

# 室内環境における湿度基準と居住者への健康影響問題

Indoor relative humidity: the health effects in residents and indoor air quality guideline

東 賢一

Kenichi Azuma

近畿大学医学部環境医学・行動科学教室

Department of Environmental Medicine and Behavioral Science,  
Kinki University Faculty of Medicine

キーワード：室内環境 (Indoor environment)、湿度 (humidity)、健康影響 (health effects)、空気環境基準 (air quality guideline)、建築物衛生法 (Law for Maintenance of Sanitation in Buildings)

## 1. はじめに

室内環境における健康影響要因として、湿度は古くから学術的な研究や行政の取り組みが行われてきた。日本では、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)、労働安全衛生法の事務所衛生基準規則、学校保健安全法における学校環境衛生の基準で室内の湿度基準が設定されている。本稿では、建築物衛生法における湿度基準の設定根拠、居住者の健康影響や安全性に対する近年の科学的知見を紹介する。

## 2. 建築物衛生法の設立の背景

1965年 (昭和40年) 6月30日、厚生大臣の諮問に応じて、(1)環境衛生に係る公害に関する重要事項、(2)水道・清掃施設・下水道の終末処理場その他環境衛生に係る生活環境に関する重要事項、これら2項目を調査審議するために「公害審議会」(1967年11月25日に生活環境審議会に改名)が発足した<sup>1)</sup>。この審議会の中に生活環境部会が設置され、「健康的な居住水準の設定について」が1965年9月27日に諮問された (厚生省環第659号)。その後、公害審議会の審議過程において、「多人数利用建築物の衛生水準の設定について」があわせて審議され、生活環境部会は、1966年8月13日に上記2項目に関する中間答申を公害審議会に提出した<sup>2,3)</sup>。

「多人数利用建築物の衛生水準の設定について」の中間答申では、ビルなどの建築物に対する衛生上の設備およびその維持管理についての十分な規制や指導が行われていないことから、多くの問題が生じているので、国民の健康を保持、増進するためには、厚生行政の立場から建築物の環境衛生基準の設定、建築物の維持管理に関する専門技術者制度の創設等について早急に措置する必要があるというものであった<sup>4)</sup>。当時、夏期の冷房により消化器系疾患の罹患率が上昇する例がみられること、旧式ビルで冬期暖房中に二酸化炭素濃度が0.3~0.4%まで上昇する例がみられること、空気調和設備が適切に使用されると粉じん濃度が外気濃度より下回ることが多いことなどが報告されていた。従って、このような背景をもとに、厚生省ではこの問題についての技術的な基礎固めを行うため、昭和40年度厚生科学研究補助金により、社団法人空気調和・衛生工学会に研究を委託した<sup>5)</sup>。同学会は、建築学、衛生工学、医学などの学者で組織する委員会を立ち上げ、欧米先進諸国の制度等も参考にして研究を進め、1966年3月に「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」(委員長：小林陽太郎氏)<sup>6)</sup>が報告された。これらの準備を経て、1970年4月14日に「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」(昭和45年4月14日法律第二十号)が公布された。

## 3. 建築物環境衛生管理基準

建築物衛生法「第四条第一項」では、「建築物環境衛生管理基準」が規定されている。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。「建築物環境衛生管理基準」は、1970年10月12日に公布された「建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令（建築物衛生法施行令）」の中で規定された。基準値の概念としては、理想値、目標値、推奨値、許容最低限度といった各段階がある<sup>6)</sup>。この管理基準は、基準違反に対して直ちに法的措置がとられるものではなく、実現可能な望ましい基準というべきものを示し、特定建築物の所有者、占有者、その他の者で当該特定建築物の維持管理について権原を有する者に、遵守するよう要求しているものであって、推奨值的性格の強いものとされている<sup>7)</sup>。

建築物衛生法施行令は、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、空気調和設備を設けている場合の空気環境の調整に関する基準は表1の通りである。

