

健康増進に向けた住宅環境整備のための研究

健康増進に関わる住宅環境に関する国際機関の動向と関連文献等の調査

分担研究者 東 賢一 近畿大学 医学部 准教授

研究要旨

住環境による居住者の健康影響として、主として室内環境化学物質に起因するシックハウス症候群や化学物質過敏症、真菌・ダニ等によるアレルギー疾患、室内温度に起因する高血圧、脂質異常症、虚血性心疾患、脳血管障害等の多様な疾病が示唆されている。本分担研究では、主として生活習慣病等に関わる住宅環境要因について、世界保健機関（WHO）の動向や関連文献を収集・整理し、これらのエビデンスに関わる情報をとりまとめた。WHOのガイドラインの状況としては、2021年9月に空気質ガイドラインをアップデートしたことが大きな動きであった。粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>）、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素の空気質ガイドラインが最新の科学的知見に基づき改正された。また、諸外国の空気質ガイドラインの状況として、ドイツ、カナダ、フランスを調査したところ、2021年度にドイツでは、メタクリル酸メチル、ベンゾ-a-ピレン、アセトン、2-プロパノール、一酸化炭素、塩化ビニルの指針値が新たに設定され、カナダではアクロレインと二酸化炭素に室内空気質ガイドラインが設定された。フランスでは新たに設定された室内空気質ガイドラインはなかった。その他では、WHOが2018年に公表した環境騒音ガイドライン、2016年と2017年に公表した生活習慣病と緑化環境（Greenness）に関する報告書を取りまとめた。環境騒音では、近年、夜間騒音と不眠症、認知力の低下、高血圧、心筋梗塞、精神疾患との関係が示唆されており、環境騒音による心血管系や代謝系への影響に関するより強いエビデンスの存在が示唆されたことから、騒音源別にガイドラインが公表されている。緑化環境については、都市の緑化空間の有益な効果として、メンタルヘルスの改善、循環器疾患の有病率や死亡率・肥満・2型糖尿病リスクの低減、妊娠における悪影響の改善に関して利用可能なエビデンスがあると報告している。また、これらの効果をもたらすメカニズムとしては、心理的なりラックス効果、ストレス軽減、身体活動の増加、空気汚染・騒音・暑熱曝露の低減があると報告している。また、諸外国の温熱環境基準に関する調査を行った。カナダ・トロント公衆衛生局とイギリス公衆衛生局（現、英国保健安全保障庁）は、夏期の室内温度として26℃以下を求めている。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る。

A. 研究目的

住環境による居住者の健康影響としては、室内環境化学物質に起因するシックハウス症候群、真菌・ダニ等によるアレルギー疾患、室内温度に起因する高血圧、脂質異常症、虚血性心疾患、脳血

管障害等の多様な疾病が示唆されている。このうち室内環境化学物質については、国際機関や国内外で室内空気中濃度の指針値設定等の対応がとられてきた。しかしながら、引き続き課題が残されており、国内外で取り組みが進められている。ま

た、世界保健機関（WHO）は2018年に「住宅と健康のガイドライン（Housing and Health Guidelines）」を公表し、過剰な暑さや寒さ（excess heat and cold）、住居内の過密性（感染症対策（crowding）、住居内のアクセスのしやすさ（バリアフリーなどの高齢者や障害者対応）：（accessibility of housing for people with functional impairments）、傷害要因に対する安全性（ベランダの手すり、階段の落差など）：（home injury）に関するガイドラインを作成した。

本分担研究では、主として生活習慣病等に関わる住宅環境要因について、WHOの動向や関連文献を収集・整理し、これらのエビデンスに関わる情報をとりまとめる。

## B. 研究方法

国際機関や国内外の住宅環境要因に関する報告書、関連学会の資料、関連論文をインターネットおよび文献データベースで調査した。

（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を取り扱うものではなく、研究倫理委員会などに諮る必要のある案件ではないと判断している。

## C. 研究結果及び考察

### C1. WHO及び諸外国の空気質ガイドライン

#### 1) WHOの空気質ガイドラインの改正

WHOは2005年に粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>）、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄の空気質ガイドラインを公表していた（表1-1）。WHOの空気質ガイドラインは屋外大気と室内空気に適用され

る。その後、2010年に室内空気質ガイドラインが設定された一酸化炭素を含めて喫緊にガイドラインを改正する優先候補物質とし、近年のエビデンスのレビューを行い、2021年9月にこれらの物質のガイドラインをアップデートした（表1-2）。

粒子状物質と二酸化窒素においては、長期間曝露（年平均値等）では全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、5パーセンタイル値を導出して空気質ガイドラインを設定した。また、短期間曝露（日平均等）では、1日の全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、年平均値の空気質ガイドラインに合致する日平均濃度の99パーセンタイル値を推算し、その値をもとに空気質ガイドラインを設定した。

オゾンでもピーク季節のガイドラインについては、全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、5パーセンタイル値を導出して空気質ガイドラインを設定した。

二酸化硫黄と一酸化炭素では、24時間平均のガイドラインに対して、それぞれ1日の喘息による入院や救急搬送・全死亡（不慮の事故除く）・呼吸器疾患死亡、入院と心筋梗塞による死亡を指標として空気質ガイドラインを設定した。

#### 2) 諸外国の室内空気質ガイドライン

住宅の室内空気質に対する疾病および健康障害の予防策として、諸外国では室内空気質ガイドラインの作成に重点が置かれている。目標となる気中濃度を設定し、それを目指した発生源対策等を行うアプローチである。2021年度においては、ドイツ連邦環境庁がメタクリル酸メチル、ベンゾ-aピレン、アセトン、2-プロパノール、一酸化炭素、塩化ビニルの室内空気質ガイドラインを公表した（表2-1）。一酸化炭素は、WHOの空気質ガイドラインを踏まえて改正したものである。ベンゾ-aピレンと塩化ビニルは閾値のない発がん物質と評価し、100万分の1及び10万分の1の過剰発がんリスクに対応する濃度を設定している。

