトレンドを含め、本研究を進める上で検討すべき空調制御上の課題例は次のとおりである。なお、これらが解決すべき課題の全てではなく、現時点で共有している内容であることに注意いただきたい。

【①個別分散方式空調システムの運転に伴う全体風量バランス】

個別分散方式空調システムは、系統毎のみならず、室ごとの制御が可能であることが利点である。一方で、複数室・複数系統の熱・湿気・風量バランスは制御できている保証がない。

【②VAV制御時の機器間の最低風量バランス】

CO₂濃度制御における最低風量確保は最低限必要であるが、吹き出し風速の到達範囲が変わってしまい、ショートサーキットする場合もある。給排気位置の課題でもあるが、少なくとも呼吸域の清浄度コントロールは確保すべきである。

【③夜間や休日等の運転停止】

微生物増殖は空調停止時に起こる。すなわち、夜間・休日の管理が重要となる。一般に建物断熱性能が低いと夏期空調停止時はレジオネラ属菌の最適温度範囲になりやすい。レジオネラ属菌は宿主アメーバ内24～48時間で増殖・放出されることから、休日明けや夏期休暇等直後の勤務日は注意が必要となる。

【④機器特性の的確な把握（部分負荷率曲線等）】

空調設備は負荷率によってCOPが変化することから、省エネ性能の把握時は一般に部分負荷率曲線を考慮する。こうした効率の変化に伴う衛生上の課題（除湿能力低下による相対湿度の影響、換気不足に伴うCO₂濃度上昇など）を適切に把握することが必要である。

【⑤置換換気方式などの給気位置・排気位置の設定や空気清浄機などの室内空気質評価（呼吸域の空気質評価）】

特にエアロゾル感染対策としての換気量は、多ければ多いほどリスクは小さくなるが、呼吸域の換気効率を高めれば、過大な換気を確保する必要がなくなる。すなわち、省エネとの両立には、給排気位置や空気清浄機能力に応じた設置場所の検討が必要である。

【⑥建物の気密性能・隙間分布の把握】

大規模建築物の気密性能は、外皮面積が大きいというのに居室間のドア開放や換気系の目張りなど、3日間ほどの無人期間と内外温度差をゼロにする工夫が必要である。建物内の移流性状シミュレーションには必須のデータである。

【⑦働き方の変化・テレワーク等が及ぼす影響】

テレワークの定着やフリーアドレス制の導入により、オフィス内の在席密度は時間・場所ともに大きく変動することが考えられる。こうした対象空間が多様になることによる熱負荷の偏りや急激な濃度変化に対し、古い既存建物の空調制御では追従が難しい。設備更新もできないような建物においては、結果的に放置され、結局空調を目いっぱい動かしているといった場合もある。

【⑧高性能建築物の冷房環境】

ZEB 等の省エネ建築物は内部発熱量が減少している。最近の調査では機器や照明は各 6W/m^2 まで減少している。内部発熱量の低下は冷房エネルギー削減の観点からは利点であるが、AHU の送風量が減少し室内 CO_2 濃度上昇する可能性や、除湿不足による相対湿度上昇や、OA 風量が一定で RA 風量が減少することによる相対湿度上昇も起こり得る。

【⑨高性能建築物の暖房環境】

ZEB 等の省エネ建築物では、夕方に無負荷時間帯が生じる可能性があり、換気量不足が起こり得る。

【⑩空調機の CO_2 濃度計のトラブル】

CO_2 濃度制御を実施する建物では、自動校正機能が搭載されているものが少なく、校正後半年から 9 か月で値が大きくドリフトしている例もある。定期的に校正ができていれば問題ないが、 CO_2 濃度が低く測定されてしまうようであれば、適切な CO_2 濃度制御ができない。

