

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マ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マ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 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。

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)。

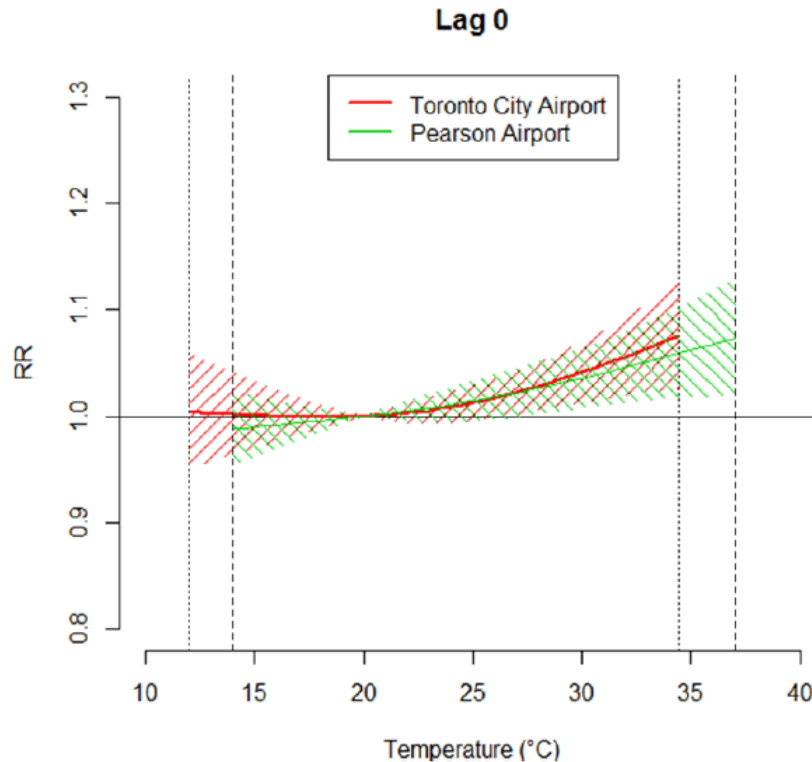


図1-1 1996年～2010年（6～8月）のトロントにおける最大温度と死亡リスク（事故を除く）

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。

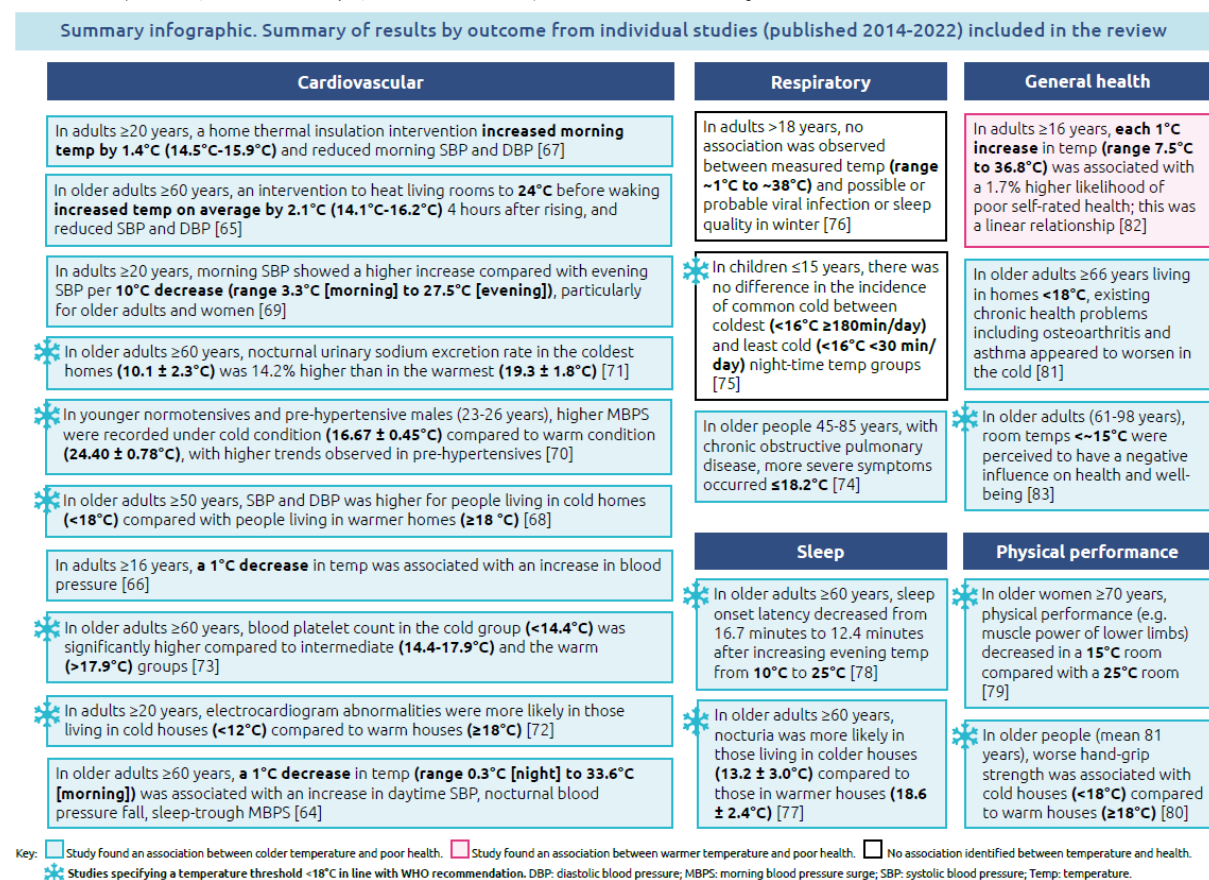


図 1 - 2 温度と疾患や症状との関係に関する文献レビューのまとめ

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。

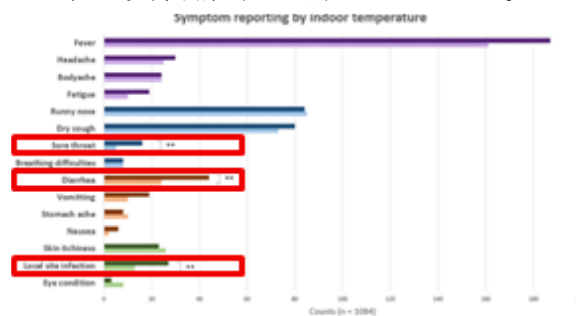


Fig 4 Symptom reporting by indoor temperatures. Symptoms are colour coded by category. Sore throat, diarrhea and CLD occur significantly more often in houses