カナダ保健省では、アクロレインと二酸化炭素

の室内空気質ガイドラインを公表した(表2-2)。フランスのANSESについては、2021年度に新たに公表された室内空気質ガイドラインはなかった。

### 3) WHOの環境騒音ガイドライン

昨年度の分担研究報告書において、騒音のガイドラインの報告を行っていなかったため、今年度に報告を行う。

住居内の典型的な騒音による人への影響は、旧来より、睡眠妨害、アノイアンス(迷惑)、会話妨害に焦点があてられており、1999年にWHOは都市騒音のガイドラインを公表した。しかしながら、近年、夜間騒音と不眠症、認知力の低下、高血圧、心筋梗塞、精神疾患との関係が示唆されてきたことから、WHO欧州事務局は2009年に夜間騒音のガイドラインを公表した。このガイドラインでは、睡眠妨害と不眠症等に関する最小悪影響レベルに基づいて、家屋正面の屋外夜間騒音レベルの年平均値として40dBを勧告した。また、55dBを超えると心血管系疾患のリスクが増大することも勧告した。その後、環境騒音による心血管系や代謝系への影響に関するより強いエビデンスの存在、道路交通騒音、鉄道騒音、航空機騒音とともに新たな騒音源を考慮(風力発電騒音、娯楽騒音)する必要があることを踏まえて、2018年に騒音源別に環境騒音のガイドラインを公表した(表3-1)。

### C2. 諸外国における室内温熱環境基準

昨年度の分担研究報告書において、WHOが2018年に公表した室内温度に対するガイドライン(住宅と健康ガイドライン)を報告した。今年度は、諸外国における室内温熱環境基準をレビューした。

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°C~27.8°C(67°F~82°F)を勧告しているが、疾病や健康障害を影響指標としたものではなかった。

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°Cを設定している。

中国では国家環境保護総局が夏場22~28°C、冬場16~24°C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°C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°C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°C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°Cの最大基準を2015年11月に導出している(図4-1)。

イギリス公衆衛生局(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°C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°Cに室内を暖房するよう勧告している。日中18°C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°C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。

### C3. 生活習慣病と緑化環境(Greenness)

近年、住宅環境として、住宅周辺の緑化環境が生活習慣病(循環器疾患、悪性腫瘍等)のリスク低減に関与することを示唆する疫学研究が欧米諸国で報告されている。住環境による健康増進に向けた新たな分野として、このことに関する疫学研究

のレビューを昨年度行った。昨年度に WHO の報告書を記載していなかったため、今年度に報告する。

WHO は、2016 年にエビデンスのレビュー結果を報告している。それによると、都市の緑化空間の有益な効果としては、1) メンタルヘルスの改善、2) 循環器疾患の有病率や死亡率・肥満・2 型糖尿病リスクの低減、3) 妊娠における悪影響の改善に関して利用可能なエビデンスがあると報告している。また、これらの効果をもたらすメカニズムとしては、心理的なリラクゼーション効果、ストレス軽減、身体活動の増加、空気汚染・騒音・暑熱曝露の低減があると報告している。

その後、WHO は専門家会合を行った結果を報告している。それによると、都市環境における緑化空間による介入は、肥満、循環器系への影響、精神保健福祉に関するさまざまな公衆衛生上の取り組みを支援する。しかしながら、健康や福祉や公平性に対する介入効果に関する知見は限定的であると報告している。

#### D. 総括

WHO のガイドラインの状況としては、2021 年 9 月に空気質ガイドラインをアップデートしたことが大きな動きであった。粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>)、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素の空気質ガイドラインが最新の科学的知見に基づき改正された。また、諸外国の空気質ガイドラインの状況として、ドイツ、カナダ、フランスを調査したところ、2021 年度にドイツでは、メタクリル酸メチル、ベンゾ-a-ピレン、アセトン、2-プロパノール、一酸化炭素、塩化ビニルの指針値が新たに設定され、カナダではアクロレインと二酸化炭素に室内空気質ガイドラインが設定された。フランスでは新たに設定された室内空気質ガイドラインはなかった。

その他では、WHO が 2018 年に公表した環境騒音ガイドライン、2016 年と 2017 年に公表した生

活習慣病と緑化環境 (Greenness) に関する報告書を報告した。環境騒音では、近年、夜間騒音と不眠症、認知力の低下、高血圧、心筋梗塞、精神疾患との関係が示唆されており、環境騒音による心血管系や代謝系への影響に関するより強いエビデンスの存在が示唆されたことから、騒音源別にガイドラインが公表されている。緑化環境については、都市の緑化空間の有益な効果として、メンタルヘルスの改善、循環器疾患の有病率や死亡率・肥満・2 型糖尿病リスクの低減、妊娠における悪影響の改善に関して利用可能なエビデンスがあると報告している。また、これらの効果をもたらすメカニズムとしては、心理的なリラクゼーション効果、ストレス軽減、身体活動の増加、空気汚染・騒音・暑熱曝露の低減があると報告している。

また、諸外国の温熱環境基準に関する調査を行った。カナダ・トロント公衆衛生局とイギリス公衆衛生局 (現、英国保健安全保障庁) は、夏期の室内温度として 26°C 以下を求めている。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°C の最大基準を導出している。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

1) 東 賢一. 世界保健機関 (WHO) による「住宅と健康のガイドライン」. 公衆衛生 Vol 85, No.7, pp. 432-437, 2021.

##### 2. 学会発表

1) 東 賢一. Covid-19 に関する環境要因. 第 80 回日本公衆衛生学会総会シンポジウム, 東京, 2021 年 12 月 21 日.

##### 3. 書籍

1) 東 賢一. 新版生活健康科学第 2 版: 第 7 章 生活環境と健康. 218 頁, 三共出版, 東京, 2022.

