

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

1. 基準案の検証

研究分担者 東 賢一 近畿大学医学部 准教授  
研究分担者 林 基哉 国立保健医療科学院 統括研究官  
研究分担者 櫻田 尚樹 国立保健医療科学院生活環境研究部 部長

研究要旨

近年、建築物の多様化や省エネルギー対応などにより、建築物衛生法の管理基準に適合しない建築物の割合が増加している。また、微生物や超微小粒子など建築物に関わる汚染要因も変化してきており、監視方法や管理基準を含めた環境衛生管理のあり方を検討する必要がある。そこで本研究では、建築物環境衛生管理基準の空気環境の測定項目である、浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素、温度、相対湿度、気流、ホルムアルデヒドに関して近年の科学的知見を整理する。また、特定建築物における空気環境を中心に、給排水の管理、清掃、ねずみ等の防除といった、環境衛生管理基準規定項目に係る実態と、建築物利用者の健康状況を調査し、特定建築物の範囲拡大も含めた適切な衛生管理方策の検討に必要な科学的根拠を明らかにすることを目的としている。空気環境の測定項目における近年の科学的知見において、温度では、日中の最大値として 28 以下が望ましいこと、低温側では高齢者における血圧上昇、血中コレステロールの上昇、肺機能低下などの系統的レビューから 18 以上が推奨されている。相対湿度では、低温乾燥状態ではインフルエンザウイルス、RS ウイルス、肺炎球菌、ライノウイルスへの感染リスクが増大することが複数の疫学研究で報告されており、23 程度では 40%程度以上必要と推定された。二酸化炭素では、1000 ppm 程度の低濃度域における二酸化炭素濃度の上昇と生理学的変化（二酸化炭素分圧、心拍数等）及びシックビルディング症候群（SBS）関連症状や小児喘息との関係が報告されている。また近年、1000 ppm 程度の低濃度の二酸化炭素そのものによる労働生産性（意思決定能力や問題解決能力）への影響が示唆されている。浮遊粉じんについては、1990 年代以降、10 μm よりも小さい粒子のほうが肺の奥深くまで侵入してより強い生体影響を発現することが明らかとなり、2005 年には世界保健機関（WHO）が循環器疾患に関する疫学調査に基づき PM2.5 の空気質ガイドラインを公表し、諸外国では、ドイツが 2008 年、フランスが 2010 年、カナダと台湾が 2012 年に PM2.5 の室内空気質ガイドラインを策定しているなど、PM2.5 対策に移行している。一酸化炭素では、WHO が有害性の再評価を行い、一酸化炭素への長期曝露によって、

感覚運動能力の変化、認識能力への影響、感情や精神への影響、循環器系への影響、低体重児出生などとの関連が報告されてきたことから、2010年に室内空気質ガイドラインとして7 mg/m<sup>3</sup> (24時間値、6.1 ppm、長期間曝露)を新たに加えている。その他では、厚生労働省化学物質安全対策室やWHOが室内空気汚染物質の指針値の新設や見直しを検討中である。エビデンスのレビューは、次年度以降も継続し、最終年度にとりまとめる予定である。

## A . 研究目的

### A.1 エビデンス整理に基づく基準案の検証

近年、建築物の多様化や省エネルギー対応などにより、建築物衛生法の管理基準に適合しない建築物の割合が増加している。また、微生物や超微小粒子など建築物に関わる汚染要因も変化してきており、監視方法や管理基準を含めた環境衛生管理のあり方を検討する必要がある。

そこで本研究では、建築物環境衛生管理基準の空気環境の測定項目である、浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素、温度、相対湿度、気流、ホルムアルデヒドに関して近年の科学的知見を整理する。また、特定建築物における空気環境を中心に、給排水の管理、清掃、ねずみ等の防除といった、環境衛生管理基準規定項目に係る実態と、建築物利用者の健康状況を調査し、特定建築物の範囲拡大も含めた適切な衛生管理方策の検討に必要な科学的根拠を明らかにすることを目的としている。

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

## B . 研究方法

### B.1 エビデンス整理に基づく基準案の検証

国立情報学研究所論文情報ナビゲータ (CiNii)、独立行政法人科学技術振興機構のJ-Dream III による科学技術関連の文献検索 (1975年以降の文献を収載)、米国国立医学図

書館のPubmedによる医学関連の文献検索(原則として1950年以降の文献を収載)、インターネット検索によるホームページからの情報収集及び関連資料の入手、既存の書籍および上記検索で入手した文献や資料に掲載されている参考文献等を入手した。なお、平成22年度に実施した財団法人ビル管理教育センター(現、公益財団法人日本建築衛生管理教育センター)委託による「建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について」の報告書で同様のエビデンスの整理を行っている<sup>1),2)</sup>。そこで、この報告書以降のエビデンスについて調査及び整理を行った。なお、2001年度にとりまとめられた建築物衛生管理検討会の報告については改めてその概要を記載した。

## C . 研究結果および考察

### C.1 エビデンス整理に基づく基準案の検証

建築物における衛生的環境の確保に関する法律(建築物衛生法)(昭和45年4月14日法律第二十号)「第四条第一項」では、「建築物環境衛生管理基準」を規定している。ここでは、特定建築物の所有者、占有者その他の者で当該特定建築物の維持管理について権原を有するものは、政令で定める基準に従って当該特定建築物の維持管理をしなければならないと規定されている。建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令(以下、建築物衛生法施行令)は、1970年(昭和45年)10月12日に公布されている。その後、幾多の改正を経て、

2004年(平成16年)3月19日に改正された施行令(政令第四六号)が現在施行されているものである。建築物衛生法施行令に規定されて

いる建築物環境衛生管理基準において、空調設備を設けている場合の空気環境の調整に関する基準は以下の通りである。

	項目	管理基準値	備考
瞬間値	温度	17 以上 28 以下 居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしない	機械換気の場合は適用しない
	相対湿度	40 %以上 70 %以下	機械換気の場合は適用しない
	気流	0.5 m/秒以下	
平均値	浮遊粉じん量	0.15 mg/m <sup>3</sup> 以下	光散乱法などの測定器を使用
	二酸化炭素	1000 ppm 以下	外気がすでに 10 ppm 以上の場合は 20 ppm 以下
	一酸化炭素	10 ppm 以下	
	ホルムアルデヒド	0.1 mg/m <sup>3</sup> ( 0.08 ppm ) 以下	新築・大規模修繕後等の 6 月 1 日～9 月 30 日の期間内

建築物環境衛生管理基準は、空気環境の調整、給水および排水の管理、清掃、ねずみ・昆虫等の防除に関し、環境衛生上良好な状態を維持するために必要な措置について定めている。本基準は建築物内部の人工的な総合環境を網羅した管理基準であり、この管理基準を遵守するため、建築物の所有者は権原者として、管理技術者を選任し、管理項目に沿った維持管理を実施する義務が課せられている。本基準は制定後 50 年近く経過した現在、維持管理関係者に広く浸透し、衛生規制として重要な役割を担っている。また、対象外施設の維持管理基準やガイドラインとしても広く参考とされ、活用されている。以下、空気環境の測定項目である、浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素、温度、相対湿度、気流、ホルムアルデヒドに関して近年の科学的知見を整理した。

#### C.1.1 建築物衛生管理検討会の報告

2001年(平成13年)10月に発足した建築物衛生管理検討会では、建築物衛生上の新たな

課題に対応した建築物環境衛生管理基準の在り方等について検討を重ねていた。この検討会の報告書から、当時の建築物環境衛生管理基準の見直しに関する見解を以下に示す(建築物衛生管理検討会: 建築物衛生管理検討会報告書、厚生労働省健康局生活衛生課、平成14年7月)。(1) 温度