with higher maximum temperatures. Hotter houses are those with higher than average daily maximum temperatures and colder and those with lower daily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

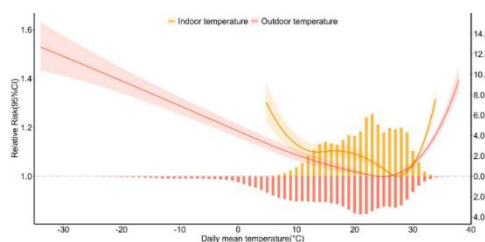


Fig. 3. The exposure-response curves between indoor/outdoor temperature and mortality risk, 2006–2017. The lines share left y-axis and the bar charts share right y-axis.

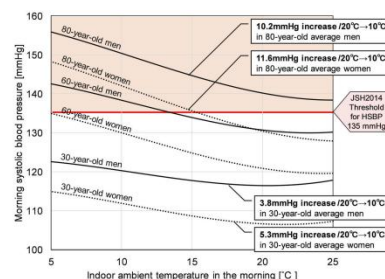
6) Umishio W., Ikaga T., Kario K., Fujino Y., Suzuki M., Ando S., Hoshi T., Yoshimura T., Yoshino H., Murakami S. Role of housing in blood pressure control: a review of evidence from the Smart Wellness Housing survey in Japan. *Hypertension Research*. 2023;46(1):9–18. doi: 10.1038/s41440-022-01060-6