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

## 詳細データ

### 1. WHO 空気質ガイドラインの改正とその経緯

WHO 欧州は、欧州空気質ガイドライン第2版 (WHO Europe, 2000) を公表後、2002年から2004年にかけて欧州地域で調査した報告等に基づき、2005年に粒子状物質、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄の空気質ガイドラインの改正作業を行い、グローバル・アップデートとして公表した (WHO Europe, 2006)。特に発展途上国では、固形燃料の燃焼から生じるこれらの汚染物質によって、毎年多くの死亡者が発生している。本アップデートは、これらの汚染物質による公衆衛生問題に対処するために作成された。このガイドラインは、欧州諸国のみならず、世界中の国々におけるリスク評価や政策立案において利用されるよう、WHO 本部からも公表された (WHO, 2006)。表1-1にグローバル・アップデートのガイドラインを示す。

表1-1 WHOの空気質ガイドライン2005年グローバル・アップデート

汚染物質	ガイドライン値( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	曝露時間
PM <sub>2.5</sub>	25	24時間平均値
	10	年間平均値
PM <sub>10</sub>	50	24時間平均値
	20	年間平均値
オゾン	100	8時間平均値
二酸化窒素	200	1時間平均値
	40	年間平均値
二酸化硫黄	500	10分間平均値
	20	24時間平均値

WHOではその後、さらにその後のエビデンスのレビューを2015年に実施し、10月にボンで開催された専門家会合でその評価結果を公表した (WHO, 2016)。そして、2017年度に公表されたWHOのガイドラインに関する資料の中で、粒子状物質 (PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>)、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素に関する短時間曝露と長時間曝露のガイドラインのアップデートを今後実施すると報告している (WHO, 2017)。

2018年10月30日から11月1日にかけてスイスのジュネーブで開催された「大気汚染と健康に関する世界会合：FIRST GLOBAL CONFERENCE ON AIR POLLUTION AND HEALTH: Improving Air Quality, Combatting Climate Change - Saving Lives」においては、2016年以降空気質ガイドラインのアップデートを進めており、粒子状物質、二酸化窒素、オゾン、二酸化硫黄、一酸化炭素、自然起源のミネラルダストのガイドラインを現在検討中と報告していた (WHO, 2018)。自然起源のミネラルダストは、粒子状物質に関連して、砂漠のダストを意図しているようであった。

WHOがこれほど空気質ガイドラインの検討に集中している背景としては、空気汚染による人への影響が世界的に深刻であると考えているからである。WHOによると、大気汚染（主として微小粒子状物質：PM<sub>2.5</sub>）が世界的に拡大を続けているため、循環器疾患（脳卒中や虚血性心疾患な

ど)、肺がん、呼吸器疾患などで年間約 700 万人が死亡していると試算しており、それは世界の死亡者の 8 人に 1 人に相当し、世界の人口の約 90%が汚染された大気の中で生活し、深刻な状況にあると WHO は指摘している (WHO, 2014; WHO, 2018a)。また、2012 年の推計値では、室内空気汚染で約 430 万人、大気汚染で約 370 万人と推計していたが (WHO, 2014)、2018 年の報告書では、2016 年の推計値として室内空気汚染で約 380 万人、大気汚染で約 420 万人と推計している (WHO, 2018b; WHO, 2018c)。

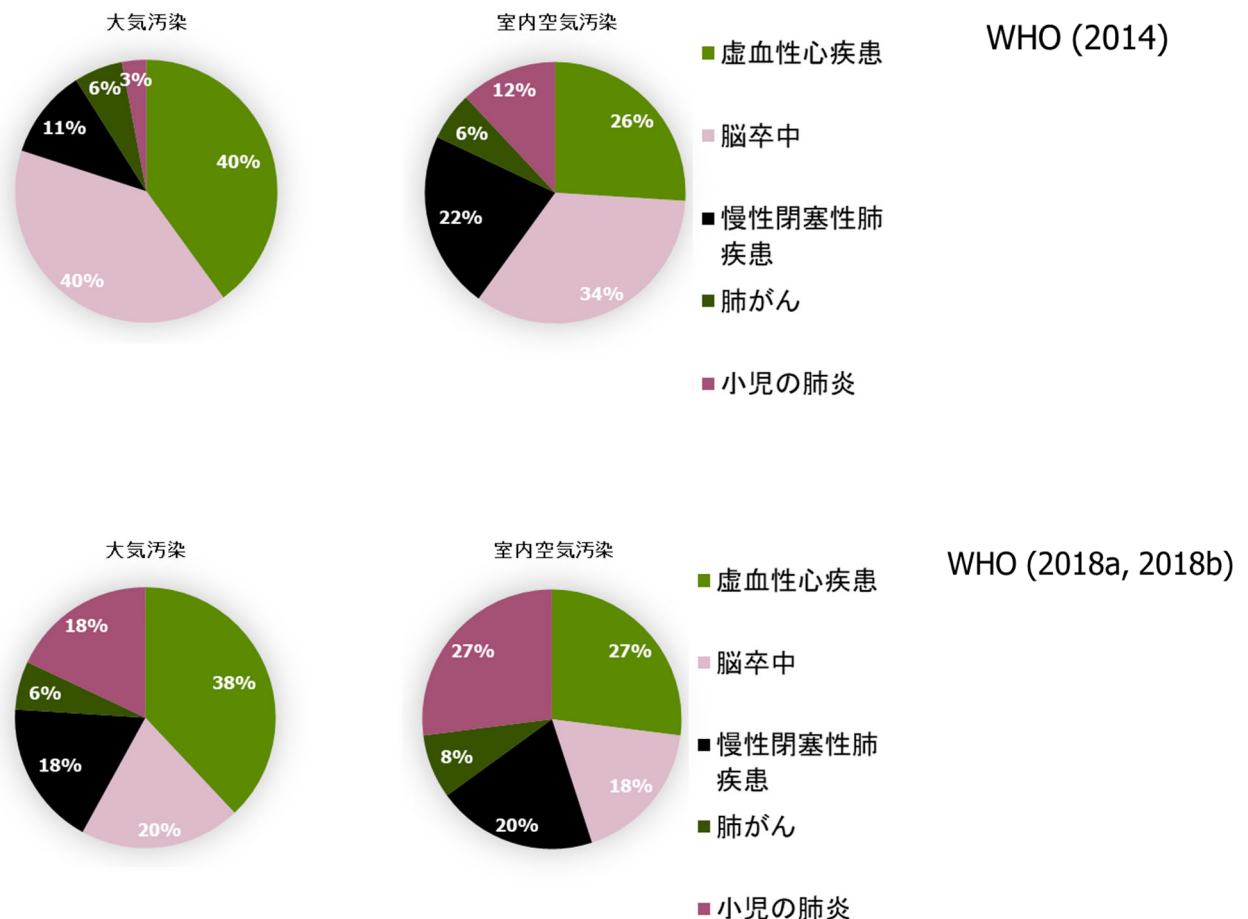


図 1 - 1 空気汚染による疾病別の死因の比率

WHO は、その後空気質ガイドラインの再評価を進め、2021 年 9 月 22 日に空気質ガイドラインの改正を公表した (WHO, 2021a)。粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>)、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素の空気質ガイドラインが最新の科学的知見に基づき改正された。表 1 - 2 に改正された空気質ガイドラインとその設定根拠を示す。WHO は、PM<sub>2.5</sub> の新たなガイドラインが全ての国で達成されれば、PM<sub>2.5</sub> に関連する死亡の約 80%が回避できると試算している (WHO, 2012b)。