温度は、健康で快適な室内環境条件を維持する上で、代表的な指標の1つである。温熱環境の快適性は温度だけでなく湿度、気流及び放射熱(輻射熱)によっても影響を受けること、着衣量や活動強度等によって各個人の温冷感は大きく違うことから、建築物の利用者全員に生理的・心理的に満足が得られる温度管理を行うことは困難である。

しかし、室内温度と外気温度の差を無視した過度の冷房により、感冒などの呼吸器の障害、下痢や腹痛などの消化器の障害、神経痛や腰痛などの筋・骨格系の障害、月経不順などの内分泌系の障害など、いわゆる「冷房病」などが生じることがある。また、冬の寒冷は、脳卒中や

循環器疾患、呼吸器感染症などの罹患率の上昇を招く。一方、室内温度の上昇は、居住者の体力の消耗や、建材などからの化学物質の放散量の増大をもたらすことになる。したがって、室内環境における適切な温度管理は重要である。

現行の基準値「17度以上28度以下」については、現在の温熱環境の実態からは下限値の「17度」はかなり低い値であるといった問題点や、夏季、冬季、中間期とで基準を区別すべきとの意見もある。これについては、今後、基準値とは別に、望ましい値（指針値）を定め普及啓発を図るなど、よりきめ細かな維持管理が行えるような対応も必要である。

## （2）相対湿度

夏季の高湿度状態は、暑さに対する不快感を高めるだけでなく、アレルギー疾患等との関連が指摘される好湿性真菌やダニの増殖を招きやすくなる。一方、冬季の低湿度状態は、気道粘膜を乾燥させ気道の細菌感染予防作用を弱めるとともに、インフルエンザウイルスの生存時間が延長し、インフルエンザに罹患しやすい状況になる。また、アトピー性皮膚炎や気管支喘息などのアレルギー疾患の患者では、低湿度が増悪因子となる。このため、適切な湿度管理が必要であり、現行の基準においては、「40%以上70%以下」と定められているところである。

特定建築物における相対湿度の不適合率（全国平均）は、過去25年にわたって30%前後（平成12年度は30.8%）で推移しており、建築物環境衛生管理基準の中で最も不適合率の高い項目である。湿度管理の実態については、特に、冬季においてこの基準に定める湿度の確保が困難であることが、空気調和設備の設計者や維持管理の従事者等から指摘されている。

また、省エネルギーの観点から実用化しつつある、低温送風（大温度差送風）等の新しい空

気調和の方式では、夏季冷房時に低湿な空気環境となることがある。運転条件によっては相対湿度が40%以下になることがあるが、夏季には相対湿度が低い場合においても、生理的・心理的に満足を得る水蒸気量を確保できるのではないかとの指摘がある。

このようなことから、相対湿度の下限値については、夏季は相対湿度が40%以下になっても加湿の必要はない旨を規定する、冬季には衛生的環境の確保の観点からは40%を維持すべきであるが、現状では、換気装置の性能等に問題があり30%を下回る極端な低湿度状態の建築物が少なからず存在している現状があることから、最低限確保すべき湿度として35%を基準値とし、これを下回る低湿度状態の建築物に対する指導を重点的に行うことが望ましい、といった意見もある。

このことについては、現時点においては、主としてインフルエンザウイルスの生存時間の観点から基準値の引下げを合理化する科学的知見は得られていないので、基準値を改訂するには至らないが、現在、温湿度条件とインフルエンザウイルスの生存時間の関係についての再現試験が行われており、この結果が得られ次第、相対湿度の基準値を再検討することが適当であると考えられる。

## （3）気流

適度な気流は、温熱環境の快適性を維持するため、また、室内空気の混合・攪拌による均質化の点から有効である。気流が1メートル/秒増すと体感温度が3度程度下がるので、比較的高い温度設定の冷房運転でも涼しさを維持できることから、適度な気流を維持することは省エネルギーの観点からも有効である。ただし、気流が速くなると、体温調整機能に変調を来すおそれもあることから、現行では、「0.5メートル毎秒以下」と定められている。

この基準値は、冷房の吹き出し気流が直接当たらないような室内の全般的な気流の人体に対する影響にかんがみれば、適当な水準であると考えられる。

#### (4) 二酸化炭素の含有率

二酸化炭素は、少量であれば人体に影響は見られないが、濃度が高くなると、倦怠感、頭痛、耳鳴り等の症状を訴える者が多くなることから、また、室内の二酸化炭素濃度は全般的な室内空気汚染を評価する1つの指標としても用いられていることから、二酸化炭素の含有率は「百万分の千以下」と定められている。良好な室内空気環境を維持するためには、1人当たり概ね30m<sup>3</sup>/h以上の換気量を確保することが必要であるが、室内の二酸化炭素濃度が1,000ppm以下であれば、この必要換気量を確保できていると見なすことが可能である。

エネルギー消費を節約する観点から、過度に換気する必要はないものの、衛生的な空気環境を維持するためには、二酸化炭素濃度が現行の基準値以下になるよう、今後とも適正に管理することが必要である。

#### (5) 浮遊粉じんの量

室内の浮遊粉じんの発生源としては、室内に堆積又は付着している粉じんが人の活動によって飛散したもの、室内での喫煙など物質の燃焼に起因するもの、外気中の浮遊粉じんが室内へ流入したのなどが考えられる。

特定建築物における浮遊粉じん量の不適合率は、例えば東京都平均では、昭和46年から昭和52年にかけて、毎年50%を超過していたが、その後経時的に漸次低下している。全国平均では、昭和52年には21.9%であったのが、平成12年度には2.2%となっている。このように、室内環境における浮遊粉じん量が低下し

ている理由としては、空気浄化技術が高度化していること、室内の禁煙や分煙化が進んでいること等が考えられる。

現行では「空気1立方メートルにつき、0.15ミリグラム以下」と定められているが、浮遊粉じん量は、空気環境の快適性の指標となるものであり、合理的に達成でき得る限り低減することが望まれる。今後、室内の浮遊粉じんの形状、粒径、化学組成等の性状や挙動の把握を行い、また、有害性等についての科学的知見を踏まえ、基準値や測定方法について再検討することが適当であると考えられる。

#### (6) 一酸化炭素の含有率

一酸化炭素は室内では、石油、ガス等の燃料の不完全燃焼等により発生する。現行では、一酸化炭素中毒を防止する観点から、含有率は「百万分の十以下」と定められているが、この基準値は、一酸化炭素の人体に対する影響にかんがみれば適当であると考えられる。

### C.1.2 温熱環境

#### (1) 温度

温度に関しては、世界保健機関(WHO)が開発中である住宅と健康のガイドライン(Housing and Health Guidelines)で検討が行われている(WHO, 2013)。これは、住宅が関連する健康リスクとして、極度な温熱(cold and heat)による疾患や死亡が報告されてきたからである。温度に関するエビデンスについては、WHOのガイドラインの公表後にとりまとめるが、2016年以降のエビデンスについて以下の検索を行い、その結果をまとめた。

pubmed 検索 : ("indoor temperature" health) AND ("2016/01/01"[Date - Publication] : "3000"[Date - Publication])

検索結果 : 32 件

検索日 : 2017 年 11 月 16 日

研究	研究デザインと対象	曝露	結果
Jevons et al, 2016	イギリスの冬期の住宅を対象とした室温の低温閾値の系統的レビュー	・イギリス及び同様の気候の国で実施された研究の系統的レビュー	室温の低下が 18 程度から一般住民での健康影響が生じ始めることから、デスクワークあるいは生活活動強度が低く適切な着衣を有する人での低温閾値として 18 を推奨
van Loenhout et al, 2016	オランダの一般住宅居住の 113 名の高齢者、5 月~8 月の約 4 ヶ月間の縦断研究	・居間の室温平均 20.9 ( 17.5-26.6 ) 24.0 ( 19.9-28.8 ) 24.2 ( 21.0-29.1 ) 25.4 ( 22.3-30.2 ) ・寝室の室温平均 19.3 ( 15.7-25.5 ) 23.6 ( 19.7-27.9 ) 23.8 ( 20.1-28.2 ) 25.1 ( 20.8-29.3 )	に比べて 1 度以上では睡眠障害、疲労、頭痛、息苦しさ、のどの渇きを呈する割合が大きく上昇
Shiue 2016	イギリスの一般住宅居住の 7997 名の高齢者、2 年間の縦断研究	・室温 18 未満の居住者と 18 以上の居住者を比較	18 未満の居住者では、血圧の上昇、握力低下、ビタミン D の低下、血中コレステロールの上昇、白血球数の低下、肺機能の低下がみられた
Uejio et al, 2016	ニューヨーク市で夏期に救急受診した 764 名	・室温 26 度超の居住患者	室温 26 度超の居住患者の呼吸器疾患のオッズ比 1.63 ( 95%CI, 0.95-2.68 )
Azuma et al, 2017	東京、大阪、福岡の冬期 11 オフィス事務所の 107 名、夏期 13 オフィス事務所の 207 名、断面研究	・冬期 22 ~ 27 ( 平均 24.1 ) ・夏期 24 ~ 28 ( 平均 26.7 )	冬期の温度 1 度増加と上気道症状のオッズ比 1.55 ( 95%CI, 1.11-2.18 )
東ら, 2017	東京と大阪の 11 の建	・温度の日最小平均値	1 度低下と上気道症状の調

	築物の 24 オフィス事務所の 483 名、1 年間の縦断研究	18.5 ~ 28.5 ・温度の期間最小値 16.9 ~ 29.0	整オッズ比 日 最 小 平 均 1.27 (1.04-1.54) 期 間 最 小 値 1.14 (1.02-1.27)
Saeki et al, 2017	奈良県の一般住宅居住の 1095 名の高齢者 (平均 71.9 歳) 断面研究	低温 (室温 14.1 未満)、中温 (14.4 ~ 17.9)、温暖 (17.9 超) の 3 群	室温の低下とともに血小板数が低下、温暖群に比べ低温群では有意に血小板数が増加 (血小板数の増加は血液の凝集 冠動脈性心疾患に関係)
Wang et al, 2017	温度と居住者の血圧に関する系統的レビューとメタ分析	2016 年 1 月までの論文を検索、1 低下による収縮期 (SBP) および拡張期血圧 (DBP) を分析	外気温の日平均 1 低下で SBP と DBP が有意に上昇、室温 1 低下で SBP が有意に上昇 (DBP はデータ不足) 循環器疾患関連の状態にある居住者でより大きく上昇、 <u>外気温より室温のほうが血圧上昇への影響大</u>

van Loenhout らの研究からは、日中の瞬時最大値としては 28 以下が望ましいと考えられる。低温側については、Jevons の系統的レビューから、18 以上が推奨されている。Shiue の研究からも、18 未満になると高齢者で血圧上昇、血中コレステロールの上昇、白血球数の低下、肺機能の低下がみられており、Saeki らの研究からは、低温の高齢者グループで血小板数の増加が観察されている。Wang らの低温と血圧に関する系統的レビューでは、室温 1 低下に関するメタ分析で SBP の上昇がみられており、外気温よりも室温のほうが血圧上昇への影響が大きいと報告されている。

< 参考文献 >

Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H (2017) Physicochemical risk

factors for building-related symptoms in air-conditioned office buildings: Ambient particles and combined exposure to indoor air pollutants. *Sci Total Environ.* doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.147. [Epub ahead of print]

Jevons R, Carmichael C, Crossley A, Bone A (2016) Minimum indoor temperature threshold recommendations for English homes in winter - A systematic review. *Public Health* 136:4-12.

van Loenhout JA, le Grand A, Duijm F, et al (2016) The effect of high indoor temperatures on self-perceived health of elderly persons. *Environ Res* 146:27-34.

Saeki K, Obayashi K, Kurumatani N (2017) Platelet count and indoor cold exposure

among elderly people: A cross-sectional analysis of the HEIJO-KYO study. *J Epidemiol* 27:562–7.

Shiue I (2016) Cold homes are associated with poor biomarkers and less blood pressure check-up: English Longitudinal Study of Ageing, 2012-2013. *Environ Sci Pollut Res Int* 23:7055–9.

Uejio CK, Tamerius JD, Vredenburg J, et al (2016) Summer indoor heat exposure and respiratory and cardiovascular distress calls in New York City, NY, U.S. *Indoor Air* 26:594–604.

Wang Q, Li C, Guo Y, et al (2017) Environmental ambient temperature and blood pressure in adults: A systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ* 575:276–86.

WHO (2013) WHO Housing and health guidelines. *Public Health and Environment e-News*, WHO Geneva, July 2013.

東賢一 (2017) 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査. 建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究, 平成28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.

## (2) 相対湿度

相対湿度に関しては、「建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について」の報告書(東賢一, 内山巖雄: 建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について. 建築物環境衛生管理に関する調査研究平成22年度研究報告書, 財団法人ビル管理教育センター, 2011)およびその後の知見を含めて、ウイルス感染、ダニやカビによる微生物汚染、アレルギー症状、静電気、粘膜(目、鼻、喉)や皮膚への影響を総合的に文献レビューし、相対湿度の最適推奨範囲としては、40~70%が推奨範囲であるとまとめていた(東ら, 2016)。

とりわけ下限側については、目の刺激症状や角膜前涙液層(PTF: 角膜表面を被覆している涙液層)の変質等に関する近年の疫学研究や実験データから、相対湿度の下限値については40%以上が推奨されている(Wolkoff, 2008)。また、日本の研究からも、低湿度の30%や35%ではシックビルディング症候群の症状(鼻症状、息切れ、めまい等)が有意に増加することから、相対湿度の目標値については40%以上が推奨されている(齊藤ら, 2015)。著者らの研究でも、相対湿度の冬期における環境基準不適合と目の刺激や上気道症状との有意な関係がみられていた(東, 2013)。





			絶対湿度低下の最大値 0.5 g/m <sup>3</sup> 1.58 ( 1.28-1.96 )
Paynter, 2015	インフルエンザウイルスとRSウイルスの感染性と湿度に関するレビュー	インフルエンザ、RSウイルス、耐性、生存、生存率、湿度で文献検索	低温、乾燥状態では両ウイルスの感染力は増強、熱帯多雨の季節ではインフルエンザウイルスのエアロゾル感染は減少するが、両ウイルスとも接触感染は増加するかもしれない(表面の液滴中での生存が増加) RSウイルス感染は雨季の増加が観察されている
Ikäheimo et al, 2016	ヒトのライノウイルス(HRV)の感染リスクに関する呼吸器症状を呈する 892 名の徴集兵のケースクロスオーバー研究	感染前 3 日間の平均値 ・温度: -9.9 ± 4.9 °C ・絶対湿度: 2.2 ± 0.9 g/m <sup>3</sup>	HRV 感染リスクのオッズ比 温度低下の平均値 1 1.08 ( 1.01-1.17 ) 温度変化の最大値 1 1.08 ( 1.01-1.17 ) 絶対湿度低下の平均値 0.5 g/m <sup>3</sup> 1.13 ( 0.96-1.34 ) 絶対湿度低下の最大値 0.5 g/m <sup>3</sup> 1.20 ( 1.03-1.40 )
Liu et al, 2016	2009年~2012年における中国の16歳以下の下気道感染症の入院患者と気象データの解析	外気の温度と相対湿度	下気道感染症(B型インフルエンザ菌、肺炎球菌、RSウイルス等)の入院患者は温度低下と相対湿度低下で上昇
Davis et al, 2016	1980年~2009年にニュージーランドで発生したインフルエンザと肺炎死亡率と気象データ解析	外気の温度と露点温度	発症前の低温度と低露点温度(低湿度)が死亡率の増加と関係
Azuma et al, 2017	東京、大阪、福岡の冬期 11 オフィス事務所の 107 名、夏期 13 オフィス事務所の 207 名、断面研究	・冬期 25 ~ 44% ( 平均 35.4% ) ・夏期 50 ~ 70% ( 平均 59.0% )	冬期の相対湿度 1%低下と皮膚症状のオッズ比 1.27 ( 1.01-1.59 )
東ら, 2017	東京と大阪の 11 の建	相対湿度	10%低下と上気道症状の調

	<p>築物の 24 オフィス事務所の 483 名、1 年間の縦断研究</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・期間平均値 18.3 ~ 64.7%</li> <li>・日最大平均値 20.7 ~ 69.7%</li> <li>・日最小平均値 16.0 ~ 60.0%</li> <li>・期間最小値 12.0 ~ 54.0%</li> </ul> <p>絶対湿度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・期間平均値 0.00 ~ 0.01</li> <li>・日最大平均値 0.01 ~ 0.02</li> </ul>	<p>整オッズ比</p> <p>期間平均値 1.25 (1.02-1.54)</p> <p>日最大平均 1.25 (1.01-1.52)</p> <p>日最小平均 1.27 (1.04-1.54)</p> <p>期間最小値 1.25 (1.04-1.49)</p> <p>0.001 低下と上気道症状の調整オッズ比</p> <p>期間平均値 1.11 (1.02-1.20)</p> <p>日最大平均 1.10 (1.01-1.19)</p>
<p>Guan et al, 2017</p>	<p>鳥インフルエンザウイルス (AIV) の温湿度による不活性化に関する実験研究</p>	<p>H9N2 と H6N2 を粗面 (パイン材) と平滑面 (ステンレスやガラス) のキャリアに沈着して 28 日間培養、ウイルスの感染性 (活性化日数) を評価</p>	<p>ウイルスの活性化日数</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・5.2 g/m<sup>3</sup> (23°C・25%) では 14 日間 (粗面) と 28 日間 (平滑面)</li> <li>・9.9 g/m<sup>3</sup> (35°C・25%) や 11.3 g/m<sup>3</sup> (23°C・55%) では粗面で 0.76 日以下、平滑面で 1.71 日以下に短縮</li> <li>・11.3 g/m<sup>3</sup> から 36.0 g/m<sup>3</sup> に増加するとさらに短縮</li> </ul>
<p>Wolkoff, 2017</p>	<p>室内環境における外眼部の症状に関する文献レビュー</p>	<p>個人要因、環境要因、職業要因について包括的にレビュー、2012 に公表した著者の既往レビューのアップデート</p>	<p>既往レビューと同様に、低湿度は外眼部の症状に關与することを指摘、但し、ポータブル加湿器の使用は目の症状を増悪したとの報告があることから、加湿器の適切な維持管理と過度な消毒剤の使用を避けることを指摘</p>

低温、乾燥状態ではインフルエンザウイルス、RS ウイルス、肺炎球菌、ライノウイルスへの感染リスクが増大することが複数の疫学研究で報告されている。また、インフルエンザウイルスとライノウイルスへの感染リスクは感染

前の絶対湿度の低下率と強く関係していることが示唆されている。鳥インフルエンザの不活性化実験では、絶対湿度の増加が大きく関係していることが報告されている。相対湿度であらわすと、23 程度では 40%程度以上必要と推

定される。日本の2つの研究において、湿度の減少とシックビルディング症候群との関係が示唆されている。

<参考文献>

- Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H (2017) Physicochemical risk factors for building-related symptoms in air-conditioned office buildings: Ambient particles and combined exposure to indoor air pollutants. *Sci Total Environ*. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.10.147. [Epub ahead of print]
- Davis RE, Dougherty E, McArthur C (2016) Cold, dry air is associated with influenza and pneumonia mortality in Auckland, New Zealand. *Influenza Other Respir Viruses* 10:310–3.
- Guan J, Chan M, VanderZaag A (2017) Inactivation of Avian Influenza Viruses on Porous and Non-porous Surfaces is Enhanced by Elevating Absolute Humidity. *Transbound Emerg Dis* 64:1254–61.
- Ikäheimo TM, Jaakkola K, Jokelainen J, et al (2016) A Decrease in Temperature and Humidity Precedes Human Rhinovirus Infections in a Cold Climate. *Viruses* 8. pii: E244, doi: 10.3390/v8090244.
- Jaakkola K, Saukkoriipi A, Jokelainen J, et al (2014) Decline in temperature and humidity increases the occurrence of influenza in cold climate. *Environ Health* 13:22, doi: 10.1186/1476-069X-13-22.
- Liu Y, Liu J, Chen F, et al (2016) Impact of meteorological factors on lower respiratory tract infections in children. *J Int Med Res* 44:30–41.
- Paynter S (2015) Humidity and respiratory virus transmission in tropical and temperate settings. *Epidemiol Infect* 143:1110–8.
- Wolkoff P (2008) “Healthy” eye in office-like environments. *Environmental International* 34: 1204–14.
- Wolkoff P (2017) External eye symptoms in indoor environments. *Indoor Air* 27:246–60.
- 東賢一 (2013) 建築物利用者の職場環境と健康に関するアンケート調査. 建築物環境衛生管理及び管理基準の今後のあり方に関する研究, 平成 24 年度総括・分担研究報告書, 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, 厚生労働省, 東京.
- 東賢一 (2016) 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査. 建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究, 平成 27 年度総括・分担研究報告書, 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, 厚生労働省, 東京.
- 東賢一 (2017) 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査. 建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究, 平成 28 年度総括・分担研究報告書, 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, 厚生労働省, 東京.
- 齊藤宏之ら (2015) 冬季オフィス環境における低湿度と自覚症状との関連性. 平成 27 年室内環境学会学術大会抄録集, pp. 222–223.
- (3) その他の指標  
気流については、「建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について」の報告書(東賢

一、内山巖雄: 建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について. 建築物環境衛生管理に関する調査研究平成 22 年度研究報告書, 財団法人ビル管理教育センター, 2011) でレビューを実施していないことから、建築物衛生法が施行された 1970 以降のエビデンスについて以下の検索を行ったが、有用なエビデンスは得られなかった。気流は温熱快適性の指標として評価

されているため、健康との関係についてはほとんど研究がなされていないと考えられる。なお、気流を含めた温熱環境 6 要素の指標として PMV (predicted mean vote: 予測平均温冷感申告) があることから、PMV についても同様に検索を行ったが、有用なエビデンスは得られなかった。

pubmed 検索 : (indoor airflow health) AND ("1970/01/01"[Date - Publication] : "3000"[Date - Publication])