【⑪外気取入れ量の CO_2 濃度制御】

CO_2 濃度制御を実施する建物では、在室人員が減少するときに換気量を絞ることができれば効率が良い。RA ダクトに CO_2 濃度センサを設けて設定濃度となるような外気ダンパ開度量やファン回転数（風量）を制御する。

【⑫複合技術の定量評価】

省エネ制御技術は高度化・多様化が進み、個々の技術の効果を判断する統一的な基準が曖昧になっている。特に、複数の制御アルゴリズム（例：外気冷房、 CO_2 濃度連動、設定温度シフト等）が同一建物内で複雑に干渉し合う実環境下では、各対策の寄与度を個別に分離して評価することが困難であり、システム全体の最適化検討を難しくしている。

C.2.2. シミュレーションツールの整理

日本の建築環境シミュレーションは、正確な空調負荷と非定常室温変動予測を目的として、建築物衛生法が成立した時期とほぼ同時期の 1970 年代から本格的にスタートしている。動的熱負荷・室温変動解析の端緒を開いたのは Mitalas、Stepheson らの応答係数法で、荒谷

登（北海道大学）の逐次積分法⁴⁾、松尾陽（東京大学）の項別公比法⁵⁾などは、応答係数法にヒントを得ているといわれている。この分野で宇田川光弘（工学院大学）が、Basic 言語で作成した差分法に基づく非定常伝熱、輻射冷暖房システムシミュレーション、空調負荷シミュレーションが有名である⁶⁾。

HASP は、建築空間の室温湿度・熱負荷及び空調エネルギー評価を目的として整備された熱負荷・空調システム計算プログラムである。建物の熱応答を計算する HASP/ACLD/8501、空調システムの期間消費エネルギーを計算する HASP/ACSS/8502 が 1985 年に開発され、その後、最大熱負荷計算、多数室計算を実施する NewHASP/ACLD HASP/L、NewHASP、BECS/STL/SER、dBECS など開発されている。現在、一般社団法人建築設備技術者協会が無償ダウンロードが可能である⁷⁾。最近では、国土交通省の支援のもとで BEST（Building Energy Simulation Tool）が開発され、ZEB の検討や太陽光発電、太陽熱利用等の再生可能エネルギー、コージェネレーション、蓄熱・蓄電などピーク負荷やピーク電力の低減技術も検討可能な建築物総合エネルギーシミュレーションツールが開発されている（有償）⁸⁾。

一方、海外では、Energy Plus+CONTAM、Transys、COMIS、ESP-r など、オープンソース或いは無償版（特にアメリカ政府系機関が開発したソフトウェア）が比較的多い。

2000 年代以降、CAD ツールの進展、BIM との連携などコンピューショナルデザインが一般化してきており、有償・無償を含め、多様な製品が利用できるし、現在の PC 処理速度能力は 1980 年代より数千万倍といわれ、畳み込み積分などをせずとも単純に差分化して計算することも可能となっている。数値流体解析に関しても商用コード（Stream、STAR-CCM+、ANSYS Fluent など）や Open-FOAM など充実してきており、実務設計でも利用されるケースもある。熱・空気湿気移動多数室解析ツールは、商用ではあまり聞かないが、CONTAM

やESP-rなどは吸放湿や簡易CFDがモデルとして組み込まれてものもあり、設計行為に付随する環境シミュレーションは、それほどハードルは高くない状況になりつつある。

D. 考察

D.1. 省エネルギーの観点での空調設備の選択

空調設備に関しては、全熱交換器の導入率が全地域・全期間を通じて高く、地域別では79～100%、期別でも82～85%の水準を示した。換気に伴う熱損失の低減が、地域を問わず重視されていることがわかる。加えて、「CO₂コントロール」は第1期28%、第2期38%、第3期42%と増加傾向を示しており、在室状況に応じた外気導入制御が普及しつつあることが確認された。また、「高効率機器（熱源）」についても第1期23%から第3期40%へ増加しており、熱源機器そのものの高効率化も着実に進展している。