表1-2 WHOの新しい空気質ガイドライン2021年

物質	アセスメントの概要	空気質ガイドライン	キー研究
PM <sub>2.5</sub>	全死亡（不慮の事故を除く）について、最も低濃度で影響が観察された5つの研究の5パーセンタイル値が3.0 µg/m <sup>3</sup> (Pinault et al., 2016), 3.2 µg/m <sup>3</sup> (Cakmak et al., 2018), 3.5 µg/m <sup>3</sup> (Pinault et al., 2017), 4.8 µg/m <sup>3</sup> (Villeneuve et al., 2015) and 6.7 µg/m <sup>3</sup> (Weichenthal et al., 2014)であり、これらの平均値が4.2 µg/m <sup>3</sup> となった。PM <sub>2.5</sub> の影響がみられなかった Villeneuve et al., 2015 と Weichenthal et al., 2014 を除くと平均値が4.9 µg/m <sup>3</sup> となった。これらの結果から出発点を4.2-4.9 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>2.5</sub> とし、年平均値を5 µg/m <sup>3</sup> としている。	5 µg/m <sup>3</sup> （年平均値）	Pinault et al., 2016、 Cakmak et al., 2018、 Pinault et al., 2017、 Villeneuve et al., 2015、 Weichenthal et al., 2014
	1日の全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、年平均値のガイドライン5 µg/m <sup>3</sup> に合致する日平均濃度の99パーセンタイル値を推算し、Liu et al., 2019のデータから年平均値の3倍の値を導出した。	15 µg/m <sup>3</sup> （24時間平均値）	Liu et al., 2019
PM <sub>10</sub>	全死亡（不慮の事故を除く）について、最も低濃度で影響が観察された5つの研究の5パーセンタイル値が13.7 µg/m <sup>3</sup> (Beelen et al., 2014), 15.0 µg/m <sup>3</sup> (Bentayeb et al., 2015), 15.1 µg/m <sup>3</sup> (Puetz et al., 2008), 15.9 µg/m <sup>3</sup> (Carey et al., 2013) and 16.0 µg/m <sup>3</sup> (Hart et al., 2011)であり、これらの平均値が15.1 µg/m <sup>3</sup> となった。そこで年平均値を15 µg/m <sup>3</sup> としている。	15 µg/m <sup>3</sup> （年平均値）	Beelen et al., 2014、 Bentayeb et al., 2015、 Puetz et al., 2008、 Carey et al., 2013、 Hart et al., 2011
	1日の全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、年平均値のガイドライン15 µg/m <sup>3</sup> に合致する日平均濃度の99パーセンタイル値を推算し、Liu et al., 2019のデータから年平均値の3倍の値を導出した。	45 µg/m <sup>3</sup> （24時間平均値）	Liu et al., 2019
オゾン	全死亡（不慮の事故を除く）について、最も低濃度で影響が観察された3つの研究のピーク季節の5パーセンタイル値が55 µg/m <sup>3</sup> (Weichenthal, Pinault & Burnett, 2017), 56	60 µg/m <sup>3</sup> （8時間平均値、ピーク季節[平均値が高濃度の6ヶ月間]）	Weichenthal, Pinault & Burnett, 2017、 Cakmak et al., 2018、 Di et al., 2017



	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Cakmak et al., 2018) and $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Di et al., 2017a)であり、これらの平均値が 60、または $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。そこでピーク季節の 8 時間平均値を $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としている。		
	全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、6 ヶ月のピーク値ガイドライン $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ が年平均値 $48.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に相当すると計算し、日平均値の 99 パーセントイルと 8 時間日最大値への換算を行い、8 時間日最大値を $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としている。	$100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （8 時間の日最大値）	Vicedo-Cabrera et al. 2020、Turner et al., 2016、de Hoogh et al., 2018
二酸化窒素	全死亡（不慮の事故を除く）について、最も低濃度で影響が観察された 5 つの研究の 5 パーセントイル値が $7.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tonne & Wilkinson, 2013), $8.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in two separate studies (Hart et al., 2011, 2013), $9.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Turner et al., 2016) and $10.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Carey et al., 2013) であり、これらの平均値が $8.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ となった。そこで年平均値を $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としている。	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （年平均値）	Tonne & Wilkinson, 2013、Hart et al., 2011, 2013、Turner et al., 2016、Carey et al., 2013
	1 日の全死亡（不慮の事故を除く）を指標とし、年平均値のガイドライン $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ に合致する日平均濃度の 99 パーセントイル値を推算し、Liu et al., 2019 のデータから年平均値の 2.5 倍の値を導出した。	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （24 時間平均値）	Liu et al., 2019
		$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （1 時間平均値）*	改正なし
二酸化硫黄	1 日の喘息による入院や救急搬送、全死亡（不慮の事故除く）、呼吸器疾患死亡を指標とし、 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の日平均濃度の増加分を算出し、 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の年平均濃度に加算して 24 時間平均値 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、または 99 パーセントイル値と年平均値との差を 4 倍と推算して 24 時間平均値 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ としている。	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （24 時間平均値）	Liu et al., 2019、Zheng et al. 2021、Orellano, Reynoso & Quaranta 2021
		$500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ （10 分平均値）*	改正なし
一酸化炭素	入院と心筋梗塞による死亡を指標とし、中央値 $1.15 \text{mg}/\text{m}^3$ を観察された最も低濃度と	$4 \text{mg}/\text{m}^3$ （24 時間平均値）	Lee et al. 2020