【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。

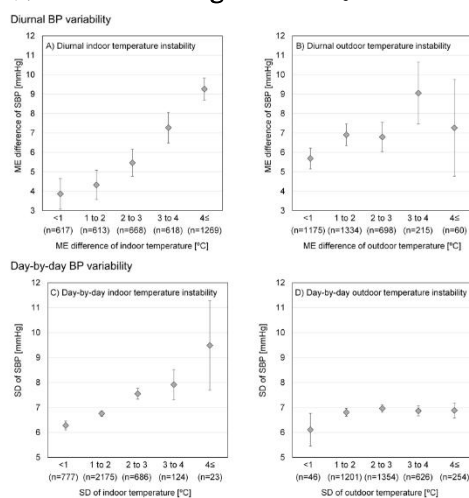


Fig. 3 Relationship between BP variability and temperature instability. A: ME difference in SBP and ME difference in indoor temperature. B: ME difference in SBP and ME difference in outdoor temperature. C: SD of SBP and SD of indoor temperature. D: SD of SBP and SD of outdoor temperature. The plot shows 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)。

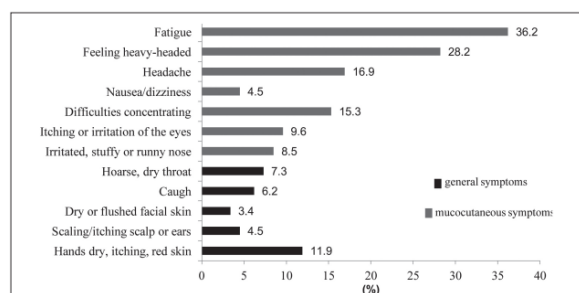


Figure 2 - Percentage of the presence of SBS symptoms (general and mucocutaneous) in participants

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。

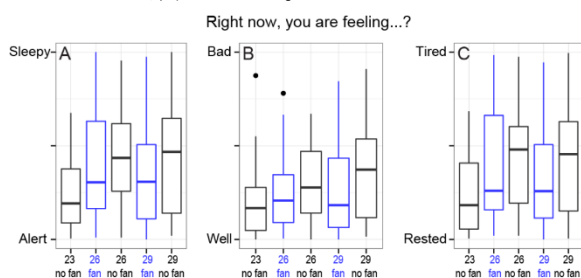


Fig 8 Feeling of (A) alert/sleepy; (B) well/bad; and (C) tired/rested. In blue are highlighted the cases with fans.

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

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℃) 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。	—	—	—	—	—