地域別にみると、「外気冷房」は温暖多湿地域で44%、寒冷地域で34%と比較的高い一方、東京では29%にとどまっている。また、「自然通風」は第3期に31%まで増加しており、自然エネルギーの活用を志向した設計が一定程度拡大していることが示唆される。「CO₂コントロール」は温暖多湿地域で44%、東京で37%と比較的高く、大規模建築物や用途混在建築物における換気制御需要の反映と考えられる。一方で「BEMS・ビル管理システム」は各地域で33～44%の範囲にあり、期別でも31%、37%、40%と緩やかな増加にとどまっており、エネルギー管理システムは徐々に普及している段階と考えられる。

D.2. シミュレーションすべき建築物環境衛生管理の検討

現状のところ、建物断熱気密性能や空調設備運転等が建築物環境衛生管理に係る熱、湿気、空気質、換気の観点でシミュレーション可能であることがわかった。また、研究者が自ら開発したシミュレーションプログラムも研究班では保有しており、次年度以降の検討にも支障はない。ただし、微生物増殖モデルについては、解析ツールを作成する必要がある。

空調制御上の課題に関しては、実際の建物の詳細な温湿度環境或いはエネルギー運用データが得られていないため（多くが非公開）、制御手法の定量的検証は、研究者が直接関与できる特定のオーナー所有物件に限定されることが多い。その結果、抽出された知見が特定の条件下での「成功事例」に偏る、あるいはステークホルダーへの配慮が含まれた「忖度のある評価」に陥っているのではないかと感じられることも多い。本来こうしたデータにもオープンアクセスできるようになれば有益であろう。一方で前述したようにシミュレーションで評価できるのであれば、これらをベースに基準案を組み立てていくこともできる。ただしいずれにしてもバリディティは必要であり、物件測定を行う必要はある。

E. 結論

E.1. 空調換気方式の種類と選択

本研究では、竣工設備データベース「ELPAC」を用い、事務所建築における空調方式および特殊設備の導入傾向について、竣工年度別および地域別の分析を行った。得られた知見は以下の通りである。

- ① 熱源方式の個別分散化と電化の進展：全期間を通じて個別分散型空調方式が主流であり、特に冷暖同時型の空冷ヒートポンプパッケージの採用が増加している。一方、従来の水冷チラーや直熱吸収式等の中央熱源方式は減少し、中央式の中でも空冷ヒートポンプチラーの割合が増加するなど、設備システムの電化および高効率化が明確に確認された。
- ② 要素技術の標準化と制御の高度化：照明のLED化や人感センサー、衛生分野の節水機器などは近年において導入率が急増・高止まりしており、環境配慮型の標準仕様として定着している。また、CO₂コントロールなどの運用最適化を図る制御技術も着実に増加傾向にある。

- ③ 地域特性に応じた設備の多様性: 温暖多湿地域における全熱交換器の高い導入率や、寒冷・温暖多湿地域における外気冷房の活用、東京における CO₂ コントロールの高さなど、気候条件や都市部の用途特性に応じた設備選択の差異が確認された。

以上のように、事務所建築の設備設計は、大規模なシステム転換というよりも、個別機器の高効率化と運用制御の高度化の複合システムで進展していることが明らかとなった。

E.2. 建築後環境の空調設備の制御上の課題とシミュレーション検討

建築設計及び空調設備設計のタイミング、すなわち保健所長通知の段階で図面上の情報から機器運転の不具合を指摘することは難しい。その大きな理由は、指摘すべき不具合は運用を開始しなければわからないことが多いからである。しかし、それでは保健所長通知のタイミングにおける保健所の関与の意味合いが薄れてしまう。これまでの経験上、空調設備運転時に生じる不具合発生要因をリストアップし、シミュレーションにより不具合内容を確認すること、そしてそれを改善する方策を事前に分析できていると審査にとっては都合がよい。令和7年度はそうした想定する課題の洗い出しを行った結果、①空調設備に応じた温熱環境の実態、②多室間の空気移動の影響、③空調停止時の温湿度と微生物汚染、④熱源設備、風量、流量、ダンパ制御などのパラメトリックスタディの4つに分類できることを示した。また、現時点で利用可能なシミュレーションツールについても簡単な整理を行った。