	し、相対リスク 1.019 を用いて心筋梗塞が5.4%増となる日平均濃度として 4 mg/m <sup>3</sup> を導出している。		
		10 mg/m <sup>3</sup> (8 時間平均値) * 35 mg/m <sup>3</sup> (1 時間平均値) * 100 mg/m <sup>3</sup> (15 分平均値) *	改正なし

\* 改正されず現状維持とされたガイドライン

<参考文献>

- Beelen R, Raaschou-Nielsen O, Stafoggia M, Andersen ZJ, Weinmayr G, Hoffmann B et al. (2014). Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project. *Lancet*. 383(9919):785–95.
- Bentayeb M, Wagner V, Stempfelet M, Zins M, Goldberg M, Pascal M et al. (2015). Association between long-term exposure to air pollution and mortality in France: a 25-year follow-up study. *Environ Int*. 85:5–14.
- Cakmak S, Hebberner C, Pinault L, Lavigne E, Vanos J, Crouse DL et al. (2018). Associations between long-term PM<sub>2.5</sub> and ozone exposure and mortality in the Canadian Census Health and Environment Cohort (CANCHEC), by spatial synoptic classification zone. *Environ Int*. 111:200–11. doi: 10.1016/j.envint.2017.11.030.
- Carey IM, Atkinson RW, Kent AJ, van Staa T, Cook DG, Anderson HR (2013). Mortality associations with long-term exposure to outdoor air pollution in a national English cohort. *Am J Respir Crit Care Med*. 187(11):1226–33.
- de Hoogh K, Chen J, Gulliver J, Hoffmann B, Hertel O, Ketzel M et al. (2018). Spatial PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and BC models for Western Europe: evaluation of spatiotemporal stability. *Environ Int*. 120:81–92.
- Di Q, Wang Y, Zanobetti A, Wang Y, Koutrakis P, Choirat C et al. (2017). Air pollution and mortality in the Medicare population. *N Engl J Med*. 376:2513–22.
- Hart JE, Rimm EB, Rexrode KM, Laden F (2013). Changes in traffic exposure and the risk of incident myocardial infarction and all-cause mortality. *Epidemiology*. 24(5):734–42.
- Lee KK, Spath N, Miller MR, Mills NL, Shah ASV (2020). Short-term exposure to carbon monoxide and myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *Environ Int*. 143:105901. doi: 10.1016/j.envint.2020.105901.
- Liu C, Chen R, Sera F, Vicedo-Cabrera AM, Guo Y, Tong S et al. (2019). Ambient particulate air pollution and daily mortality in 652 cities. *N Engl J Med*. 381(8):705–15.

- Orellano P, Reynoso J, Quaranta N (2021). Short-term exposure to sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>) and all-cause and respiratory mortality: a systematic review and meta-analysis. *Environ Int.* 150:106434. doi: 10.1016/j.envint.2021.106434.
- Pinault L, Tjepkema M, Crouse DL, Weichenthal S, van Donkelaar A, Martin RV et al. (2016). Risk estimates of mortality attributed to low concentrations of ambient fine particulate matter in the Canadian Community Health Survey cohort. *Environ Health.* 15:18. doi: 10.1186/s12940-016-0111-6. License: CC BY 4.0.
- Pinault LL, Weichenthal S, Crouse DL, Brauer M, Erickson A, Donkelaar AV et al. (2017). Associations between fine particulate matter and mortality in the 2001 Canadian Census Health and Environment Cohort. *Environ Res.* 159:406–15. doi: 10.1016/j.envres.2017.08.037.
- Puett RC, Schwartz J, Hart JE, Yanosky JD, Speizer FE, Suh H et al. (2008). Chronic particulate exposure, mortality, and coronary heart disease in the nurses' health study. *Am J Epidemiol.* 168(10):1161–8
- Tonne C, Wilkinson P (2013). Long-term exposure to air pollution is associated with survival following acute coronary syndrome. *Eur Heart J.* 34(17):1306–11.
- Turner MC, Jerrett M, Pope CA III, Krewski D, Gapstur SM, Diver WR et al. (2016). Long-term ozone exposure and mortality in a large prospective study. *Am J Respir Crit Care Med.* 193(10):1134–42.
- Vicedo-Cabrera AM, Sera F, Liu C, Armstrong B, Milojevic A, Guo Y et al. (2020). Short term association between ozone and mortality: global two stage time series study in 406 locations in 20 countries. *BMJ.* 368:m108. doi: 10.1136/bmj.m108
- Villeneuve PJ, Weichenthal SA, Crouse D, Miller AB, To T, Martin RV et al. (2015). Longterm exposure to fine particulate matter air pollution and mortality among Canadian women. *Epidemiology.* 26(4):536–45.
- Weichenthal S, Villeneuve PJ, Burnett RT, van Donkelaar A, Martin RV, Jones RR et al. (2014). Long-term exposure to fine particulate matter: association with nonaccidental and cardiovascular mortality in the agricultural health study cohort. *Environ Health Perspect.* 122(6):609–15. doi: 10.1289/ehp.1307277.
- Weichenthal S, Pinault LL, Burnett RT (2017). Impact of oxidant gases on the relationship between outdoor fine particulate air pollution and nonaccidental, cardiovascular, and respiratory mortality. *Sci Rep.* 7(1):16401. doi: 10.1038/s41598-017-16770-y.
- WHO Europe (2000) Air Quality Guidelines for Europe 2nd edition., WHO Regional Publication, Europeans Series, No. 91, Copenhagen.
- WHO Europe (2006) Air Quality Guidelines – global update 2005, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO (2006) WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, Summary of risk assessment,

WHO/SDE/PHE/OEH/06.02, Geneva.