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。

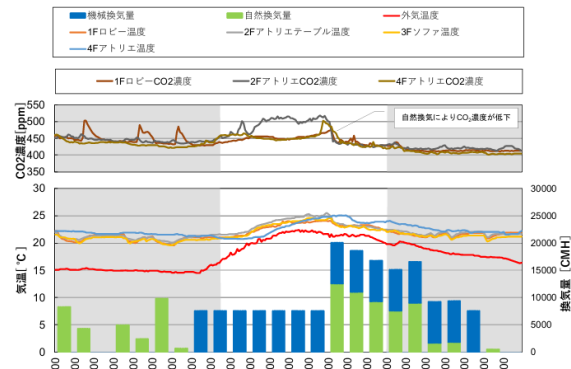


図 2-5-1 空気温度・CO₂濃度の経時変化・換気量

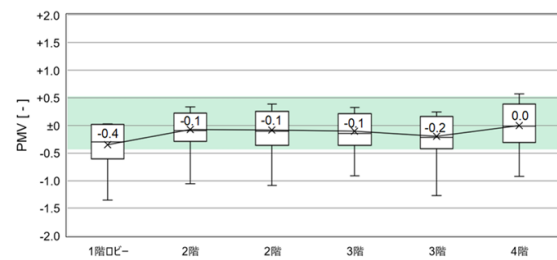


図 2-5-2 各計測点の PMV 分布の推定

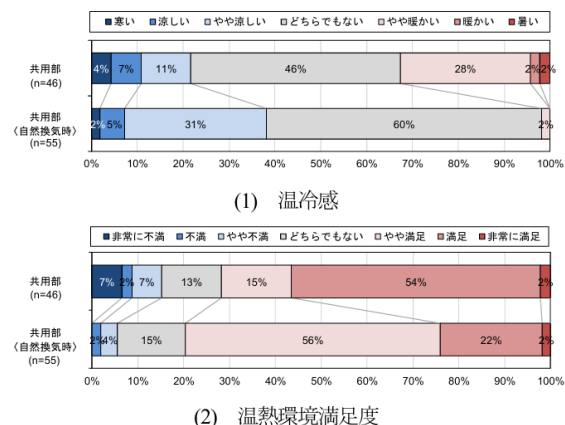


図 2-5-3 温熱環境に関するアンケート調査結果

(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。

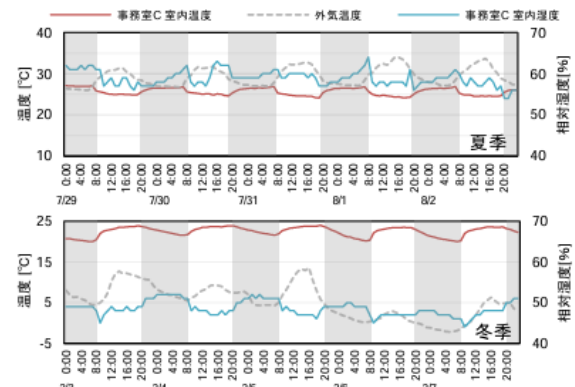


図 2-5-4 事務室の気温と相対湿度 (夏季と冬季の代表週)

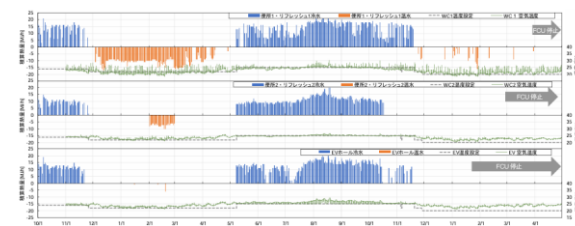


図 2-5-5 トイレ、リフレッシュスペース、EVホールの気温 (10月から4月の連続測定結果、FCUの処理熱量と併せて表示されている)

(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。

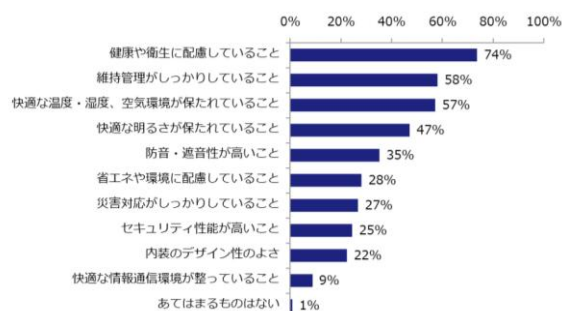


図 2-5-6 トイレ・給湯室で入居する際重要と思う項目（複数回答、n=555）

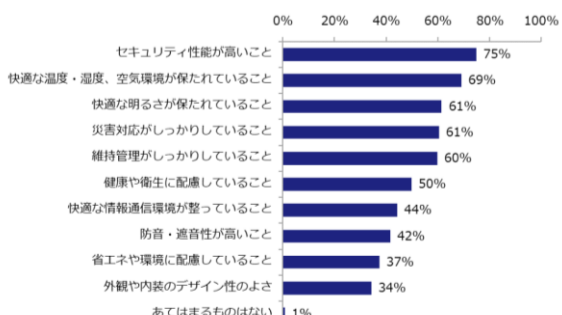


図 2-5-7 その他共用部・ビル全体で入居する際重要と思う項目（複数回答、n=555）

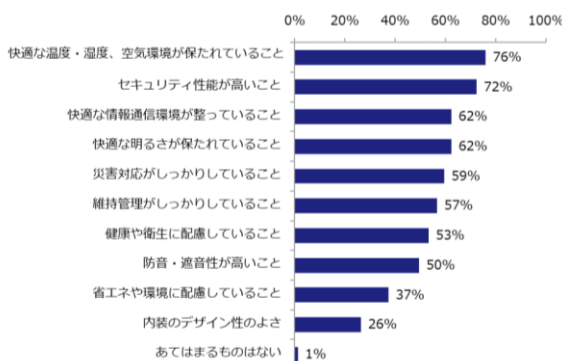


図 2-5-8 執務スペースで入居する際重要と思う項目（複数回答、n=555）

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