こうした熱・湿気・空気・微生物・温熱感・知的生産性等の複合シミュレーションは、最終的な建築物衛生の判断の前にエネルギー最適化やコスト最適化の検討も総合的に行えるので、基準の妥当性評価或いは合理的評価等にも活用できるであろう。

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

<引用文献・参考文献>

- 1) 一般社団法人建築設備技術者協会; 建築設備情報年鑑・竣工設備データ ELPAC;
<https://www.jabmee.or.jp/elpac/>.
- 2) 小原 豪太, 長谷川 兼一, 松本 真一 & 竹内 仁哉; 竣工設備データベース「ELPAC」を用いた事務所建築の空調設備とエネルギー消費量の動向に関する考察; in 41-44 (2021).
- 3) 国土交通省; 地域区分新旧表 建築物エネルギー消費性能基準等を定める省令における算出方法等を定める件; (2020).
- 4) 新建築学体系 10 環境物理、彰国社
- 5) 荒谷登・鈴木憲三. 建築家のための熱環境解析入門、北海道大学図書刊行会
- 6) 宇田川光弘. パソコンによる空気調和計算法、オーム社
- 7) 一般社団法人建築設備技術者協会 HASP、
<https://www.jabmee.or.jp/hasp/>
- 8) 一般財団法人住宅・建築 SDGs 推進センター BEST、
<https://www.ibecs.or.jp/best/index.html>

表 1 地域区分別・年代別データ件数

地域	第 1 期	第 2 期	第 3 期
	2004 年度～2012 年度	2013 年度～2018 年度	2019 年度～2023 年度
寒冷地域 (1, 2 地域)	8	11	20
中間地域 (3, 4 地域)	10	11	29
温暖地域 (5, 6 地域)	106	63	83
東京 (5 地域)	111	78	121
温暖多湿 (7, 8 地域)	3	2	5