WHO Europe (2016) WHO Expert Consultation: Available evidence for the future update of the WHO Global Air Quality Guidelines (AQGs). Meeting report. Bonn, Germany, 29 September-1 October 2015, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO Europe (2017) Evolution of WHO air quality guidelines: past, present and future. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO (2018) First WHO Global Conference on Air Pollution and Health, Improving air quality, combatting climate change – saving lives, 30 October – 1 November 2018, Available at Join and view the conference sessions remotely: <https://www.who.int/airpollution/events/conference/en/>

WHO (2018) News release: 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air: <http://www.who.int/airpollution/en/>

WHO (2014) Burden of disease from Household Air Pollution for 2012. World Health Organization Geneva, March 2014

WHO (2018a) 9 out of 10 people worldwide breathe polluted air, but more countries are taking action. Press release. World Health Organization Geneva, 2 May 2018

WHO (2018b) Burden of disease from ambient air pollution for 2016. World Health Organization Geneva, v2 April 2018

WHO (2018c) Burden of disease from household air pollution for 2016. World Health Organization Geneva, V3 April 2018

WHO (2021a) WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization, Geneva.

WHO (2021b) New WHO Global Air Quality Guidelines aim to save millions of lives from air pollution. World Health Organization, Geneva, 22 September 2021

Zheng X-y, Orellano P, Lin H-l, Jiang M, Guan W-j (2021). Short-term exposure to ozone, nitrogen dioxide, and sulphur dioxide and emergency room visits and hospital admissions due to asthma: a systematic review and meta-analysis. *Environ Int.* 150:106435. doi: 10.1016/j.envint.2021.106435.

## 2. 諸外国における室内空気質ガイドラインの設定状況

住宅の室内空気質に対する疾病および健康障害の予防策として、諸外国では室内空気質ガイドラインの作成に重点が置かれている。目標となる気中濃度を設定し、それを目指した発生源対策等を行うアプローチである。本報告書では、ドイツ連邦環境庁とカナダ保健省が 2021 年度に設定した室内空気汚染物質のガイドラインを報告する。最終年度の令和 4 年度は、全ての物質をとりまとめて報告する予定である。

### 2-1. ドイツ連邦環境庁の室内空気質ガイドライン

2021 年度に公表された室内空気質ガイドラインは、メタクリル酸メチル (IRK, 2021a)、アセト

ン (IRK, 2021b)、2-プロパノール (IRK, 2021c)、ベンゾ-a-ピレン (IRK, 2021d)、塩化ビニル (IRK, 2021e)、一酸化炭素 (IRK, 2021f) であった。各物質の室内空気質ガイドラインを表 2-1 に示す。

表 2-1 ドイツ連邦環境庁の室内空気質ガイドライン (2021 年度)

物質	エンドポイント等	指針値	キー研究
メタクリル酸メチル (CAS no. 80-62-6)	ラットの吸入慢性毒性試験における嗅上皮の変性	・ 指針値 II : 2.1 mg/m <sup>3</sup> ・ 指針値 I : 1.1 mg/m <sup>3</sup>	Hazleton (1979), Lomax et al. (1992, 1997) from Ref. IRK 2020a
アセトン (CAS no. 67-64-1)	マウスの吸入発達毒性試験における胎児の骨化の減少	・ 指針値 II : 160 mg/m <sup>3</sup> ・ 指針値 I : 53 mg/m <sup>3</sup>	Mast et al., 1988; NTP, 1988 from Ref. IRK 2020b
2-プロパノール (CAS no. 67-63-0)	ラットの吸入慢性毒性試験における腎臓傷害	・ 指針値 II : 45 mg/m <sup>3</sup> ・ 指針値 I : 22 mg/m <sup>3</sup>	Burleigh-Flayer et al. 1997 from Ref. IRK 2020c
ベンゾ-a-ピレン	職業性曝露の疫学調査に基づく過剰肺がんリスク	100 万分の 1 の過剰発がんリスクに対応する濃度として約 0.033 ng/m <sup>3</sup>  10 万分の 1 の過剰発がんリスクに対応する濃度では約 0.33 ng/m <sup>3</sup>  指針値としては、ドイツの実態調査 (von Neumann et al., 2020 from IRK 2021d) から、居間で 0.79 ng/m <sup>3</sup> が 95 パーセンタイル値であったことから、0.8 ng/m <sup>3</sup> を暫定的に勧告	Armstrong et al. (2003, 2004) from IRK 2021d
塩化ビニル	職業性曝露の疫学調査に基づく肝臓の血管肉腫のリスク	100 万分の 1 の過剰発がんリスクに対応する濃度として 2.3 µg/m <sup>3</sup>  10 万分の 1 の過剰発がんリスクに対応する濃度では 23 µg/m <sup>3</sup>	DFG (2019) from Ref. IRK 2020e
一酸化炭素	WHO の空気質ガイドラインに準じる	4 mg/m <sup>3</sup> (24 時間平均値) 10 mg/m <sup>3</sup> (8 時間平均値) 35 mg/m <sup>3</sup> (1 時間平均値) 100 mg/m <sup>3</sup> (15 分平均値)	WHO (2021)

※指針値 II (RW II) は、既知の毒性および疫学的な科学的知見に基づき定められた値であり、不確実性が考慮されている。RW II を越えていたならば、特に、長時間在住する感受性の高い居住者の健康に有害となる濃度として、即座に濃度低減のための行動を起こすべきと定義されている。指針値 I (RW I) は、長期間曝露したとしても健康影響を引き起こす十分な科学的根拠がない値である。従って、RW I を越えていると、健康上望ましくない平均的な曝露濃度よりも高くなるため、予防のために、RW I と RW II の間の濃度である場合には行動する必要があると定義されている。RW I は、RW II に不確実係数 10 を除した値、つまり RW II の 10 分の 1 の値が定められている。不確実係数 10 は慣例値を使用している。RW I は、改善の必要性を示す値としての役割を果たすことができる。可能であれば、RW I の達成を目指すのではなく、それ以下の濃度に維持することを目指すべきであるとされている。

## 2-2. カナダ保健省

カナダ保健省は、居住環境用の室内空気質ガイドラインを公表している (Health Canada, 2021a)。2021 年度、アクロレイン (Health Canada, 2021b) と二酸化炭素 (Health Canada, 2021c) の室内空気質ガイドラインを公表した。

表 2-2 カナダ保健省の室内空気質ガイドライン (2021 年度)