検索結果 : 120 件

検索日 : 2017 年 11 月 17 日

pubmed 検索 : (indoor "wind velocity" health) AND ("1970/01/01"[Date - Publication] : "3000"[Date - Publication])

検索結果 : 11 件

検索日 : 2017 年 11 月 17 日

pubmed 検索 : (indoor PMV health) AND ("1970/01/01"[Date - Publication] : "3000"[Date - Publication])

検索結果 : 9 件

検索日 : 2017 年 11 月 17 日

### C.1.3 二酸化炭素

二酸化炭素に関しては、「建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について」の報告書(東 賢一, 内山巖雄: 建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について. 建築物環境衛生管理に関する調査研究平成 22 年度研究報告書, 財団法人ビル管理教育センター, 2011) およびその後の知見を含めて総合的に昨年度まで文献レビューを行ってきた。

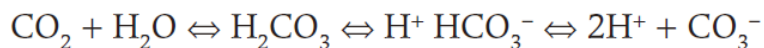
その結果、1000 ppm 程度の低濃度域における二酸化炭素濃度の上昇と生理学的変化(二酸化炭素分圧、心拍数等)及びシックビルディング症候群(SBS)関連症状との関係が見受けら

れ、生理学的変化は二酸化炭素によるものと考えられるが、SBS 症状については二酸化炭素によるものか、他の汚染物質との混合曝露によるものかはさらなる検証が必要(特に長期間曝露の影響)ではあるが、建物内の二酸化炭素の室内濃度を 1000 ppm 以下の低濃度に抑えることで、これらの健康影響を防止できると考えられたこと、近年、1000 ppm 程度の低濃度の二酸化炭素そのものによる労働生産性(意思決定能力や問題解決能力)への影響が示唆されており、今後のさらなる検証が求められることをとりまとめた(東ら, 2016;2017; Azuma et al, 2017)。

二酸化炭素濃度と健康等への影響のまとめ（東ら, 2017; Azuma et al, 2017）

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

- ・血液の pH 低下や CO<sub>2</sub> 増加は、ヘモグロビンから酸素を離れやすくする
- ・血液中の CO<sub>2</sub> 増加では炭酸脱水酵素の働きで水素イオンと重炭酸イオンを生成



そこで今年度は、2017 年以降のエビデンス た。

について以下の検索を行い、その結果をまとめ

pubmed 検索：(indoor “carbon dioxide” health) AND (“2017/01/01”[Date - Publication] : “3000”[Date - Publication])

検索結果：28 件

検索日：2017 年 11 月 17 日

研究	研究デザインと対象	曝露	結果
Carreiro-Martins et al, 2014	ポルトガルの保育所の 3186 名の平均年齢 3.1 歳の小児、断面研究	・ 酸化炭素濃度の中央値 1440 ppm ( 25 パーセントイル 1085-75 パーセントイル 1970 ppm)	二酸化炭素濃度 200 ppm 増加による 12 ヶ月以内の喘鳴症状の調整 オッズ 比 1.04 (95%IC, 1.01-1.07)
Carreiro-Martins et al, 2016	ポルトガルの保育所の 1191 名の平均 43 ヶ月齢の小児、断面研究	・	二酸化炭素濃度 200 ppm 増加と喘息診断の調整 オッズ 比 1.10 (95%IC, 1.00-1.20)
Maula et al, 2017	36 名のボランティアによる実験室での実験研究	それぞれ 4 時間曝露 ・ 実験室 A : 外気導入量 28.2 l/s ・ 人 (CO <sub>2</sub> level 540 ppm) ・ 実験室 B : 外気導入量 2.31 l/s ・ 人 (CO <sub>2</sub> level 2260 ppm)	実験室 A と比較して実験室 B では情報検索能力の低下 ( 労働生産性の 1 つとして評価 ) 作業負荷と疲労感の増加がみられた
Stephen et al, 2017	マウスへの吸入曝露による実験研究	・ 般空気、1000, 2000, 4000, 10000 ppm の二酸化炭素を 2 時間マウスに吸入曝露	・ 000 ppm と 4000 ppm 曝露では血中微粒子がそれぞれ 3.4 倍、4.1 倍と有意に増加した。好中球、血小板活性化、脳・筋肉・大腸での血管漏出がみられた ・ 中微粒子の IL-1 量 が 2000 ppm と 4000 ppm でそれぞれ 3.8 倍と 9.3 倍に増加した ・ 実験では、低濃度二酸化炭素の吸入曝露による広範性血管傷害 ( 好中球が高濃度の IL-1 を含む微粒子産生を促進したため ) がみられた

<参考文献>

Azuma K, Yanagi U, Kagi N, Osawa H (2017) A review of the effects of exposure to carbon dioxide on human health in indoor environment. Proceedings of the Healthy Buildings Europe 2017, ID0022, 6 pages.

Carreiro-Martins P , Viegas J , Papolia AL (2014) CO<sub>2</sub> concentration in day care centres is related to wheezing in attending children. Eur J Pediatr 173:1041–9.

Carreiro-Martins P , Papoila AL , Caires I (2016) Effect of indoor air quality of day care centers in children with different predisposition for asthma. Pediatr Allergy Immunol 27:299–306.

Maula, H, Hongisto V, Naatula V (2017) The effect of low ventilation rate with elevated bioeffluent concentration on work performance, perceived indoor air quality, and health symptoms. Indoor Air 27:1141–53.

Stephen RT, Veena MB, JingPing Hu (2017) Inflammatory responses to acute elevations of carbon dioxide in mice. J Appl Physiol 123:297–302.

東賢一 (2016) 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査. 建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究, 平成 27 年度総括・分担研究報告書, 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, 厚生労働省, 東京.

東賢一 (2017) 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査. 建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究, 平成 28 年度総括・分担研究報告書, 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, 厚生労働省, 東京.



C.1.4 燃焼生成物（浮遊粉じん、一酸化炭素）  
 (1) 浮遊粉じん

建築物衛生法が1970年に制定された翌年の1971年から開始された、財団法人ビル管理教育センター（現、公益財団法人日本建築衛生管理教育センター）の建築物環境衛生管理技術者講習会テキストによると、「建築物衛生法における浮遊粉じんとは、その化学性を考慮することなく、また生成過程を問わず粒径が10ミクロン（ $\mu$ ）m以下の粒子状物質としているのは大気汚染防止法と同じである。また、浮遊粉じんの人体への影響は著しいものがあり特に呼吸器系に対しては直接的であり、かつ、人に与える不快感、非特異的非伝染性呼吸器症状の有症率あるいは死亡率、または病理所見などを検討し、基準値を0.15 mg/m<sup>3</sup>以下としたものである。」と記載されている。

当時、大気汚染対策として、粒子状物質の大気環境基準の検討を進めており、日本における呼吸器疾患の疫学調査に基づき、浮遊粉じんの基準として0.1~0.15 mg/m<sup>3</sup>が検討されていた。最終的に、大気環境基準では粒子状物質で

は24時間値で0.1 mg/m<sup>3</sup>、建築物衛生法の大気環境管理基準では0.15 mg/m<sup>3</sup>に決定された。このあたりの経緯については、「建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について」の報告書（東 賢一，内山巖雄：建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について。建築物環境衛生管理に関する調査研究平成22年度研究報告書，財団法人ビル管理教育センター，2011）に詳述している。

空気中の粒子状物質については、1990年代以降、10 $\mu$ mよりも小さい粒子のほうが肺の奥深くまで侵入してより強い生体影響を発現することが明らかとなり、いわゆるPM<sub>2.5</sub>が注目されるようになった。2005年には、世界保健機関（WHO）が循環器疾患に関する疫学調査に基づきPM<sub>2.5</sub>の空気質ガイドラインを公表（WHO, 2005）し、米国環境保護庁、日本、欧州などでも環境基準が設定、あるいはより厳格な基準へと変更された（表1.4-1）。

表1.4-1 粒子状物質の空気質指針値や大気環境基準

国や機関	制定	PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )		PM <sub>2.5</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	
		24時間	年間	24時間	年間
WHO	2005	50	20*	25	10*
U.S.EPA	2006	150	- **	35	15
	2012				12
Japan	2009	100***	-	35	15

\* Air quality guideline, \*\* No longer available in 2006  
 \*\*\* 浮遊粒子状物質(SPM)

WHOの空気質ガイドラインは、大気と室内のいずれにも適用される。そのため室内空気においても、2005年以降にPM<sub>2.5</sub>の室内空気質ガイドラインを検討する諸外国が増え始めた。ドイツでは2008年に24時間値で25 μg/m<sup>3</sup>が設定され、フランスは2010年にWHOのガ

イドラインの活用を推奨すると発表している。カナダは1989年に40 μg/m<sup>3</sup>の室内空気質ガイドラインを設定していたが、WHOの空気質ガイドラインを受けて、2012年には可能な限り低く保つよう勧告している。また、台湾では、2012年に35 μg/m<sup>3</sup>の室内空気質ガイドライ

ンが設定された（表 1 . 4 - 2 ）。

WHO は PM<sub>2.5</sub> に関する疫学研究において、米国のハーバード 6 都市研究では 18 μg/m<sup>3</sup>（範囲 11.1 ~ 29.6 μg/m<sup>3</sup>）、アメリカがん協会（ACS）の研究では 20 μg/m<sup>3</sup>（範囲 9.0 ~ 33.5 μg/m<sup>3</sup>）の長期間における PM<sub>2.5</sub> 曝露濃度と死亡との間に有意な関連性がみられたことから、これらの範囲の下限から年平均で 10 μg/m<sup>3</sup> の空気質ガイドラインを設定した。但し、PM<sub>2.5</sub> による健康影響は、このレベル以下でも完全に

は排除できないと判断されており（WHO, 2005）、その後、カナダにおける大規模なコホート研究において、10 μg/m<sup>3</sup> 以下の大気中濃度でも用量依存的な影響が観察された（Crouse et al., 2012）こと、2013 年に国際がん研究機関は粒子状物質を発がん性分類でグループ 1（人に対する発がん性がある）に分類したこと（Loomis, 2013）などから、WHO では喫緊に再評価が必要な物質の 1 つとしている（WHO Europe, 2016）。

表 1 . 4 - 2 諸外国における粒子状物質の室内空気質ガイドライン

	設定	PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )		PM <sub>2.5</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	
		24 時間	年間	24 時間	年間
WHO	2005	50	20	25	10
日本	1970	150 (SPM)	-	-	-
ドイツ	2008	-	-	25	-
フランス	2010	WHO のガイドラインの活用を推奨			
カナダ	2012	1989 年に長期指針値として PM <sub>2.5</sub> 40 μg/m <sup>3</sup> を公表したが、2012 年に可能な限り低く保つよう勧告			
ノルウェー	1999	-	-	20	-
台湾	2012	75	-	35	-
韓国（公共施設）	2003	150	-	-	-
中国	2002	150	-	-	-
シンガポール （オフィス）	1996	150 (SPM)	-	-	-

なお、WHO では、粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>）や一酸化炭素は、室内空気を汚染する燃料の燃焼生成物として重要であり、とりわけ発展途上国では燃焼生成物による呼吸器疾患が公衆衛生上の大きな問題となっていることから、家庭

用燃料の燃焼に関する室内空気質ガイドラインを 2014 年に公表し、表 1 . 4 - 3 に示す燃焼生成物の目標排出基準を勧告している（WHO, 2014）。

表 1 . 4 - 3 室内における燃焼生成物の目標排出基準

物質	器具	目標排出基準
PM <sub>2.5</sub>	煙突や排気フードを有する器具	0.80 mg / 分以下
	排気口のないストーブ、ヒーター、燃料ランプ	0.23 mg / 分以下
一酸化炭素	煙突や排気フードを有する器具	0.59 mg / 分以下
	排気口のないストーブ、ヒーター、燃料ランプ	0.16 mg / 分以下

大気中のPM<sub>2.5</sub>と室内空気中にPM<sub>2.5</sub>の動態については、国内でいくつか研究報告がある。大阪市内の幹線道路沿道にある住宅の屋内外でPM<sub>2.5</sub>の濃度を9年間にわたり調査したところ（宮崎ら，2008）道路に面した住宅では外気濃度 33.3 μg/m<sup>3</sup>、室内濃度 24.0 μg/m<sup>3</sup>と報告されている。また、沿道から 50 m から 100 m の距離にある住宅では、外気濃度 24.7 μg/m<sup>3</sup>、室内濃度 19.9 μg/m<sup>3</sup>と報告されている。この調査において、非喫煙の住宅における外気濃度と室内濃度の相関関係は 0.804 と高く、室内濃度は外気濃度の影響を強く受けていたことが報告されている。従って、日本の住宅の室内におけるPM<sub>2.5</sub>では、換気による外気からの侵入が室内濃度を上昇させている。タバコの煙はPM<sub>2.5</sub>の濃度を上昇させるが、室内にこのような発生源があると、さらにPM<sub>2.5</sub>の室内濃度は上昇する（宮崎ら，2008）。

大気中のPM<sub>2.5</sub>の削減には時間を要することから、PM<sub>2.5</sub>の外気濃度が高い地域では、適切な空調機フィルタの導入が必要と考えられる。ただし、事務所ビルの空調機にも利用されている中性能フィルタは、PM<sub>2.5</sub>より粗大な粒子の捕集を目的としている。従って、空調機が設置されていても、建築物室内ではPM<sub>2.5</sub>の濃度上昇に寄与する粒径 0.1 μm 前後の微小粒子が十分除去されず、大気と同様に室内でPM<sub>2.5</sub>の影響が大きくなる要因になっている可能性が指摘されている（鍵ら，2012）。

## （2）一酸化炭素

一酸化炭素については、粒子状物質と同様に、大気環境基準が1960年代後半に検討され、一酸化炭素環境基準専門委員会は、(1)連続する8時間における1時間値の平均20 ppm以下、(2)連続する24時間における1時間値の平均10 ppmのいずれも満たすこととの答申を1969年に行い、翌1970年に環境基準に決定された。但し、一酸化炭素環境基準専門委員会は、一酸化炭素の健康影響を考慮すると、5ppm以下が望ましいとも報告している。建築物衛生法では10 ppmを採用しているが、宿泊施設など、24時間の利用が想定される用途が建築物衛生法の適用範囲に含まれているからだと考えられる。このあたりの経緯については、「建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について」の報告書（東賢一，内山巖雄：建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について。建築物環境衛生管理に関する調査研究平成22年度研究報告書，財団法人ビル管理教育センター，2011）に詳述している。

WHOでは、一酸化炭素の空気質ガイドラインとして、2000年に100 mg/m<sup>3</sup>（15分値、87 ppm、例えば換気されていないストーブ）、35 mg/m<sup>3</sup>（1時間値、31 ppm、例えば器具の欠陥）10 mg/m<sup>3</sup>（8時間値、8.7 ppm、職業性曝露等）と公表していた。その後、一酸化炭素への長期曝露によって、感覚運動能力の変化、認識能力への影響、感情や精神への影響、循環器系への影響、低体重児出生などとの関連が報告

されてきたことから、2010年に室内空気質ガイドラインとして7 mg/m<sup>3</sup> (24時間値、6.1 ppm、長期間曝露)を新たに加えた(WHO Europe, 2010)。なおWHOでは、一酸化炭素についても、空気質ガイドラインとして喫緊に再評価が必要な物質の1つと判断している(WHO Europe, 2016)。

<参考文献>

- 鍵 直樹ら (2012) 事務所ビルにおける室内浮遊粒子の特性とPM<sub>2.5</sub>濃度の実態調査. 日本建築学会技術報告集 18 (39):613-616
- 財団法人ビル管理教育センター (1971) ビルの環境衛生管理. 厚生大臣指定建築物環境衛生管理技術者講習会・テキスト.
- 宮崎竹二ら (2008) 沿道周辺住宅における浮遊粉塵濃度の測定. 生活衛生 52(1):13-25.
- Crouse et al (2012) Risk of nonaccidental and cardiovascular mortality in relation to long-term exposure to low concentrations of fine particulate matter: a Canadian national-level cohort study. Environ Health Perspect 120(5):708-14.
- Loomis D et al (2013) The carcinogenicity of outdoor air pollution. The Lancet Oncology 14(13):1262-1263.
- WHO (2005) WHO air quality guidelines global update 2005. Report on a working group meeting, Bonn, Germany, 18-20 October 2005. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- 33)WHO Europe: WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2010.
- WHO (2014) WHO guidelines for indoor air quality: household fuel combustion.

World Health Organization, 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.

C.1.5 その他の空気汚染化学物質

厚生労働省化学物質安全対策室では、シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会において、一般住宅における全国規模の実態調査を実施し、健康リスクの初期評価を行ったうえで、2017年4月19日に開催された第21回検討会において、2-エチル-1-ヘキサノール、テキサノール、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタジオールジイソブチレート(TXIB)の室内濃度指針値を提案中である(厚生労働省, 2017)。2-エチル-1-ヘキサノールは、コンクリートスラブの上に軟質塩化ビニル樹脂のビニルシートを直接敷設すると、コンクリート中のアルカリ成分が、軟質塩化ビニル樹脂に可塑剤として含まれているフタル酸ジ-2-エチルヘキシルをアルカリ加水分解して生成されることが知られている。テキサノールとTXIBは、水性塗料の安定剤として使用されている。

世界保健機関(WHO)が空気質ガイドラインを今後アップデートするにあたり、近年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の評価結果を下表のように公表した(WHO, 2016)。喫緊に再評価が必要なグループ1の物質は、粒子状物質(特にPM<sub>2.5</sub>)、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素であった。再評価が強く推奨されるグループ2の物質は、カドミウム、クロム、鉛、ベンゼン、ダイオキシン類、多環

芳香族炭化水素類（ベンゾ-a-ピレン）であった。その次に再評価が必要（再評価のエビデンスが存在）なグループ3の物質は、ヒ素、マンガン、白金、バナジウム、プタジエン、トリクロロエチレン、アクリロニトリル、硫化水素、塩化ビニル、トルエン、ニッケルであった。再

評価が不要と判断されたグループ4の物質は、水銀、石綿、ホルムアルデヒド、スチレン、テトラクロロエチレン、二酸化硫黄、フッ化物、ポリ塩化ビフェニル、1,2-ジクロロエタン、ジクロロメタンであった。

空気質ガイドラインを今後アップデートするにあたってのエビデンスの評価結果

<i>Recent evidence justifies re-evaluation (Group 1)</i>	<i>Recent evidence justifies re-evaluation (Group 2)</i>	<i>Recent evidence justifies re-evaluation (Group 3)</i>	<i>Recent evidence does not justify need for re-evaluation (Group 4)</i>
Particulate Matter	Cadmium	Arsenic	Mercury
Ozone	Chromium	Manganese	Asbestos
Nitrogen dioxide	Lead	Platinum	Formaldehyde
Sulfur dioxide	Benzene	Vanadium	Styrene
Carbon monoxide	PCDDs & PCDFs	Butadiene	Tetrachloroethylene
	PAHs*	Trichloroethylene	Carbon disulfide
		Acrylonitrile**	Fluoride
		Hydrogen sulfide	PCBs
		Vinyl chloride	1,2-dichloroethane
		Toluene	Dichloromethane
		Nickel	

厚生労働省（2017）室内濃度指針値の見直し等について。第21回シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会配付資料，平成29年4月19日。

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.

#### C.1.6 その他の室内環境要因

住宅が関連する健康リスクとしては、室内空気汚染による呼吸器系や循環器系疾患、極度な温熱による疾患や死亡、不衛生な環境による感染症、社会病理、精神疾患、家の中での傷害(転倒や落下)などがある。そこで WHO は、良質な設計、建築、維持管理、立地環境等を通じて、これらのリスクを低減する健康な住宅のためのガイドライン (Housing and health guidelines) の開発に取り組んでいる(WHO, 2013)。

WHO (2013) WHO Housing and health guidelines. Public Health and Environment e-News, WHO Geneva, July 2013.

#### D. 総括

建築物環境衛生管理基準空気環境項目の健康影響に関する近年のエビデンスを整理した結果、今年度、各項目において以下のようにまとめた。各項目のレビューは次年度以降も引き続き継続し、最終年度に総合的にとりまとめを行う予定である。

##### (1) 温度

van Loenhout らの研究からは、日中の瞬時最大値としては 28 以下が望ましいと考えられた。低温側については、Jevons の系統的レビューから 18 以上が推奨されている。Shiue の研究からも、18 未満になると高齢者で血圧上昇、血中コレステロールの上昇、白血球数の低下、肺機能の低下がみられており、Saeki らの研究からは、低温の高齢者グループで血小板数の増加が観察されている。Wang らの低温と血圧に関する系統的レビューでは、室温 1 低下に関するメタ分析で収縮期血圧(SBP)の上昇がみられており、外気温よりも室温のほう

が血圧上昇への影響が大きいと報告されている。

##### (2) 相対湿度

低温、乾燥状態ではインフルエンザウイルス、RS ウイルス、肺炎球菌、ライノウイルスへの感染リスクが増大することが複数の疫学研究で報告されている。また、インフルエンザウイルスとライノウイルスへの感染リスクは感染前の絶対湿度の低下率と強く関係していることが示唆されている。鳥インフルエンザの不活性化実験では、絶対湿度の増加が大きく関係していることが報告されている。相対湿度であらわすと、23 程度では 40%程度以上必要と推定される。日本の 2 つの研究において、湿度の低下とシックビルディング症候群との関係が示唆されている

##### (3) 二酸化炭素

1000 ppm 程度の低濃度域における二酸化炭素濃度の上昇と生理学的変化(二酸化炭素分圧、心拍数等)及びシックビルディング症候群(SBS)関連症状や小児喘息との関係が報告されている。生理学的変化は二酸化炭素によるものと考えられるが、SBS 症状については二酸化炭素によるものか、他の汚染物質との混合曝露によるものかはさらなる検証が必要ではあるが、建物内の二酸化炭素の室内濃度を 1000 ppm 以下の低濃度に抑えることで、これらの健康影響を防止できると考えられたこと、近年、1000 ppm 程度の低濃度の二酸化炭素そのものによる労働生産性(意思決定能力や問題解決能力)への影響が示唆されている。

##### (4) 浮遊粉じん

空気中の粒子状物質については、1990 年代以降、10 μm よりも小さい粒子のほうが肺の奥深くまで侵入してより強い生体影響を発現することが明らかとなり、いわゆる PM<sub>2.5</sub> が注目されるようになった。2005 年には、WHO

が循環器疾患に関する疫学調査に基づき PM<sub>2.5</sub>の空気質ガイドラインを公表し、米国環境保護庁、日本、欧州などでも環境基準が設定、あるいはより厳格な基準へと変更されている。諸外国では、ドイツが 2008 年、フランスが 2010 年、カナダと台湾が 2012 年に PM<sub>2.5</sub>の室内空気質ガイドラインを策定している。WHO は、2014 年に公表した家庭用燃料の燃焼に関する室内空気質ガイドラインにおいて、PM<sub>2.5</sub>の排出基準を設定するなど、大気と室内空気の両方において PM<sub>2.5</sub>対策に取り組んでいる。以上より、室内空気中の浮遊粉じんについては、微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) による健康影響をより重要と考え、WHO をはじめ、諸外国でも室内空気質ガイドラインが近年設定されている。

#### (5) 一酸化炭素

WHO が有害性の再評価を行い、これまでは短期曝露の影響に基づいた空気質ガイドラインを設定していたが、近年、一酸化炭素への長期曝露によって、感覚運動能力の変化、認識能力への影響、感情や精神への影響、循環器系への影響、低体重児出生などとの関連が報告されてきたことから、2010 年に室内空気質ガイドラインとして 7 mg/m<sup>3</sup>(24 時間値、6.1 ppm、長期間曝露)を新たに加えている。なお WHO では、一酸化炭素について、空気質ガイドラインとして喫緊に再評価が必要な物質の 1 つと判断している。

#### (6) その他の室内空気汚染物質

厚生労働省化学物質安全対策室では、シックハウス対策として、2-エチル-1-ヘキサノール、テキサノール、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタンジオールジソブチレート (TXIB) の室内濃度指針値を提案中である。WHO が空気質ガイドラインを今後アップデートするにあたり、近年のエビデンスのレビューを 2015 年に実施し、

喫緊に再評価が必要な物質として、粒子状物質 (特に PM<sub>2.5</sub>)、オゾン、二酸化窒素、二酸化硫黄、一酸化炭素をあげている。これらの物質については、特定建築物における排出源の確認や実態調査を行ったうえで、建築物衛生管理基準としての必要性の有無を検討すべきと考える。

建築物利用者の職場環境と健康状態の実態調査については、冬期の断面調査として、平成 30 年 1 月 5 日に 500 社に対してアンケート調査を依頼した。本調査では、非特定建築物と比較評価するために、非特定建築物も約半数含めた。また、建築物の調査数を補うために、別途、東京と大阪の 6 つの事務所にもアンケート調査を依頼した。その結果、2018 年 4 月 3 日時点で 184 社、1961 名からアンケートの回答を得た。現在、データの入力と整理の作業を進めており、次年度にデータ解析を行う予定である。また次年度以降、室内環境の測定調査に協力可能な事務所に対して、室内環境の測定調査をあわせて実施し、健康状態や室内の維持管理状況との関係について調査する予定である。

#### E . 参考文献

- 1) 東 賢一, 内山巖雄: 建築物環境衛生管理基準の設定根拠の検証について. 建築物環境衛生管理に関する調査研究平成 22 年度研究報告書, 財団法人ビル管理教育センター, 2011.
- 2) 東 賢一, 内山巖雄. 建築物環境衛生管理基準の解説と近年の知見. ビルと環境, No. 134, pp. 4-17, 2011.
- 3) 大澤元毅ら. 建築物環境衛生管理及び管理基準の今後のあり方に関する研究, 平成 25 年度総合研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事

業, 2014年3月.

- 4) 大澤元毅ら. 建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究, 平成 28 年度総合研究報告書, 厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業, 2017年3月.
- 5) US Environmental Protection Agency: A standardized EPA protocol for characterizing indoor air quality in large office buildings. Washington, D.C., US Environmental Protection Agency, 2003.
- 6) National Institute for Occupational Safety and Health: Indoor Air Quality and Work Environment Symptoms Survey, NIOSH Indoor Environmental Quality Survey. Washington, DC: NIOSH, 1991.
- 7) Andersson K: Epidemiological approach to indoor air problems. *Indoor Air* 4 (suppl): 32–39, 1998.
- 8) 厚生労働省: 職業性ストレス簡易調査票, 2005.

## F . 研究発表

### F.1 論文発表

- 1) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Evaluating prevalence and risk factors of building-related symptoms among office workers: Seasonal characteristics of symptoms and psychosocial and physical environmental factors. *Environmental Health and Preventive Medicine* 22(114), 38, 2017. doi:10.1186/s12199-017-0645-4.
- 2) Azuma K, Yanagi U, Kagi N, Osawa H. A review of the effects of exposure to carbon dioxide on human health in indoor environment. *Proceedings of the Healthy Buildings Europe 2017*, ID0022, 6 pages, 2017.
- 3) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Physicochemical risk factors for building-related symptoms in air-conditioned office buildings: ambient particles and combined exposure to indoor air pollutants. *Science of the Total Environment* 616–617:1649–1655, 2018.
- 4) Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Kim H, Kaihara N, Hayashi M, Osawa H. Effects of thermal conditions and carbon dioxide concentration on building-related symptoms: a longitudinal study in air-conditioned office buildings. *Proceedings of the 15th international conference of Indoor Air Quality and Climate*, ID106, 6 pages, in press, 2018.
- 5) 東 賢一. 室内空気質規制に関する諸外国の動向. *環境技術* Vol.46, No.7, pp. 4-9, 2017.
- 6) 東 賢一. 室内環境汚染による健康リスクと今後の課題. *臨床環境医学* 26(2):82–86, 2017.
- 7) 東 賢一. 住環境の健康リスク要因とそのマネジメントに関する国内外の動向. *日本衛生学雑誌* 73(2): in press, 2018.

### F.2 学会発表

- 1) 東 賢一、柳 宇、鍵 直樹、大澤元毅. 低濃度二酸化炭素による建築物居住者の健康等への影響に関する近年の知見. 第 90 回日本産業衛生学会, 東京, 2017年5月11



日-5月13日.

- 2) 東 賢一. 健康リスク学から見た現状と今後の展望 人の健康の保護と持続可能な発展 . 第 26 回日本臨床環境医学会学術集会, 東京, 2017 年 6 月 25 日.
- 3) Azuma K, Yanagi U, Kagi N, Osawa H. A review of the effects of exposure to carbon dioxide on human health in indoor environment. Healthy Buildings Europe 2017, Lublin, Poland, July 2-5, 2017.
- 4) 東 賢一.世界保健機関の住宅と健康のガイドライン. 平成 29 年室内環境学会学術大会, 佐賀, 2017 年 12 月 13 日.
- 5) 東 賢一、鍵 直樹、柳 宇、金 勲、開原典子、林 基哉、大澤元毅. オフィスビル労働者のビル関連症状と温熱環境および二酸化炭素濃度に関する縦断調査. 第 91 回日本産業衛生学会, 熊本, 2018 年 5 月 16 日-19 日. (in acceptance)
- 6) Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Kim H, Kaihara N, Hayashi M, Osawa H. Effects of thermal conditions and carbon dioxide concentration on building-related symptoms: a longitudinal study in air-conditioned office buildings. The 15th international conference of Indoor Air Quality and Climate, Philadelphia, PA, USA, July 22-27 2018. (in acceptance)