表 2 アンケート集計結果（熱源方式）

熱源	冷熱源主熱源方式									温熱源主熱源方式								
区分	寒冷地域	中間地域	温暖地域	東京	温暖多湿	第 1 期	第 2 期	第 3 期		寒冷地域	中間地域	温暖地域	東京	温暖多湿	第 1 期	第 2 期	第 3 期	
回答件数	26	22	169	214	9	181	126	133		23	21	158	208	6	170	117	129	
中央式	27%	23%	24%	22%	56%	30%	25%	15%		26%	24%	24%	23%	33%	29%	26%	15%	
個別式	62%	64%	63%	69%	33%	63%	58%	75%		61%	62%	63%	68%	67%	64%	56%	75%	
複合	12%	14%	12%	9%	11%	7%	17%	10%		13%	14%	13%	9%	0%	7%	18%	10%	
地域供給熱源（冷水）	15%	5%	8%	9%	22%	10%	7%	8%		0%	5%	1%	1%	0%	1%	1%	2%	
地域供給熱源（温水）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		13%	0%	2%	5%	17%	5%	4%	4%	
地域供給熱源（蒸気）	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%		9%	0%	4%	3%	0%	6%	3%	2%	
水冷冷却チラー（ターボ含む）	0%	0%	7%	8%	22%	10%	8%	2%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
空冷冷却チラー	0%	0%	2%	2%	11%	2%	4%	0%		0%	0%	2%	1%	0%	1%	3%	0%	
電気ボイラ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
空冷ヒートポンプチラー	12%	23%	15%	15%	11%	12%	19%	16%		9%	19%	13%	16%	17%	11%	20%	16%	
水冷ヒートポンプチラー	0%	9%	1%	1%	0%	2%	1%	1%		0%	10%	1%	1%	0%	2%	3%	1%	
吸収式冷凍機（蒸気）	0%	5%	1%	0%	0%	1%	0%	0%		0%	5%	1%	0%	0%	1%	0%	1%	
吸収式冷凍機（温水）	4%	0%	4%	0%	0%	2%	2%	2%		4%	0%	2%	0%	0%	1%	3%	0%	
ボイラ（温水）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%		4%	0%	3%	2%	0%	1%	5%	2%	
ボイラ（蒸気）	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	2%	0%	0%	1%	0%	1%	
直焚吸収式冷温水発生機	4%	9%	8%	7%	11%	11%	9%	2%		4%	10%	8%	8%	17%	11%	10%	2%	
排熱投入型冷温水発生機	4%	5%	4%	0%	0%	1%	6%	2%		0%	5%	4%	1%	0%	1%	5%	1%	
水冷パッケージエアコン	0%	0%	1%	2%	0%	1%	2%	2%		0%	5%	1%	1%	0%	1%	1%	3%	
電気ヒーター	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		13%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	
空冷ヒートポンプパッケージ	50%	59%	53%	39%	44%	45%	44%	49%		52%	57%	53%	39%	50%	45%	45%	48%	
空冷ヒートポンプパッケージ（冷暖同時）	19%	23%	30%	49%	0%	29%	38%	49%		22%	19%	30%	48%	0%	29%	37%	48%	
小型水冷パッケージ	4%	0%	2%	0%	0%	1%	1%	2%		0%	0%	3%	0%	0%	1%	0%	2%	
ファンヒーター	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		0%	0%	0%	0%	17%	0%	0%	1%	
ガスエンジン駆動ヒートポンプチラー（冷暖同時）	4%	9%	10%	3%	0%	5%	10%	3%		4%	10%	10%	2%	0%	5%	9%	3%	
ガスエンジン駆動ヒートポンプパッケージ（冷暖同時）	0%	5%	5%	1%	0%	3%	6%	0%		0%	5%	6%	1%	0%	4%	6%	0%	
ディーゼルエンジン駆動ヒートポンプパッケージ	0%	5%	0%	0%	0%	1%	0%	0%		0%	5%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	

表 3 アンケート集計結果（特殊機能）

区分 回答件数		寒冷地域 19	中間地域 29	温暖地域 176	東京 201	温暖多湿 7	第 1 期 168	第 2 期 115	第 3 期 149
電気設備	照明の自動点滅	85%	78%	69%	76%	71%	69%	79%	75%
	初期照度補正	42%	36%	47%	62%	57%	64%	58%	40%
	デマンド制御	19%	25%	22%	17%	43%	22%	25%	15%
	昼光利用	27%	39%	40%	57%	71%	50%	53%	42%
	ブラインドコントロール	4%	8%	10%	14%	29%	12%	18%	8%
	深夜電力利用と蓄熱槽	8%	3%	11%	12%	14%	23%	7%	2%
	コージェネレーション	0%	3%	3%	5%	0%	1%	6%	4%
	太陽光発電	31%	31%	28%	29%	43%	25%	42%	26%
	高効率照明（LED 等）	69%	69%	58%	65%	57%	23%	85%	85%
	自動力率制御	19%	50%	36%	49%	57%	22%	53%	54%
	人感センサー	88%	81%	72%	72%	71%	41%	92%	92%
	超高効率トランス	12%	17%	6%	13%	0%	8%	9%	13%
	その他	8%	0%	4%	3%	0%	6%	4%	2%
空調設備	外気冷房	48%	32%	29%	33%	38%	31%	39%	29%
	自然通風	24%	32%	22%	24%	25%	21%	35%	17%
	CO ₂ コントロール	36%	32%	27%	43%	38%	24%	45%	40%
	全熱交換器	88%	92%	83%	81%	100%	78%	83%	90%
	高効率機器（熱源）	40%	48%	28%	31%	75%	25%	35%	37%
	都市廃熱の有効利用	0%	0%	1%	0%	0%	1%	1%	0%
	廃熱ボイラ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%
	排熱回収	4%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%
	排熱回収ヒートポンプ	0%	0%	1%	4%	0%	2%	2%	3%
	搬送での VWV 方式	20%	16%	17%	20%	25%	21%	20%	15%
	搬送での VAV 方式	24%	28%	29%	27%	25%	30%	32%	22%
	水搬送での大温度差方式	24%	20%	15%	19%	38%	21%	23%	10%
	空気搬送での大温度差方式	4%	8%	7%	8%	0%	7%	9%	5%
	太陽熱の利用	4%	4%	2%	2%	13%	2%	3%	3%
	BEMS・ビル管理システム	28%	36%	27%	43%	38%	34%	42%	32%
	ペリメータレスシステム （エアフロー等）	12%	4%	9%	8%	13%	8%	10%	7%
	地中熱利用	12%	8%	7%	2%	0%	2%	9%	4%
	その他	12%	20%	12%	16%	13%	26%	8%	6%
衛生設備	排水再利用	0%	0%	10%	12%	25%	15%	9%	6%
	節水機器の採用	86%	94%	91%	89%	75%	89%	92%	89%
	雨水利用	29%	31%	33%	42%	38%	42%	38%	31%
	井水利用	21%	6%	12%	4%	13%	8%	7%	8%
	太陽熱の利用	0%	0%	0%	2%	0%	1%	2%	0%
	その他	7%	0%	4%	2%	0%	5%	1%	1%

研究成果の刊行に関する一覧表

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Yoshinori Honma	A Study on the Uncertainty of Reporting Indoor Dryness	Indoor Air 2026 Proceedings, Singapore			2026/6/14-18 予定
Ryuki Koike, Takehiko Mitsunaga, Tomoo Inada, Yoshiaki Matsumura, Yoshinori Honma	A Study on the Expansion of Non-Potable Water Use in Buildings	CIB W062 2026			2026/08/17-21 予定
本間義規、高田暁、長谷川兼一、伊藤佳乃子	用量反応モデルに基づく室内相対湿度と感染症リスクの関係	2026 年度日本建築学会大会（中国）学術講演梗概集 D-2			2026/9/8-11 予定
下ノ菌慧、東賢一、高田暁、西原直枝、本間義規	建築物環境衛生管理基準等の検証に向けた温度と健康影響・室内環境測定法のレビュー	第 85 回日本公衆衛生学会総会			2026/10/29-31 予定
Kenichi Azuma, Naoki Kagi, U Yanagi, Hoon Kim, Yoshinori Honma	Effects of low-level humidity on building-related symptoms in office buildings	35th International Congress on Occupational Health, Mumbai, India			2027/02/14-17 予定

令和 8 年 3 月 31 日

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 浅沼 一成

次の職員の令和7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 建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 建築・施設管理研究部・部長

(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)	☐	☒	☐		☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐	☒	☐		☐
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	☐	☒	☐		☐
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：)	☐	☒	☐		☐

(※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 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☐ 無 ☒ (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 松村 到

次の職員の令和7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 建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 近畿大学医学部 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)	☐	☒	☐		☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐	☒	☐		☐
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	☐	☒	☐		☐
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：)	☐	☒	☐		☐

(※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 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☐ 無 ☒ (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。

令和8年4月17日

国立保健医療科学院長 殿

機関名 国立大学法人東京大学

所属研究機関長 職 名 学長

氏 名 藤井 輝夫

次の職員の令和7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 建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 生産技術研究所・教授

(氏名・フリガナ) 大岡 龍三 (オオオカ リョウゾウ)

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)	☐	☒	☐		☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐	☒	☐		☐
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	☐	☒	☐		☐
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:)	☐	☒	☐		☐

(※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 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 ☒ 無 ☐ (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 ☐ 無 ☒ (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 国立大学法人東京科学大学
所属研究機関長 職 名 理事長
氏 名 大竹 尚登

次の職員の令和7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 建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 環境・社会理工学院・教授
(氏名・フリガナ) 鍵 直樹 ・ カギ ナオキ

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)	☐	☒	☐		☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐	☒	☐		☐
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	☐	☒	☐		☐
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:)	☐	☒	☐		☐

(※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 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☐ 無 ☒ (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 国立大学法人神戸大学
所属研究機関長 職 名 学長
氏 名 藤澤 正人

次の職員の令和7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 建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 大学院工学研究科・教授
(氏名・フリガナ) 高田 暁 (タカダ サトル)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無 有 無	左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
		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)	☐ 有 ☒ 無	☐		☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐ 有 ☒ 無	☐		☐
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	☐ 有 ☒ 無	☐		☐
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：)	☐ 有 ☒ 無	☐		☐

(※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 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (有の場合はその内容：成果公表に際しては利益相反状態の開示を行う)

(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 公立大学法人秋田県立大学

所属研究機関長 職 名 理事長

氏 名 福田 裕穂

次の職員の令和7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 建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) システム科学技術学部 教授
(氏名・フリガナ) 長谷川 兼一 (ハセガワ ケンイチ)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無 有 無	左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
		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)	☒ ☐	☒	秋田県立大学	☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐ ☒	☐		☐
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	☐ ☒	☐		☐
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：)	☐ ☒	☐		☐

(※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 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☐ 無 ☒ (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 日本女子大学
所属研究機関長 職 名 学長
氏 名 篠原 聡子

次の職員の令和7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 建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 家政学部・准教授
- (氏名・フリガナ) 西原 直枝・ニシハラ ナオエ

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)	☐	☒	☐		☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐	☒	☐		☐
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	☐	☒	☐		☐
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：)	☐	☒	☐		☐

(※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 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☐ 無 ☒ (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 明治大学
所属研究機関長 職 名 学長
氏 名 上野 正雄

次の職員の令和7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 建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 理工学部・専任准教授
(氏名・フリガナ) 光永 威彦 (ミツナガ タケヒコ)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無 有 無	左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
		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)	☐ 有 ☒ 無	☐		☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐ 有 ☒ 無	☐		☐
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	☐ 有 ☒ 無	☐		☐
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：)	☐ 有 ☒ 無	☐		☐

(※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 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☐ 無 ☒ (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。

令和 8 年 3 月 31 日

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 浅沼 一成

次の職員の令和7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 建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 建築・施設管理研究部・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)	☐	☒	☐		☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐	☒	☐		☐
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	☐	☒	☐		☐
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：)	☐	☒	☐		☐

(※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 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☐ 無 ☒ (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 国立大学法人北海道大学
所属研究機関長 職 名 総長
氏 名 寶 金 清 博

次の職員の令和7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 建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 大学院工学研究院・助教
(氏名・フリガナ) 大沢 飛智 (オオサワ ヒサト)

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)	☐	☒	☐		☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐	☒	☐		☐
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	☐	☒	☐		☐
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：)	☐	☒	☐		☐

(※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 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☐ 無 ☒ (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 奈良女子大学
所属研究機関長 職 名 学長
氏 名 高田 将志

次の職員の令和7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 建築物環境衛生管理基準等の検証及び今後の衛生管理の確立に向けた総合的研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 工学部 寄附講座助教
(氏名・フリガナ) 伊藤 佳乃子 (イトウ カノコ)

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)	☐	☒	☐		☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐	☒	☐		☐
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	☐	☒	☐		☐
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：)	☐	☒	☐		☐

(※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 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☒ 無 ☐ (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 ☐ 無 ☒ (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。