物質	キー研究	ガイドライン	Ref.
アクロレイン	ヒトの眼の刺激	短時間 (1 時間) 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dwivedi et al. (2015)
	ラットの鼻腔の嗅上皮の変性	長時間 (24 時間) 0.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dorman et al. (2008)
二酸化炭素	近年の疫学研究や実験研究によって、二酸化炭素濃度の増加と、粘膜や呼吸器系 (目の刺激、喉の痛み、喉の渇き、鼻づまりや鼻水、くしゃみ、咳、鼻炎など) への影響や生産性 (意思決定、課題の成果、試験成績など) の低下、神経生理学的症状 (頭痛、疲労、倦怠感、めまい、集中困難など) に関するリスクの増加に関する報告がある。これらの因果関係に関する証拠は十分ではないが、1000ppm 以上でこれらの影響の大半が報告されている。従って、室内空気質に対する改善度合いを認識する、あるいは健康に対する有益性を鑑みると、1000 ppm は曝露限界値として適切であると判断した。	長時間 (24 時間) 1000 ppm (1800 $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Health Canada (2021c)

<参考文献>

- Health Canada (2021a) Residential Indoor Air Quality Guidelines. available at <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/air-quality/residential-indoor-air-quality-guidelines.html>, accessed at 23 December 2021.
- Health Canada (2021b) Residential Indoor Air Quality Guidelines: Acrolein. Pub. 200446, Health Canada, Ottawa.
- Health Canada (2021c) Residential Indoor Air Quality Guidelines: Carbon Dioxide. Pub. 200438, Health Canada, Ottawa.
- DFG (2019) Vinylchlorid. Mak Collect Occup Health Saf 4(3):2019. <https://doi.org/10.1002/3527600418.mb7501d0067>
- Dorman, D.C., Struve, M.F., Wong, B.A., Marshall, M.W., Gross, E.A. and Willson, G.A. (2008) Respiratory tract responses in male rats following subchronic acrolein inhalation. *Inhalation Toxicology*, 20(3): 205–216.
- Dwivedi, A.M., Johanson, G., Lorentzen, J.C., Palmberg, L., Sjogren, B. and Ernstgard, L. (2015) Acute effects of acrolein in human volunteers during controlled exposure. *Inhalation Toxicology*, 27(14): 810–821.
- IRK (2021a) Richtwerte für Methylmethacrylat in der Innenraumluft, Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR). *Bundesgesundheitsbl* 64:126–135.
- IRK (2021b) Richtwerte für Aceton in der Innenraumluft, Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR). *Bundesgesundheitsbl* 64:1184–1192.
- IRK (2021c) Richtwerte für 2-Propanol in der Innenraumluft, Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR). *Bundesgesundheitsbl* 64:1318–1327.
- IRK (2021d) Vorläufiger Leitwert für Benzo[a]-pyren (B[a]P) in der Innenraumluft, Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte. *Bundesgesundheitsbl* 64:1036–1046.
- IRK (2021e) Risikobezogener Leitwert für Vinylchlorid (Chlorethen) in der Innenraumluft, Mitteilung des Ausschusses für Innenraumrichtwerte (AIR). *Bundesgesundheitsbl* 64:1616–1623.
- IRK (2021f) Guide values for carbon monoxide (2021). Available at [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/dokumente/guide\\_values\\_for\\_carbon\\_monoxide\\_2021.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/4031/dokumente/guide_values_for_carbon_monoxide_2021.pdf), accessed at 4 January 2022.
- WHO (2021) WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization, Geneva.

### 3. WHOによる環境騒音のガイドライン

昨年度の分担研究報告書において、騒音のガイドラインの報告を行っていなかったため、今年度に報告を行う。住居内の典型的な騒音による人への影響は、旧来より、睡眠妨害、アノイアンス（迷惑）、会話妨害に焦点が当てられており、1999年にWHOは都市騒音のガイドラインを公表した（WHO, 1999）。しかしながら、近年、夜間騒音と不眠症、認知力の低下、高血圧、心筋梗

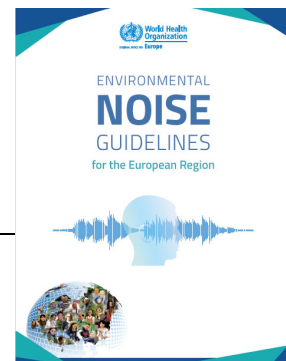
塞、精神疾患との関係が示唆されてきたことから、WHO 欧州事務局は 2009 年に夜間騒音のガイドラインを公表した (WHO Europe, 2009)。このガイドラインでは、睡眠妨害と不眠症等に関する最小悪影響レベルに基づいて、家屋正面の屋外夜間騒音レベルの年平均値として 40 dB を勧告した。また、55 dB を超えると心血管系疾患のリスクが増大することも勧告した。その後、以下の点から既往のガイドラインを見直し、2018 年に騒音源別に環境騒音のガイドラインを公表した (WHO Europe, 2018)。

- ・ 環境騒音による心血管系や代謝系への影響に関するより強いエビデンスの存在
- ・ 道路交通騒音、鉄道騒音、航空機騒音とともに新たな騒音源を考慮 (風力発電騒音、娯楽騒音)
- ・ エビデンスの評価に標準的なアプローチを使用
- ・ 騒音曝露と健康アウトカムとのリスクに関するエビデンスのシステマティックレビュー
- ・ 健康影響を評価するにあたり長期間の騒音の平均曝露指標を使用

WHO では、1)心血管系と代謝系への影響、2)アノイアンス (迷惑)、3)睡眠への影響、4)認知機能障害、5)聴覚障害と耳鳴、6)出生への影響、7)生活の質、精神健康、福祉、8)騒音低減の介入効果の 8 つのシステマティックレビューを行い、表 3-1 に示すガイドラインを公表した。

表 3-1 環境騒音のガイドライン (家屋正面の屋外騒音レベルの平均値)

	昼間	夜間 (睡眠障害)
道路交通騒音	53 dB ( $L_{den}$ )	45 dB ( $L_{night}$ )
鉄道騒音	54 dB ( $L_{den}$ )	44 dB ( $L_{night}$ )
航空機騒音	45 dB ( $L_{den}$ )	40 dB ( $L_{night}$ )
風力発電騒音	45 dB ( $L_{den}$ )	現時点は設定不可
娯楽騒音 (ナイトクラブ、パブ、フィットネス、スポーツイベント、コンサート、音楽イベント、音楽鑑賞 (ヘッドホン) など)	年平均 70 dB ( $L_{acq,24h}$ )	



$L_{den}$ : 昼夕夜時間帯補正等価騒音レベル

$L_{night}$ : 夜間の等価騒音レベル ( $L_{aeq}$ )

WHO (1999) Guidelines for community noise. World Health Organization, Geneva.