表1 建築物環境衛生管理基準

項目	基準
浮遊粉じんの量	0.15mg/m <sup>3</sup> 以下
一酸化炭素の含有率	10ppm（厚生労働省令で定める特別の事情がある建築物にあつては、厚生労働省令で定める数値）以下
二酸化炭素の含有率	1000ppm以下
温度	一 17℃以上28℃以下 二 居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと。
相対湿度	40%以上70%以下
気流	0.5m/秒以下
ホルムアルデヒドの量	0.1mg/m <sup>3</sup> (0.08ppm)以下

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40年を経過した現在、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。相対湿度については、40%以上70%以下と規定されている。

#### 4. 湿度基準の設定

建築物環境衛生管理基準の設定にあたっては、「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」が基盤となっている<sup>8,9)</sup>。この報告書では、ビルディング、すなわち閉鎖された建築物の内部において、最小限8時間以上継続的に労働する人体に対し、安全、健康、快適性（選択性）、能率を目的として環境衛生基準が検討されている。そして、空気環境に関わる基準として、温度、相対湿度、気流、換気（二酸化炭素）、塵埃（じんあい）、有害ガス（一酸化炭素、二酸化炭素）について基準が提案された。しかし、建築物環境衛生管理基準は、この報告以降に発表された当時の最新の知見とともに検討されている<sup>8,9)</sup>。特に、一酸化炭素と浮遊粉じんについては、1960年代の大気汚染での取り組みが参考にされている。また、ホルムアルデヒドの基準値は、2002年10月に追加されており、これらの項目とは背景や経緯が異なっている<sup>8,9)</sup>。以下、相対湿度の基準値設定について解説する。

多湿であると人体に対して種々の障害が起こりうるが、多くは低温が原因で多湿となっている。ま

た、乾燥し過ぎの場合は咽喉の粘膜を痛めて障害を起こしやすくなる。室内の絶対湿度（水蒸気圧）が一定であれば、相対湿度は気温の上昇や下降にともない乾燥や多湿の方向へと変化するので気温が問題である。鉄筋コンクリート造の地下室や倉庫など固体表面が低温の場合は、その付近では低温多湿となる。これらのことを踏まえ、「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」では、許容限度の例として、1951年3月発行の DIN 1946 Versammlungsräumen（会議区域の換気システムに関する基準）から冬の最低限度 35%、夏の最高限度 70%をあげている。そして、乾燥し過ぎの場合は咽喉の粘膜を痛めて障害を起こしやすくなることから、55~70%（人体に対し夏は少湿、冬は多湿が望ましい）を相対湿度の推奨値として提案している。

表2 相対湿度の基準値

段階	数値	備考
推奨値	55~70%	人体に対し夏は少湿、冬は多湿が望ましい。
許容限度の例 <sup>a)</sup>	冬の最低限度 35% 夏の最高限度 70%	

<sup>a)</sup> DIN 1946 März 1951 Versammlungsräumen（1951年3月発行、会議区域の換気システムに関する基準）

\* Lüftungstechnische Anlagen (VDI-Lüftungsregeln) Lüftung von Versammlungsräumen (ventilation system (VDI-ventilation regulation) ventilation of meeting-areas)

この推奨値 55~70%を設定するにあたっては、1951年3月発行の DIN 1946 Versammlungsräumen（会議区域の換気システムに関する基準）における許容限度（冬の最低限度 35%、夏の最高限度 70%）が参考例としてあげられている。上限値はそのまま採用されているが、乾燥し過ぎの場合は、咽喉の粘膜を痛めて障害を起こしやすくなることから、下限値はより高い相対湿度 55%が推奨値として採用されている。

最終的に設定された建築物環境衛生管理基準は 40%以上 70%以下であった。従って、上限値はそのまま採用されているが、下限値については、この報告書作成以降、さらに議論がなされたと推測される。その下限値の根拠について、以下に述べてみたい。

表3に示すように、健康に関連した相対湿度の下限値については、建築物衛生法施行令が公布された 1970 年以前に、相対湿度と各種ウイルスの死滅率や感染価等との関連性が報告されていた<sup>10-14)</sup>。Hemmes らの研究では、相対湿度が 40%を超えるあたりからインフルエンザウイルスの死滅率が急激に上昇していた。一方、ポリオウイルスの死滅率は、50%あたりから急激に減少していた。Harper らの研究では、インフルエンザウイルスの生存率、は相対湿度約 35%と比べると約 50%で大きく低下していた。一方、ポリオウイルスの生存率は相対湿度約 50%に比べると約 80%で大きく上昇した。これらのデータより、インフルエンザに関しては、相対湿度の下限値が 40%と判断できる。ポリオに関しては、高湿度下で生存率が上昇するが、1960年代、不活化ワクチンの定期接種の導入によって、日本ではポリオ患者が激減していた。従って、これらの研究結果をもとに、相対湿度の下限値として 40%を採用したと考えられる。

表3 1970年以前に発表された相対湿度と健康影響に関する報告<sup>10-15)</sup>

分類	概要	出典
ウイルスの死滅率	インフルエンザウイルスの死滅率は50~90%RHで高く、15~40%では低かった。ポリオウイルスでは50%~65%を超えると死滅率が低下した。	Hemmes et al 1960, 1962
ウイルスの生存率	牛痘ウイルスの生存率は約80%RHでやや低下した。インフルエンザウイルスの生存率は約35%RHと比べると約50%RHで大きく低下した。ベネズエラウマ脳炎ウイルスの生存率は相対湿度による大きな差は観察されなかった。ポリオウイルスの生存率は約50%RHに比べると約80%RHで大きく上昇した。	Harper 1961, 1963
ウイルスの感染価	インフルエンザウイルスの感染価の減少率は20%RHと比べると84%RHは約1.5倍であった。ポリオウイルスでは逆に約2~3倍高かった。	Buckland et al 1962
総説	世界保健機関（WHO）の報告書である。高湿度では汗の蒸発を制限して放熱を遅らせる。乾燥した空気は気道の粘膜を乾燥させて不快感を起す。また、微生物と塵埃の気道粘膜での濾過作用に影響する。これらのことから、30~60%RHを推奨している。	Goromosov 1968

## 5. 近年の知見

### 5.1 建築物衛生管理検討会の報告

2001年（平成13年）10月に立ち上げられた厚生労働省の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あ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<sup>16)</sup>を以下に示す。

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。

以上のように、現在の湿度基準に関しては、それを遵守するための技術的手段の整備に課題があり、低湿度や高湿度による健康や環境への影響に関する科学的エビデンスをさらに検討する必要があると考えられる。

## 5.2 温湿度に関する諸外国のガイドライン

近年の動向として、諸外国における温湿度のガイドライン<sup>17-26)</sup>を表4にまとめた。湿度については、米国労働省の労働安全衛生局 (Occupational Safety and Health Administration) が、OSHA Technical Manualにおいて、オフィスにおける温湿度のガイドラインを勧告している<sup>18)</sup>。このマニュアルによると、湿度の制御範囲は20%~60%、温度の制御範囲は20°C~24.4°C (68 °F~76 °F)を勧告している。ただし、この数値は規制値ではない。

カナダ労働安全衛生センター (Canadian Centre for Occupational Health and Safety: CCOHS) は連邦政府機関の1つであり、労働に関連する疾病の予防や労働安全衛生を担当している。カナダには温熱環境規準に関連する法規はないが、CCOHS が労働環境における温熱快適性に関して以下のガイドラインを示している<sup>19)</sup>。

- (1) 一般的には21~23°C (69~73°F)の範囲内に維持することが推奨される。夏季に外気温度がこの範囲よりも高い時は、屋外と外気との温度差を最小限にするために、少しばかり高い温度に空調することが望ましい。
- (2) 相対湿度が約50%に維持されると、オフィス内の労働者は呼吸器系への影響をほとんど受けずに一般に快適である。しかし、湿度がさらに高くなると空気がこもり、息苦しさを感ずる。そしてさらに重要なことは、特に気密性の高い建物内では細菌やかびの成長を助長することである。
- (3) 相対湿度が50%をさらに下回ると、粘膜の乾燥や皮膚の発疹を助長して不快となる。乾燥状態ではオフィス機器やその使用者に帯電が生じやすくなる。
- (4) 0.25m/s以下の気流速度では、長期間の集中力が要求される仕事であっても、深刻な注意力の低下を引き起こさない。
- (5) カナダ規格協会(CSA)のCSAZ412-00「オフィス人間工学」において、カナダのオフィス環境において要求される温度と湿度(表3参照)が示されている。これらの値は、ASHRAE Standard 55-2004に基づいて作成されている。およそ80%の人々が快適感を示す温度範囲とされている。これらの基準は、カナダ学術研究会議も推奨している。

フィンランド環境省 (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 part D2 に温熱環境基準が規定されている<sup>21)</sup>。この法律は建物を対象とした法律である。相対湿度のガイドラインは45%RH (21°C)である。

中国では、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)<sup>22)</sup>を公布し、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。

中国の香港特別行政区では、香港政府が設置した省庁間室内空気質管理グループ (inter-department Indoor Air Quality Management Group: IAQMG) が、2003年9月にオフィスと公共の場を対象とした室内空気質管理の指針 (Guidance Notes for the Management of Indoor Air Quality in Offices and Public Places) を公表した<sup>23)</sup>。この指針は、換気、影響評価、コミュニケーション戦略など、室内空気質を総合的に管理するための包括的なガイドラインを提供している。この指針は、機械換気や空調設備を有する建物や閉鎖空間に適用される。しかし、住居用建物、医療施設、産業施設には適用されない。この指針では、温熱環境や室内空気汚染物質の最大濃度として室内空気質目標 (IAQ Objectives) が作成されて

いる。

室内空気質目標は、労働衛生基準が対象としている労働者の健康だけでなく、労働者の快適性も対象としている。また、子供や高齢者、化学物質過敏症や免疫機能に障害を有する人などの高感受性集団も対象としている。相対湿度の基準は、日本の建築物衛生法の基準値が採用されている。

表3 諸外国の温熱環境のガイドライン

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

\* 通常の居室の室温は25°Cを越えないこと、外気温が最大5時間平均で20°C以上の場合、この基準値を最大5°C超過可能

シンガポールは、熱帯性気候で高層ビルが密集している。劣悪な室内空気質は、職場の労働生産性を低下させる。ビル産業は、省エネルギーに対する要求と、許容可能な室内空気質を維持するための要求の2つに対応しなければならない。そこで1995年、シンガポール環境省は、室内空気質ガイドラインを策定するため技術諮問委員会を立ち上げた。そして、環境省環境疫学研究所 (Institute of Environmental Epidemiology, Ministry of the Environment: IEEMH) がその報告書を公表した<sup>24)</sup>。この報告書で公表された室内空気質ガイドラインは、ビル関連疾患やシックビルディング症候群が考慮されている。そして、空調設備を有するオフィスビルが対象施設となっている。

ニュージーランドでは、オフィスの温熱快適性に関して、労働省(Department of Labour)が Health and Safety in Employment Regulations 1995 で規定している<sup>26)</sup>。室温については、夏期と冬期、職場での活動量で基準を分けているが、相対湿度の基準はいずれも40~70%としている。

### 5.3 湿度に関する研究動向

建築物の中で居住者の健康に影響する湿度関連因子として、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、粘膜や皮膚への影響を総合的に文献レビューした結果<sup>8,9)</sup>を抜粋して以下に述べる。1970年以降に発表された主な研究報告をレビューしている。但し快適性に関する研究は対象外としている。

Sohaffer ら<sup>27)</sup>は、エアロゾル化したA型インフルエンザウイルスは低湿度で最も安定で、中湿度では最も不安定、高湿度ではその中間であり、ウイルスの不活性化率が最も高い相対湿度は、培養細胞によって異なり約40~60%の範囲であったと報告している。近年では中山ら<sup>28)</sup>が、感染患者から1回に排出される飛沫中のインフルエンザウイルスを3時間で不活化するには、18℃で50~60%RH、26℃で55%RH、31℃で25~30%RH必要と報告している。

微生物汚染に関して Baughman ら<sup>29)</sup>は、カビの生育は70%RH以下であれば問題にならないが、カビの生育に基づき湿度の最大限度を設定する場合、フィールド調査の結果から、60%と70%を区別する根拠はないと報告している。また、ダニの至適生育湿度は70~80%RHで、50%程度でもダニ汚染が観察される場合もあるが、空気中の湿度よりも、カーペット中などダニが存在する場所の湿度の方が重要であり、ダニ対策は、湿度制御ではなく、清掃、カーペットの取り替え等の他の手段を用いるべきと指摘している<sup>29)</sup>。アレルギー症状に関して Reinikainen ら<sup>30)</sup>は、アレルギー症状は20~30%RHから30~40%RHへの加湿で改善されると報告している。

静電気による影響については、6~18%RHから35~45%RHへ加湿すると、30%以上になると過半数の従業員が静電気感を訴えなくなり、40%以上になると申告が「乾燥した」から「湿った」側に移行するとの報告がある<sup>31)</sup>。また、木村ら<sup>32)</sup>は、カーペット歩行時の人体の帯電圧は相対湿度の上昇とともに低下するが、人が静電気ショックを感じる限界といわれる3kV程度に達するには相対湿度40~50%RH程度必要と報告している。

粘膜や皮膚への影響に関しては近年報告が多い。例えば Reinikainen ら<sup>30)</sup>は、20.0~31.7%RHから26.6~41.2%RHへの加湿で鼻の乾燥と鼻づまり、皮膚の乾燥や発疹、咽頭の乾燥が軽減されたと報告している。また、特に低湿度では、目の刺激症状や角膜表面を被覆している涙液層の変質が増加し、これらの影響は、VDT(画像表示装置)作業で増悪する可能性が指摘されている<sup>33-35)</sup>。また、粘膜への影響を考慮すると、高齢者では、非高齢者よりも湿度を高めを設定する方が適切であるとの指摘もある<sup>34)</sup>。従って、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<sup>36)</sup>。

以上より、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検討すると、相対湿度の最適推奨範囲としては40~70%が妥当であると考えられる。

## 6. まとめ

室内の湿度に関する環境基準と健康影響等に関する知見をとりまとめて紹介した。建築物衛生法における相対湿度の環境衛生管理基準は、1970年に作成されたものではあるが、近年の知見を踏まえても、居住者の健康を保持増進するための衛生水準としては妥当であると考えられる。ただし近年、環境衛生管理基準に対する相対湿度の不適合率が省エネ等の影響で上昇していることが明らかとなっている。多人数が利用する建築物における衛生的環境の確保のために、持続可能な技術的手段、維持管理方法、制度や運用方法等を検討することが重要であると考えられる。

## 謝辞

本稿で解説した内容は、平成 22 年度財団法人ビル管理教育センター保健文化賞受賞基金事業「指定型」研究助成「建築物環境衛生管理に関する調査研究」（主任研究者：東 賢一）の研究成果によるものであり、ここに記して深謝する。

## 参考文献

- 1) 官報第 11563 号, 1965 年 6 月 30 日.
- 2) 小林陽太郎: ビル衛生管理法の成立背景の事情. ビルの環境衛生管理 1: 5054, 1978.
- 3) 金光克己: ビル管理法制定の経緯と背景. 空気清浄 33 (2): 31-35, 1995.
- 4) ビル管理教育センター: ビルの環境衛生管理. 厚生大臣指定建築物環境衛生管理技術者講習会・テキスト, 1971.
- 5) 竹中浩治: 建築物衛生管理法 (略称) 案について. 空気清浄 7 (2): 1-5, 1969.
- 6) 小林陽太郎, 他: ビルディングの環境衛生基準に関する研究. 昭和 40 年度厚生科学研究, 1966.
- 7) 小川 博: 建築物における衛生的環境の確保に関する法律について. 空気調和・衛生工学 46 (6): 92-98, 1972.
- 8) 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.
- 9) 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.
- 10) Hemmes JH, Winkler KC, Kool SM: Virus survival as a seasonal factor in Influenza and poliomyelitis. *Nature* 188: 430-431, 1960.
- 11) Hemmes JH, Winkler KC, Kool SM: Virus survival as a seasonal factor in Influenza and poliomyelitis. *Antonie van Leeuwenhoek* 28 (1): 221-233, 1962.
- 12) Harper GJ: Airborne micro-organisms survival test with 4 viruses. *Journal of Hygiene* 59: 479-486, 1961.
- 13) Harper GJ: The Influence of Environment on the Survival of Airborne Virus Particles in the Laboratory. *Archives of Virology* 113: 64-71, 1963.
- 14) Buckland FE, Tyrree DAJ: Loss of infectivity on drying various viruses. *Nature* 195: 1063-1064, 1962.
- 15) Goromosov MS: The physiological basis of health standards for dwellings. *Public Health Papers* No. 33, World Health Organization, Geneva, 1968.
- 16) 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, 2002.
- 17) Department of Health & Human Services: PHS Facilities Manual, Volume II, Real Property Management and Facilities Services, 2005.
- 18) Occupational Safety and Health Administration: OSHA Technical Manual, TED 01-00-015, SECTION III: CHAPTER 2, 1999.
- 19) Canadian Centre for Occupational Health & Safety: Thermal Comfort for Office, 2007.



- 20) Health and Safety Executive: Thermal comfort in the workplace - Guidance for employers -, 1999.
- 21) Ministry of the Environment, Housing and Building Department: Indoor Climate and Ventilation of Buildings Regulations and Guidelines 2003, part D2, National building code, 2002.
- 22) State Environmental Protection Administration: Indoor Air Quality Standard, GB/T18883-2002, 2002.
- 23) Indoor Air Quality Management Group: Guidance Notes for the Management of Indoor Air Quality in Offices and Public Places, 2003.
- 24) Institute of Environmental Epidemiology, Ministry of the Environment: Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises, First edition, 1996.
- 25) Commonwealth of Australia: Air-Conditioning and Thermal Comfort in Australian Public Service Offices, 1995.
- 26) Department of Labour: TEMPERATURE in places of work, Wellington, New Zealand 3730GFO, 1997.
- 27) Sohaffer FL, Soergel ME, Straube DC: Survival of Airborne Influenza Virus: Effects of Propagating Host, Relative Humidity, and Composition of Spray Fluids. Archives of Virology 51: 263-273, 1976.
- 28) 中山幹男, 斉藤恵子: インフルエンザウイルスの感染価に及ぼす相対湿度の影響. BMSA 会誌 20 (3): 77-80, 2009.
- 29) Baughman AV, Arens EA: Indoor Humidity and Human Health--Part I: Literature Review of Health Effects of Humidity-Influenced Indoor Pollutants. ASHRAE Transactions 102: 193-211, 1996.
- 30) Reinikainen LM, Jaakkola JJK: Significance of humidity and temperature on skin and upper airway symptoms. Indoor Air 13: 344-352, 2003.
- 31) 輿水ヒカル, 栃原 裕, 池田耕一: 加湿器導入による冬期の工場勤務者の温熱快適性および主観的評価の変化に関する調査研究. 日本建築学会計画系論文集, No. 552. pp. 9-14, 2002.
- 32) 木村裕和, 稲次俊敬, 小河 宏: 最近のカーペットの問題点. 繊維機械学会誌 55 (3): 4-12, 2002.
- 33) Sunwoo Y, Chou C, Takeshita J, Murakami M, Tochihara Y: Physiological and Subjective Responses to Low Relative Humidity. Journal of Physiological Anthropology 25 (1): 7-14, 2006.
- 34) Sunwoo Y, Chou C, Takeshita J, Murakami M, Tochihara Y: Physiological and Subjective Responses to Low Relative Humidity in Young and Elderly Men. Journal of Physiological Anthropology 25 (3): 229-238, 2006.
- 35) Wolkoff P, Kjærgaard SK: The dichotomy of relative humidity on indoor air quality. Environment International 33 (6): 850-857, 2007.
- 36) Wolkoff P: "Healthy" eye in office-like environments. Environmental International 34 (8): 1204-1214, 2008.