WHO Europe (2009) Night noise guidelines for Europe. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO Europe (2018) Environmental Noise Guidelines for the European Region. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen.



#### 4. 室内温熱環境基準のレビュー

昨年度の分担研究報告書において、WHO が 2018 年に公表した室内温度に対するガイドライン（住宅と健康ガイドライン）を報告した。今年度は、諸外国における室内温熱環境基準をレビューし報告する。

諸外国における室内温熱環境基準は、主として公共施設、オフィス事務所などの職場を対象としたものが大半である（池田ら, 2006）。以下、住宅が対象となっている諸外国の温熱環境基準を概説する。

##### 4-1. 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°C~27.8°C（67°F~82°F）を勧告している（ANSI/ASHRAE, 2017; ASHRAE, 2022）。

##### 4-2. 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°Cを設定している。

##### 4-3. 中国

2002 年 11 月 19 日、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 3-1 に示す。

表 4-1 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	°C	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 <sup>3</sup> /(h・人)	30	

#### 4-4. 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°C 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°C 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°C 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°C の最大基準を 2015 年 11 月に導出している (図 4-1) (Kenny et al., 2019; Toronto, 2015)。

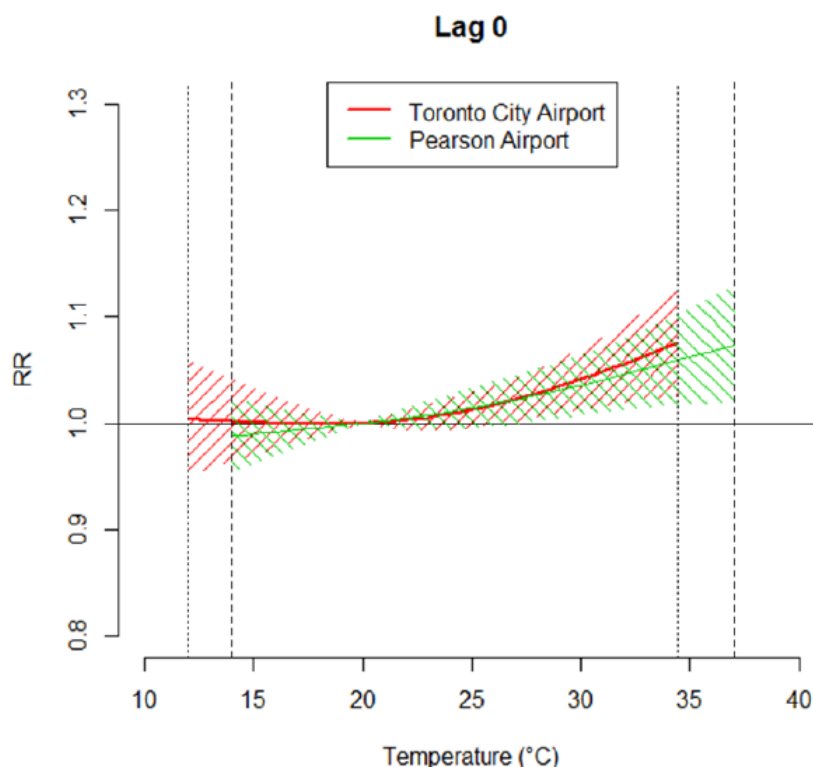


図 4-1 1996 年～2010 年 (6～8 月) のトロントにおける最大温度と死亡リスク (事故を除く)

#### 4-5. イギリス公衆衛生局、英国保健安全保障庁

イギリス公衆局 (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°C 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。

<参考文献>

池田耕一ら (2006) 夏期における我が国のオフィス温熱環境の特徴に関する調査研究. 厚生労働科学研究費補助金 行政政策研究分野 厚生労働科学特別研究, 平成 17 年度総括・分担研究報告書.

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>

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 (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.

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.

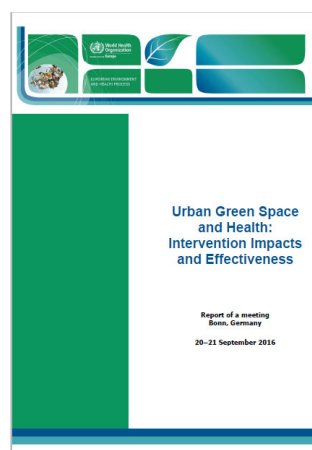
State Environmental Protection Administration (2002) Indoor Air Quality Standard, GB/T18883-2002

## 5. 生活習慣病と緑化環境（Greenness）に関する文献レビュー

近年、住宅環境として、住宅周辺の緑化環境が生活習慣病（循環器疾患、悪性腫瘍等）のリスク低減に関与することを示唆する疫学研究が欧米諸国で報告されている。住環境による健康増進に向けた新たな分野として、このことに関する疫学研究のレビューを昨年度行った。昨年度にWHOの報告書を記載していなかったため、今年度に報告する。

WHOは、2016年にエビデンスのレビュー結果を報告している（WHO Europe, 2016）。それによると、都市の緑化空間の有益な効果としては、1) メンタルヘルスの改善、2) 循環器疾患の有病率や死亡率・肥満・2型糖尿病リスクの低減、3) 妊娠における悪影響の改善に関して利用可能なエビデンスがあると報告している。また、これらの効果をもたらすメカニズムとしては、心理的なリラクゼーション効果、ストレス軽減、身体活動の増加、空気汚染・騒音・暑熱曝露の低減があると報告している。

その後、WHOは専門家会合を行った結果を報告している（WHO Europe, 2017）。それによると、都市環境における緑化空間による介入は、肥満、循環器系への影響、精神保健福祉に関するさまざまな公衆衛生上の取り組みを支援する。しかしながら、健康や福祉や公平性に対する介入効果に関する知見は限定的であると報告している。



WHO Europe (2016) Urban green spaces and health: a review of evidence. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen.

WHO Europe (2017) Urban green space and health: intervention impacts and effectiveness. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen.