

平成26～28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

3. 建築物衛生管理の監視手法のあり方の提案

主任研究者	大澤 元毅	国立保健医療科学院	主任研究官
分担研究者	東 賢一	近畿大学	准教授
分担研究者	鍵 直樹	東京工業大学大学院	准教授
分担研究者	開原 典子	国立保健医療科学院	主任研究官

研究要旨

近年、建築物における衛生的環境の確保に関する法律（以下、建築物衛生法）の特定建築物における建築物環境衛生管理基準を満足しない割合（以下、不適率）の改善が進まないなど、懸念される状況が続き、維持管理手法、環境監視方法・体制などの環境衛生管理のあり方が問われている。建築物衛生法は建築物の衛生担保を、実施業者の装備や体制の整備、衛生管理技術者による監督指導、権原者の環境測定・報告、保健所等による行政監視など、重層的な管理により図っている。

特定建築物における空気環境の不適率の上昇傾向の機序を明らかにするために、H26～28まで3年間、特定建築物の実測調査・統計データ解析・在室者アンケート・自治体アンケートなどを行ってきた。現状把握は衛生管理基準への適合状況（不適率）をターゲットとし、複数の資料を参照しながら、経年変化、地域性について要因分析を行ってきた。

また、事務用途の特定建築物を対象に、実態調査と執務者の健康影響調査を併せて行い、被害状況に関する資料を収集した。管理項目である温度、湿度、気流、浮遊粉じん、CO、CO<sub>2</sub>、ホルムアルデヒドに加え、エンドトキシン、PM2.5、PMV など新たな項目候補を加えた調査法改善の試行、行政実務者へのアンケートなどとりまぜて情報を収集するとともに、換気・乾燥の機序等についても検討した。

明らかとなったこれら成果に基づき、知見を総合してこれからの監視手法のあり方及び、上記の多様な課題に対処するには、建築物衛生法に係る環境衛生管理（監視・指導・啓発・審査・立入り）規定の見直しと行政監視体制の整備、並びに人材開発の推進をについて提案した。

研究協力者

柳 宇	工学院大学建築学部
東 賢一	近畿大学
鍵 直樹	東京工業大学大学院
金 勲	国立保健医療科学院
奥村龍一	東京都健康安全研究センター
河野彰宏	大阪市役所生活衛生課

管理基準の不適合の割合(不適合率)は、過去約10年以上、温度、相対湿度、二酸化炭素濃度について上昇し続けている。特に相対湿度不適合率は、おおよそ25%から50%近くにまで上昇しており、その不適合率は他の管理基準と比べてもはるかに高い<sup>1)</sup>。

その背景として、加湿器の容量・性能不足や運用・維持管理の不備による問題とともに、建築時における加湿器の設置に関する問題があると考えられる。建築物衛生法では、空調設備を空気調和設備と機械換気設備として規定されている。その中で、空気調和設備は温度・湿度の調整ができるものとしているが、パッケージエアコンなどは、温度調整及び除

- 3 建築物衛生管理の監視手法のあり方の提案  
3-1 空気調和設備に関する法整備のあり方に関する検討  
A. 研究目的  
建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）による建築物環境衛生

湿ができたとしても、加湿ができないため機械換気設備を有する建築物として分類されると解釈することもできる。

また、機械換気設備についても空気を浄化するとあるが、対象とする汚染物質がガス状物質、浮遊粉じんによっても、設備が異なってくる。この様な実態と法律の乖離が、加湿器整備、環境衛生監視・指導の妨げとなっている可能性が考えられる。

平成 26 年度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においては、相対湿度不適合率の改善のための空気調和設備のあり方と保健所の指導のあり方を検討するために、全国の保健所の建築物衛生担当者に対して加湿装置及び機械換気設備の解釈に関するアンケート調査を行った。

本研究では、このアンケート調査の自由記載をもとに、空気調和設備に関する法律、建築物衛生法、建築基準法、労働安全衛生法事務所衛生基準規則に記載されている事項の比較を行い、法整備のあり方について検討を行う。

## B. 方法

平成 26 年度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において行った、相対湿度不適合率の改善のための空気調和設備のあり方と保健所の指導のあり方のアンケート調査の自由記載例を元に、法整備について検討を行った。

このアンケート調査は、全国 495 件の全ての保健所に、特定建築物に対する指導や管理等の現況について、組織を代表して建築物衛生の担当者 1 名に自記式調査票に記入していただき、郵送により回収した。355 件（回収率 71.7%）から回答を得たが、自治体を代表して回答したものも含まれていたものである。調査票では、空気調和設備や機械換気設備に関する保健所の指導状況、加湿器の設置に関する保健所の指導状況、相対湿度の測定及び報告に関する保健所の状況等を選択式の質問をし、コメントも頂いている。

## C. 空気調和設備の法整備に関する課題

### C.1 アンケートの自由記載

上述のアンケートにおいて収集した自由記載について、加湿に関する問題点、法整備に関する課題について、下記のように取りまとめて抽出した。

#### <加湿に関する課題>

- 加湿により結露の問題がある。
- 建築確認申請時の段階で加湿器の対応を行うべき。
- 加湿装置の増設は困難で、指導に限界がある。
- 用途により、加湿のニーズが異なる。例えば店舗によっては、加湿を嫌う製品もある。
- ポータブルの加湿器の設置を指導している。
- ポータブルの加湿器の維持管理が困難である。
- 加湿に対する意識が低い。インフルエンザ感染防止などのエビデンスを明確に打ち出すべき。
- 加湿装置におけるレジオネラ対策の指針が必要。
- 加湿装置の性能不足の問題や点検・清掃が困難な構造がある。
- 冬期においても冷房運転により、加湿装置が作動できない。

加湿に関する重要性は認識しているものの、周知することが困難であることが読み取れ、説得力のあるエビデンスの必要性があることが分かった。更に加湿により結露の発生が顕著になることから、加湿を積極的に行うことができないことも、加湿を積極的に行えない要因である。これには、加湿だけではなく、建物構造上の断熱性を上げるなど、建物全体での対策が必要となってくる。その他には加湿の不適合の原因として挙げられる、加湿器の容量不足、冬期においても冷房運転となり加湿器が作動しないなど、一般的な項目についても抽出できた。

卓上加湿器の使用については、先のアンケ

ートでは、図 3-1-1 に示すように卓上加湿器の取り扱いについて示すが、多くが維持管理の困難さ、構造上の設備ではないこと、能力の観点から加湿装置とはしてないが、応急措置として、また基準値適合のため設置を推奨しているところもあった。ただし、維持管理の問題があり、適切な維持管理方法がなければ、レジオネラ属菌の繁殖など問題が発生する可能性がある。指導の現場においては、湿度低下に関する健康リスクが少ないこと、新規設置などについてはコストがかかること、加湿器を設置しても適合するとは限らないなど、指導に苦慮していることが伺えた。

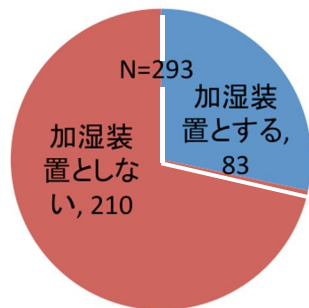


図 3-1-1 卓上加湿器を加湿器として認めるか

<法整備に関する課題>

- ・ 湿度 40% に維持できないことが多い。基準ではなく目標値としてはどうか。
- ・ 湿度に関しては、用途に応じた基準があってもよいのでは。
- ・ 建築基準法では、加湿器の設置の義務づけていないのが問題。構造基準とすべき。適切な容量の加湿器の設置と管理を義務づける。
- ・ 建築物衛生管理技術者により強い権限を持たせる。
- ・ ガイドライン等で加湿器の選定指針を示して貰いたい。加湿器選定に関する専門的知識の研修会等を開催する。
- ・ 国土交通省の建築設計基準として、外気条件：2℃，30%，室内条件：22℃，40%の見直し。

加湿器の適切な設置に関しては、建築確認申請時の図面審査を活用することが考えられる。先のアンケートによると、図 3-1-2 に示すように建築確認申請時の図面審査の実施については、1/3 程度の実施に留まっている。また審査においては、加湿器設置を半数以上は指導を行っている状況であった。指導の目的としては、健康影響への配慮、基準値遵守のためとあり、指導しない理由として、加湿器の設置が義務づけられていない、レジオネラ属菌のリスクなどと、法律上及び維持管理上の問題点が挙げられた。

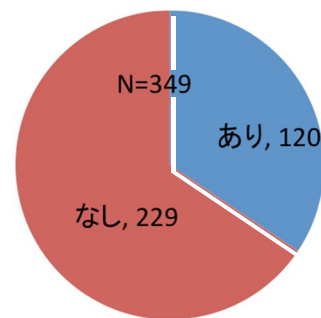


図 3-1-2 図面審査の有無

湿度の基準値については、40%の緩和や目標値として運用しては、との意見もあること、家電販売店など湿度を嫌う用途などあることから、用途に応じて基準を設けるべきなどの意見があった。加湿器を設置していない特定建築物もあることから、構造基準として設置を義務づけるべきとの意見もあった。

設計段階においては、国土交通省の建築設計基準について、標準外気条件：2℃，30%，室内条件：22℃，40%があるが、実際には室内温度が高い温度で運用されていることから、結果的に相対湿度が低くなっていること、都心での乾燥化など、設計時において加湿器の容量がそもそも不足していることが挙げられていた。更には、建築物衛生管理技術者の権限の強化により、運用において改善を試みる手法の提案があった。

## C.2 法整備に関する課題

下記に建築基準法，建築物衛生法，労働安全衛生法事務所衛生基準規則において，建物の機械換気設備，空気調和設備に関する記述について抜き出した。

### < 建築基準法施行令 >

#### ( 換気設備の技術的基準 )

##### 第二十条の二

口 機械換気設備（中央管理方式の空気調和設備（空気を浄化し，その温度，湿度及び流量を調節して供給（排出を含む。）をすることができる設備をいう。）を除く。以下同じ。）にあつては，第二百二十九条の二の六第二項の規定によるほか，次に定める構造とすること。第二百二十九条の二の六第二項

2 建築物に設ける機械換気設備は，次に定める構造としなければならない。

一 換気上有効な給気機及び排気機，換気上有効な給気機及び排気口又は換気上有効な給気口及び排気機を有すること。

二 給気口及び排気口の位置及び構造は，当該居室内の人が通常活動することが想定される空間における空気の分布を均等にし，かつ，著しく局部的な空気の流れを生じないようにすること。

三 給気機の外気取り入れ口並びに直接外気に開放された給気口及び排気口には，雨水又はねずみ，虫，ほこりその他衛生上有害なものを防ぐための設備をすること。

四 直接外気に開放された給気口又は排気口に換気扇を設ける場合には，外気の流れによつて著しく換気能力が低下しない構造とすること。

五 風道は，空気を汚染するおそれのない材料で造ること。

#### ( 換気設備の技術的基準 )

##### 第二十条の二

中央管理方式の空気調和設備にあつては，第二百二十九条の二の六第三項の規定によるほか，衛生上有効な換気を確保することができるものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いる構造とすること。

### 第二百二十九条の二の六第三項

建築物に設ける中央管理方式の空気調和設備は，前項に定める構造とするほか，国土交通大臣が居室における次の表の各項の上欄に掲げる事項がおおむね当該各項の下欄に掲げる基準（浮遊粉じん，一酸化炭素，炭酸ガス，温度，相対湿度，気流）に適合するように空気を浄化し，その温度，湿度又は流量を調節して供給することができる性能を有し，かつ，安全上，防火上及び衛生上支障がない構造として国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものとしなければならない。

### < 建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令 >

#### ( 建築物環境衛生管理基準 )

##### 第二条

口 機械換気設備（空気を浄化し，その流量を調節して供給をすることができる設備をいう。）を設けている場合は，厚生労働省令で定めるところにより，居室におけるこの表の第一号から第三号まで，第六号及び第七号の上欄に掲げる事項（浮遊粉じんの量，一酸化炭素の含有率，二酸化炭素の含有率，気流，ホルムアルデヒドの量）がおおむね当該各号の下欄に掲げる基準に適合するように空気を浄化し，その流量を調節して供給をすること。

#### ( 建築物環境衛生管理基準 )

##### 第二条

イ 空気調和設備（空気を浄化し，その温度，湿度及び流量を調節して供給（排出を含む。）以下この号において同じ。）をすることができる設備をいう。）を設けている場合は，厚生労働省令で定めるところにより，居室における次の表の各号の上欄に掲げる事項（衛生管理基準 7 項目）がおおむね当該各号の下欄に掲げる基準に適合するように空気を浄化し，その温度，湿度又は流量を調節して供給をすること。

< 事務所衛生基準規則 >

( 空気調和設備等による調整 )

第五条 事業者は、空気調和設備( 空気を浄化し、その温度、湿度及び流量を調節して供給することができる設備をいう。以下同じ。) 又は機械換気設備( 空気を浄化し、その流量を調節して供給することができる設備をいう。以下同じ。) を設けている場合は、室に供給される空気が、次の各号に適合するように、当該設備を調整しなければならない。

一 浮遊粉じん量( 一気圧、温度二十五度とした場合の当該空気一立方メートル中に含まれる浮遊粉じんの重量をいう。以下同じ。) が、 $0.15$  ミリグラム以下であること。

二 当該空气中に占める一酸化炭素及び二酸化炭素の含有率が、それぞれ百万分の十以下( 外気が汚染されているために、一酸化炭素の含有率が百万分の十以下の空気を供給することが困難な場合は、百万分の二十以下) 及び百万分の千以下であること。

三 ホルムアルデヒドの量( 一気圧、温度二十五度とした場合の当該空気一立方メートル中に含まれるホルムアルデヒドの重量をいう。以下同じ。) が、 $0.1$  ミリグラム以下であること。

附 則 ( 平成一六年三月三〇日厚生労働省令第七〇号 )

2 この省令の施行の際現に中央管理方式以外の空気調和設備又は機械換気設備を設けている室については、当分の間、第一条による改正後の事務所衛生基準規則第五条第一項第一号の規定は、適用しない。

( 空気調和設備等による調整 )

第五条 事業者は、空気調和設備( 空気を浄化し、その温度、湿度及び流量を調節して供給することができる設備をいう。以下同じ。) 又は機械換気設備( 空気を浄化し、その流量を調節して供給することができる設備をいう。以下同じ。) を設けている場合は、室に供給される空気が、次の各号に適合するように、当該設備を調整しなければならない

建築基準法と建築物衛生法においては、機械換気設備と空気調和設備については概ね同様の記述であるが、建築基準法においては、中央管理方式の空気調和設備のみを対象としている書き方であるのに対し、建築物衛生法では、中央管理方式の限定は撤廃されているため、個別空気調和設備への考慮が行われていない。また、両法律ともに、空気調和設備について空気を浄化し、その温度、湿度又は流量を調節して供給することができる性能を有することと述べられており、建築物衛生法と同様である( ただし、建築基準法には空気を浄化する項目として、ホルムアルデヒドは述べられてない)。しかし、加湿することを意図した湿度を調整するための加湿器を設置に関する記述がされていないことから、加湿器の扱いが曖昧になっていることが考えられる。

なお、先のアンケートによると図 3-1-3 及び図 3-1-4 に示すように、加湿装置がない場合、機械換気としている割合は  $2/3$  程度であり、法令の解釈通りに行っているということであった。しかし、空気調和設備と分類する際には、加湿機能がなくとも、その他の項目の調整が可能なこと、法令に加湿器設置義務がないことなどの理由で、判断が分かれていた。また、エアコンについては、半数以上で空気調和設備とは分類しておらず、温度調整及び除湿のみでは空気調和とは判断していないものの、設備の状況により判断しているようであった。

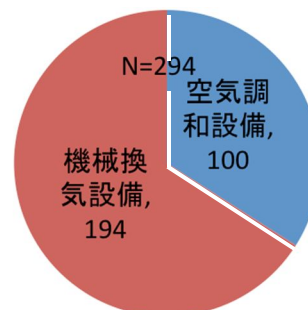


図 3-1-3 加湿装置のない設備の分類

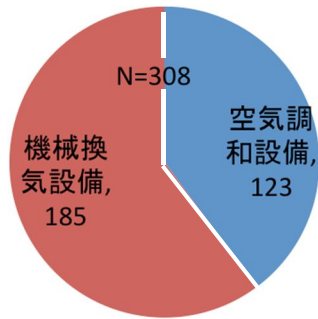


図 3-1-4 パッケージエアコンなど加湿装置のない設備の分類

一方機械換気設備については、両法律共に空気を浄化することと記述されているものの、換気により二酸化炭素や一酸化炭素などのガス状物質を外気を導入して希釈して浄化することか、浮遊粉じんなどエアフィルタを設けて除去することを想定しているのかが不明である。

図 3-1-5 に第 3 種換気設備のようなエアフィルタのない換気扇について、機械換気と認めているかについてのアンケート結果を示す。半数以上が機械換気設備と認めており、認める理由として、CO、CO<sub>2</sub>については適合可能なため、機械換気設備にエアフィルタを規定していないため、浄化に対し具体的な定めがない、浮遊粉じんが超過する可能性が低いため、という回答があった。また、認めない理由として、浮遊粉じんの制御ができないため、という回答もあった。

機械換気設備に関しても、エアフィルタを有するものとならないものについて、判断が分かれていることが、法律の規定に曖昧さがあることに関係していると考えられる。

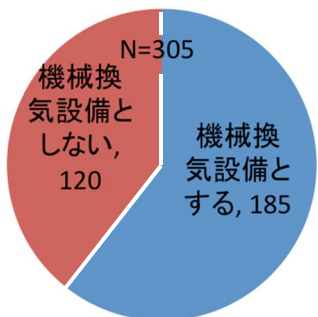


図 3-1-5 エアフィルタのない換気扇を機械換気設備と認めるか

事務所衛生基準規則においては、両法律と同様に機械換気設備と空気調和設備に分類し、浄化には、浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素、ホルムアルデヒドの 4 項目を示している。また、建築物衛生法が個別空調方式に対応したことから、中央管理方式以外の空気調和設備又は機械換気設備についても、言及されている。しかしながら、上記の空気環境項目に基準については、建築物衛生法が室の代表点での環境測定を意図しているのに対し、事務所衛生基準規則においては、室に供給される空気を対象としている。例えば換気設備の吹出口の空気質が上記の通りとすれば、外気の濃度のみを規定していることとなり、室内の発生量に応じた換気量の確保は望めないことから、空気環境の基準値を満足することができない可能性があり、表現の問題がみられる。

#### D.まとめ

本調査では、保健所環境衛生監視員を対象とした建築物衛生法に係わる設備の設置指導についてアンケート調査の自由記載をもとに、空気調和設備に関する法律、建築物衛生法、建築基準法、労働安全衛生法事務所衛生基準規則に記載されている事項の比較を行い、法整備のあり方について検討を行った。

自由記載の中から、湿度の意識を高めること、結露や加湿のポイントなどを周知することが必要であることの見解があり、用途毎の基準値の設定、構造的に加湿器の設置を義務化すること、設計段階の標準条件の見直しなどの意見があった。いずれにせよ、設置及び運用に関する適切なマニュアルなどの対応が効果的であると考えられる。

また、建築物衛生法、建築基準法、労働安全衛生法事務所衛生基準規則の違いを検討した結果、建築基準法においては、個別空調方式の記載がないことと共に、湿度を調整するための加湿器の記載、浄化のためのエアフィルタの設置など曖昧な部分がある。また、事務所衛生基準規則においては、空気の基準として供給空気を対象としており、建築基準法

及び建築物衛生法に規定している室空気とは異なる記述となっていた。これらを統一して整理すること、可能なれば設備の設置にまで踏み込めれば、基準値の不適合率の改善に効果があるものと考えられる。

#### E. 参考文献

- 1) 東賢一，池田耕一，大澤元毅，鍵直樹，柳宇，斎藤秀樹，鎌倉良太：建築物における衛生環境とその維持管理に関する調査解析，空気調和・衛生工学会論文集，No.179，pp.19-26，2012.2

### 3-2 温湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンス

#### 3-2-1 湿度の基準値設定の根拠<sup>1),2)</sup>

ビル内における人体の環境諸要素の基準を提示する場合、事務所内においても、知的作業、軽作業、筋肉作業など、作業の種類と強度による差があり、男女差もある。従って、ビル内の環境を対象とする場合、他の広範な作業強度についての基準を参照とすることにより、狭い目的に対して、作業者のための確な環境条件を設定し維持するべきである。そこで「ビルディングの環境衛生基準に関する研究」<sup>3)</sup>では、当時得られた知見（石川、阿久津、三浦、平山、真許、Yaglou など）に基づいて、床上 75cm における温度の許容限度として、冬季で最小 17℃、夏季で最大 28℃が提案されている。

また、1971 年に作成された厚生大臣指定建築物環境衛生管理技術者講習会テキスト<sup>4)</sup>に以下の記述がある。「人体の温度調節機能は 5℃～7℃が限界といわれていること、外気温度を無視した冷房により、神経痛、腰痛、腹痛、胃腸障害、下痢、風邪、月経障害などのいわゆる冷房病、また過度の暖房により呼吸器系疾患に罹患することなど、さらに、季節により快適温度が異なることなどを考慮し、冬季には 17～23℃、夏季には 21～28℃に保つことが良いともいわれているが、夏季に暖房、冬季に冷房を要するような特殊な場合もあるので慎重な配慮が必要である。」また、1971 年厚生省大臣官房総務課の古賀章介氏による建築物衛生法の解説によると、居室の温度を外気より低くする場合の許容しうる温度差を 7℃以内として運用することが明記されている。従って、温度の建築物環境衛生管理基準の設定にあたっては、季節を問わず通年の上限および下限として「17℃以上 28℃以下」を採用し「居室における温度を外気より低くする場合は、その差を著しくしないこと。」が付記されたと考えられる。

#### 3-2-2 相対湿度の基準値設定の根拠<sup>1),2)</sup>

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」<sup>3)</sup>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。

相対湿度の環境衛生管理基準（40～70%）では、この上限値がそのまま採用されているが、下限値は異なっている。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る。これらの研究によると、インフルエンザウイルスの死滅率は低湿度で低く、相対湿度の下限値は 40%と判断できる。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%が採用されたと考えられる。

#### 3-2-3 二酸化炭素の基準値設定の根拠<sup>1),2)</sup>

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

1968 年に世界保健機関（WHO）が公表した「住居の衛生基準に対する生理学的基礎」<sup>13)</sup>では、二酸化炭素の基準について次の記載



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

従って、二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準の設定にあたっては、WHOの報告書で指摘された二酸化炭素の判定基準を踏まえ、さらに1000ppmを超過した際の二酸化炭素による健康影響を考慮し、管理基準を1000ppmに設定したと考えられる。

### 3-2-4 温湿度に関する諸外国の基準<sup>1),2)</sup>

温熱快適性は、着衣量や活動量によって最適温度範囲が異なるため、季節や活動状況に応じた適正な温度範囲がある。そこで、夏季の冷房時と冬季の暖房時で基準を分けている諸外国が散見された。以下にその例を示す。

米国保健省は、公衆衛生サービス施設に関する温熱環境基準をマニュアルとして定めている。このマニュアルによると、就業時間中に維持すべき夏季の冷房温度は21.1~26.7°C(70~80°F)であり、冷房装置の調節温度は25.6~26.7°C(78~80°F)に設定すべきとしている。また、同様に冬季の暖房温度は18.3~20.0°C(65~68°F)に維持すべきであり、非就業時間中は12.8°C(55°F)未満に設定すべきとしている。

米国労働省の労働安全衛生局は、当局の技術マニュアルにおいて、オフィスにおける湿度のガイドラインを勧告している。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20~24.4°C(68~76°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が労働環境におけるガイドラインを勧告している。温度について、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が、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としている。

カナダ規格協会は、オフィス環境における湿度の規格CSA Z412-00を作成している。およそ80%の人々が快適感を示す温度範囲として、夏季では相対湿度30%で24.5~28°C、同60%で23~25.5°C、冬季では相対湿度30%で20.5~25.5°C、同60%で20~24°Cと規定している。夏季は薄いズボンに半袖シャツ、冬季は分厚いズボンに長袖のシャツが着衣の前提条件となる。カナダ学術研究会議がこの規格を推奨している。

イギリス健康安全局が職場の温熱快適性に関する指針を公表している。この指針の対象は、店舗、オフィス、工場、実験場などの一般的な室内環境である。加熱や冷却が強制的に行われている鋳造所、ガラス工場、冷蔵庫など、製紙工場やクリーニング工場などの高湿度の職場、作業上特殊な保護衣を着用しなければならない職場は対象外である。この指針によると、イギリスの大半の国民が許容可能な温熱快適性の範囲は、13°C(活動量の多い職場)~30°C(デスクワーク中心の職場)としている。

中国では、国家環境保護総局や衛生部等の行政機関が共同で室内空気質基準(GB/T18883-2002)を2002年に公布している。この基準は住宅とオフィスの室内空気質に対する評価に適用され、夏の空調時は室温22~28°Cで相対湿度40~80%、冬の暖房時は室温16~24°Cで相対湿度30~60%としている。

ニュージーランドでは、労働省がオフィスにおける温熱環境基準を規定している。デスクワーク中心の職場では夏季が室温 19～24℃ で冬季が室温 18～22℃、活動量の多い職場では夏季が室温 16～21℃ で冬季が室温 16～19℃、相対湿度はいずれの職場でも 40～80%としている。

その他、オーストラリア、フィンランド、香港特別行政区、シンガポールでも温熱環境のガイドライン等が作成されている。

諸外国における温熱環境基準を表 3-2-1 に示す。

### 3-2-5 相対湿度による健康等への影響に関する近年のエビデンス

既報において、建築物の中で居住者の健康に影響する因子として、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（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%が妥当であると報告した<sup>1),2)</sup>。さらに文献レビューを行った結果、近年の日本における疫学研究<sup>6),7)</sup>からも、40%以上の相対湿度が必要であることが報告されている。これらのエビデンスをまとめると、推奨範囲は表 3-2-2 にように 40～70%にまとめることができる。以下に近年のエビデンスを概説する。

Sohaffer らは、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<sup>8)</sup>。近年では中山らが、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<sup>9)</sup>。

微生物汚染に関して Fanger は、カビの生育防止には 70%RH 以下が必要と報告している<sup>10)</sup>。Baughman らは、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<sup>11)</sup>。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、空气中の湿度よりも、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。アレルギー症状に関して Reinikainen らは、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<sup>12)</sup>。

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>13)</sup>。また、木村らは、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<sup>14)</sup>。衣類の帯電に関しては、衣服着用時の帯電量と相対湿度にしてみると、ポリエステルでは 50%RH 以下、ナイロンでは 40%RH 以下で放電を開始しており<sup>15)</sup>、床材によって異なるが、化学繊維製カーペットでは 40～50%RH 以上、綿などのカーペットでは 30～35%RH 以上必要と報告されている<sup>10)</sup>。

粘膜や皮膚への影響に関しては近年報告が多い。例えば、皮膚および粘膜の乾燥は 20～30%RH から 30～40%RH への加湿で改善される<sup>16)</sup>。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る<sup>12)</sup>。目の涙膜層の質は湿度 15%以下で悪化し、特にコンタクト使用者では顕著であり、5%RH では 35%RH と比べてまばたき時間が短縮し、15%RH 以下では 25%RH 以上より全身乾燥感や目の乾燥感が増強し、Sensitive 群では目の刺激感が湿度低下に伴い向上すると報告されている<sup>17)</sup>。10%RH と 30%RH への入室では 50%RH と比べて目と皮膚の乾燥が有意に観察され、鼻腔内の粘液線毛機能は 10%RH に

入室すると有意に増加（鼻の乾燥）することから，目や皮膚の乾燥防止には 30%RH 超，鼻の粘膜の乾燥防止には 10%RH 超必要と報告されている<sup>18)</sup>。鼻腔粘膜輸送速度（SCT）は 10%RH に入室すると高齢者で有意に増加，まばたき回数は 10%RH と 30%RH の湿度条件で高齢者および若年者ともに有意に増加，高齢者施設では温湿度を適切に管理することがより重要と報告されている<sup>19)</sup>。左前腕部皮膚水分量は 50%RH と 70%RH に比べて 40%RH と 30%RH では有意に低く，低湿度では蒸汗作用大と報告されている<sup>20),21)</sup>。また，まばたき許容時間（BUT）は 50%RH 以下で入室時に有意に高くなったが入室後の湿度間に有意な差はなかったと報告されている<sup>20),21)</sup>。相対湿度が低いと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）の変質が増加する。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ある。相対湿度 40%RH は，30%RH 以下のレベルよりも目や気道には良好であると報告されている<sup>18),19),22)</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>23)</sup>。

最近の研究成果として，国立労働安全衛生研究所の齊藤らは，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%以上を推奨している<sup>7)</sup>。著者らの日本の研究でも，相対湿度の冬期における環境基準不適合と上気道症状との有意な関係がみられている<sup>6)</sup>。

これまで低湿度におけるインフルエンザウイルス活性の増加が報告されてきた。近年は，動物への曝露実験による感染力の研究が報告されており，低湿度ではウイルスを含む飛沫核の安定性が高いことから感染力が高いと考えられている（図 3-2-1）<sup>24),25)</sup>。また，疫学研究においては，インフルエンザ発症前の温度と絶対湿度の平均値，温度と絶対湿度の低下率を比べた場合，温度よりも絶対湿度，平均値よりも低下率がインフルエンザの発症リスクに強く関係していることが示唆されている<sup>26)</sup>。

一般的な風邪の症状を引き起こすライノウイルスについても，インフルエンザウイルス程ではないが，温度と絶対湿度の低下とウイルス感染リスクとの関係が疫学研究で示唆されている<sup>27)</sup>。

### 3-2-6 二酸化炭素による健康等への影響に関する近年のエビデンス

#### （1）諸外国におけるガイドライン

諸外国における二酸化炭素濃度のガイドラインを調査した結果，ほとんどの諸外国で，室内空気汚染や換気の指標として，1000ppm が採用されている（表 3-2-3）<sup>1),2)</sup>。特に，シンガポール，中国香港特別行政区，韓国環境部などのアジア諸国では，日本の建築物衛生法が参照されている。

ドイツでは，2008 年に連邦環境庁の室内空気衛生委員会が二酸化炭素の室内空気質ガイドラインを公表している。ドイツのガイドラインでは，健康と衛生上の問題を考慮したうえで，1000 ppm 以下を無害（harmless），1000～2000 ppm では健康と衛生上の問題が上昇（elevated），2000 ppm 以上を許容不可能（unacceptable）としている（表 3-2-4）<sup>28)</sup>。

#### （2）疫学研究

ヒトが吸入する二酸化炭素濃度の上昇にともない，血中 pH が低下し，ヘモグロビンから酸素が離れやすくなる。そのため，吸入する二酸化炭素濃度が 10000 ppm を超えると呼吸性アシドーシスが出現し，濃度の上昇に伴って，呼吸数の増加，頭痛，錯乱，嗜眠，記憶喪失，呼吸困難等のリスクが高くなる。従って，二酸化炭素はヒトに対して有害な物質である<sup>29)</sup>。

二酸化炭素による健康等への影響に関して文献レビューを行った結果，以下の報告があった。オフィスビルの二酸化炭素濃度と健康影響に関する 21 の文献をレビューした結果，約半数の研究において，800 ppm 未満の濃度領域で，二酸化炭素濃度の減少とともに SBS 症状のリスクが減少していた<sup>30)</sup>。米国 BASE 研究において，1 日平均濃度 800 ppm 以下の領域でも，室内平均濃度と外気濃度の差が

100 ppm 上昇すると粘膜刺激と下気道症状が有意に上昇した。また、最大濃度との差では 250 ppm 上昇すると同様の症状が有意に上昇した<sup>31),32)</sup>。スウェーデンの調査(674~1450 ppm)において、二酸化炭素濃度が 100 ppm 上昇すると頭痛が有意に増加したことから、二酸化炭素濃度は現在の基準値 1000 ppm 以下にすべきと指摘されている<sup>33)</sup>。1000 ppm 以上の濃度の二酸化炭素に曝露した学校の子どもにおいて、乾性咳(OR 2.99)と鼻炎(OR 2.07)の症状が有意に増悪したと報告されている<sup>34)</sup>。22名の学生を用いて、オフィス様のチャンバーで 600 ppm, 1000 ppm, 2500 ppm の二酸化炭素濃度で 1 日合計 7.5 時間曝露させたところ、1000 ppm の二酸化炭素濃度で有意に意思決定能力が低下したと報告されている<sup>35)</sup>。台湾の事務所労働者の調査では、800 ppm 以上の二酸化炭素濃度で目や上気道の刺激が報告されている<sup>36)</sup>。

低濃度の二酸化炭素によるヒトの健康等へ影響について、近年、フランス環境労働衛生安全庁(ANSES)が、レビューを行っている(表 3-2-5)<sup>37)</sup>。それによると、二酸化炭素濃度の室内外濃度差 450 ppm 以上または室内濃度 850 ppm 以上では、シックビルディング(SBS)症状が増加すると報告している。また、室内外濃度差 600 ppm 以上または室内濃度 1000 ppm 以上では、小児の喘息症状の増悪や成人の意思決定及び問題解決能力が低下すると報告している。このような労働生産性に対する影響は、社会経済に与える影響が大きく、今後の重要な課題といえる。鉛の耐容摂取量の設定においては、小児における知能指数(IQ)の低下が影響指標に用いられており、このような非顕性(sub-clinical)の影響に対しても、近年対応が求められている<sup>38)</sup>。

二酸化炭素濃度と SBS 症状については、著者らの日本の研究でも、550 ppm から 1320 ppm の濃度域において、二酸化炭素濃度の上昇と頭痛等の一般症状のリスクとの関連性に関する傾向がみられおり、1000 ppm の環境基準不適合と一般症状との有意な関係もみられた<sup>6),39)</sup>。上述のように、スウェーデン<sup>33)</sup>や台湾<sup>36)</sup>の調査でも、これらの低濃度域における

SBS 症状との有意な関係が報告されている。

### (3) 低濃度二酸化炭素による生理学的変化

従来は 5000ppm 以下の二酸化炭素濃度では血中の二酸化炭素に影響はないと予測されていた。しかし最近の研究によると、500~4000ppm の低濃度域でも血中の二酸化炭素分圧は上昇し、その領域で心拍変動の変化(交感神経刺激の上昇)と末梢血液循環の増加が生じると報告されている<sup>40),41)</sup>。

このことは、600~5000ppm の他の研究でも確認されており、1500ppm 以上数時間の曝露では、600ppm に比べて血圧上昇や心拍数の上昇が報告されている<sup>42)</sup>。

自律神経系の機能障害は、認識システム等の様々な健康への影響や、方策策定能力やワーキングメモリの低下<sup>43)</sup>に関連するが、このような低濃度域における意思決定能力の低下<sup>44)</sup>や認識機能への影響<sup>45)</sup>が近年報告されている。

Allen らによると、環境条件(VOCs, 換気、二酸化炭素を強制導入等)を制御したオフィスで 24 名の男女を用いて 6 日間勤務で認識機能に関するテストを行ったところ、VOCs と二酸化炭素(対照群に比べて 945ppm 群と 1400ppm 群)はそれぞれ独立した影響を示した<sup>45)</sup>。

MacNaughton らによると、一般ビル(約 1000ppm)、2 種のグリーンビルのオフィスで 24 名の男女を用いて 2 週間健康影響に関する評価を行った(TVOC と二酸化炭素を強制導入)ところ、気道・目・皮膚症状、頭痛、認識・感覚影響等の症状の数が有意に増加及び心拍数の有意な上昇が 1000ppm でみられた<sup>40)</sup>。

Zhang らによると、10 名の被験者、2.5 時間で 500 及び 5000ppm(強制導入)の部屋での二酸化炭素曝露では、急性症状(上記とほぼ同じ)認識機能への影響はみられなかったが、呼気終末二酸化炭素分圧(ETCO<sub>2</sub>)では差がみられた<sup>46)</sup>。

また Zhang らによると、25 名の被験者、255 分間二酸化炭素濃度(強制導入)とヒト由来の汚染物質(bioeffluents)を制御(外気導入

量増)した部屋(二酸化炭素濃度 500, 1000, 3000ppm)では, bioeffluents 含む 3000ppm の条件で頭痛, 疲労, 眠気への影響がみられ, bioeffluents 含む 1000ppm の条件で認識機能への影響がみられた<sup>47)</sup>。

また上記の実験においては, bioeffluents 含む 1000ppm 以上の条件で  $\alpha$ -アミラーゼ活性の有意な増加がみられ, bioeffluents 含む 3000ppm の条件で拡張期血圧及び経鼻的ピークフローの有意な減少がみられた。ETCO<sub>2</sub> と心拍数の増加は bioeffluents 含む含まないに限らず, いずれも二酸化炭素濃度(二酸化炭素濃度 500, 1000, 3000ppm)に依存して上昇した<sup>48)</sup>。

Zhang らの実験では, 1000ppm では bioeffluents による影響を受けていると報告しているが, これに関する化学的な定性及び定量的な根拠は示されておらず, bioeffluents とはどのようなもので, どのような生体への作用を示すのかについて明らかにしたうえで, 本実験結果でみられたヒトへの影響との関係を明らかにする必要がある

低濃度域における二酸化炭素濃度の上昇と SBS 症状の関係については, 他の室内汚染物質の濃度上昇が関与している可能性があるかもしれないため, 直接的な因果関係とはいえないかもしれない。しかしながら, 国内外の複数の疫学調査において, 低濃度領域における二酸化炭素濃度と SBS 症状との有意な関係が報告されていることから, SBS による健康影響を防止するために, 二酸化炭素濃度を管理基準や管理指標に用いることは, リスク管理として妥当であると考えられる。建築物室内における潜在的な低濃度複合汚染による影響も防止できる可能性がある。また, 二酸化炭素そのものによる労働生産性(意思決定能力等)への影響もヒトボランティアを用いた実験室実験で示唆されていることから, これまで設定されてきた二酸化炭素の環境衛生管理基準である 1000 ppm 以下は, 望ましい基準として適正であると考えられる。

#### D. 総括

建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査については, 東京都と大阪市に所在する事務用途の特定建築物を対象に, 東京都 5 件, 大阪市 6 件の事務所から協力(調査フロアー数 24, 調査対象者数約 648 名)を得たうえで, 平成 27 年 6 月から平成 29 年 2 月までアンケート調査と室内環境の実測調査に関する縦断調査を実施した。その結果, 上気道症状では温度の低下, 相対湿度の低下, 絶対湿度の低下との間に有意な関係がみられた。冬期の相対湿度は建築物環境衛生管理基準値の 40%を下回るオフィスが大半であったことから, 冬期の湿度低下が上気道症状のリスクを高めている原因となっている可能性が考えられた。解析途上にある室内空気汚染物質等の他の室内空気質因子を含め, 今後はさらに詳細な解析を実施する。

相対湿度と二酸化炭素の健康等への影響に関する近年のエビデンスをレビューした結果, 低湿度におけるインフルエンザウイルスの活性, 高湿度におけるカビやダニなどの微生物の増殖, 低湿度におけるアレルギーや粘膜刺激症状の増悪, 低湿度におけるヒトでの静電気ショック, 低湿度における SBS 症状のリスクの増大等の相対湿度の健康等への影響に関する近年の複数のエビデンスは, 現在の環境衛生管理基準である 40%~70%が適正な範囲であることを示していた。

二酸化炭素に関する近年の複数のエビデンスが, 1000ppm 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)関連症状との関係を示している。

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(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 1000ppm 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。

近年, 1000ppm 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。

1999年頃から温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準の不適合率が増加しているが、これらの増加が生じている原因として、省エネルギー対応が関わっているとの報告がある。具体的な例としては、空調機や換気設備の誤った使用方法による外気の導入不足、加湿器や空調機や換気設備のメンテナンス不良など、空気調和設備の維持管理に関わる問題が主な原因としてあげられている<sup>41),42)</sup>。従って、これらの維持管理に関わる問題に対するさらなる対応が必要と考えられる。

#### 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) 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年度厚生科学研究所研究報告, 1966.
- 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) Goromosov MS. The physiological basis of health standards for dwellings. Public Health Papers No. 33, World Health Organization, Geneva, 1968.
- 6) 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・危機管理対策総合事業, 厚生労働省, 東京, 2013.
- 7) 齊藤宏之ら: 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, 2015.
- 8) 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.
- 9) 中山幹男, 齊藤恵子: 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.
- 10) Fanger PO. Air humidity, comfort and health. Proceedings of the 16th International Congress of Refrigeration 5: 255-259, 1983.
- 11) 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.
- 12) Reinikainen LM, Jaakkola JJK. Significance of humidity and temperature on skin and upper airway symptoms. Indoor Air 13: 344-352, 2003.
- 13) 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.
- 14) 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.
- 15) 井上猛司, 松尾義輝 (1978) 静電気対策に必要な温湿度管理とその設計. 電設工業 24 (4): 57-62
- 16) Reinikainen LM, Jaakkola JJK, Seppänen O. The Effect of Air Humidification on Symptoms and Perception of Indoor Air Quality in Office Workers: A Six-Period Cross-Over Trial. Archives of Environmental Health 47 (1): 8-15, 1992.
- 17) 堤 仁美, 田辺新一, 針ヶ谷純吉, 井口泰男, 中村 元: 蒸暑環境から冷房空間への入室時において湿度が快適性・知的生産性に及ぼす影響に関する被験者実験. 日本建築学会環境系論文集, 第609号, pp. 15-21, 2006.
- 18) 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.
- 19) 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.
- 20) 堤 仁美, 田辺新一, 針ヶ谷純吉, 井口泰男, 中村 元. 蒸暑環境から冷房空間への入室時において湿度が快適性・知的生産性に及ぼす影響に関する被験者実験. *日本建築学会環境系論文集*, 第 609 号, pp. 15–21, 2006.
- 21) Tsutsumi H, Tanabe S, Harigaya J, Iguchi J, Nakamura G. Effect of humidity on human comfort and productivity after step changes from warm and humid environment. *Building and Environment* 42 (12): 4034–4042, 2007.
- 22) Wolkoff P, Kjærgaard SK. The dichotomy of relative humidity on indoor air quality. *Environment International* 33 (6): 850–857, 2007.
- 23) Wolkoff P. “Healthy” eye in office-like environments. *Environmental International* 34 (8): 1204–1214, 2008.
- 24) Lowen AC, Mubareka S, Steel J, Palese P. Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature. *PLoS Pathog* 3(10):1470–1476, 2007.
- 25) Hanley BP, Borup B. Aerosol influenza transmission risk contours: a study of humid tropics versus winter temperate zone. *Virology* 7:98, 2010.
- 26) Jaakkola K, Saukkoriipi A, Jokelainen J, Juvonen R, Kauppila J, Vainio O, Ziegler T, Rönkkö E, Jaakkola JJ, Ikäheimo TM1; KIAS-Study Group. Decline in temperature and humidity increases the occurrence of influenza in cold climate. *Environ Health* 13(1):22, 2014.
- 27) Ikäheimo TM, Jaakkola K, Jokelainen J, Saukkoriipi A, Roivainen M, Juvonen R, Vainio O, Jaakkola JJ. A Decrease in Temperature and Humidity Precedes Human Rhinovirus Infections in a Cold Climate. *Viruses* 8(9). pii: E244, 2016.
- 28) IRK (Mitteilungen der Ad-hoc-Arbeitsgruppe Innenraumrichtwerte der Innenraumluftthygiene-Kommission des Umweltbundesamtes und der Obersten Landesgesundheitsbehörden). Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft. *Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz* 51 (11): 1358–1369, 2008.
- 29) Rice SA: Health effects of acute and prolonged CO<sub>2</sub> exposure in normal and sensitive populations. Second annual conference on carbon sequestration, Alexandria, VA, 2003.
- 30) Seppänen OA, Fisk WJ, Mendell MJ. Association of ventilation rates and CO<sub>2</sub> concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings. *Indoor Air* 9(4):226-252, 1999.
- 31) Apte MG, Fisk WJ, Daisey JM. Associations between indoor CO<sub>2</sub> concentrations and sick building syndrome symptoms in U.S. office buildings: an analysis of the 1994-1996 BASE study data. *Indoor Air* 10(4):246-257, 2000.
- 32) Erdmann CA, Apte MG. Mucous membrane and lower respiratory building related symptoms in relation to indoor carbon dioxide concentrations in the 100-building BASE dataset. *Indoor Air* 14(Suppl 8):127-134, 2004.
- 33) Norbäck D, Nordström K. Sick building syndrome in relation to air exchange rate, CO<sub>2</sub>, room temperature and relative air humidity in university computer classrooms: an experimental study. *Int Arch Occup Environ Health* 82(1):21-30, 2008.
- 34) Simoni M, Annesi-Maesano I, Sigsgaard T, Norback D, Wieslander G, Nystad W,

- Canciani M, Sestini P, Viegi G. School air quality related to dry cough, rhinitis and nasal patency in children. *Eur Respir J* 35(4):742-749, 2010.
- 35) Satish U, Mendell MJ, Shekhar K, Hotchi T, Sullivan D, Streufert S, Fisk WJ. Is CO<sub>2</sub> an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO<sub>2</sub> concentrations on human decision-making performance. *Environ Health Perspect* 120(12):1671-1677, 2012.
- 36) Tsai DH, Lin JS, Chan CC. Office workers' sick building syndrome and indoor carbon dioxide concentrations. *J Occup Environ Hyg* 9(5):345-351, 2012.
- 37) ANSES: Concentrations de CO<sub>2</sub> dans l'air intérieur et effets sur la santé. RAPPORT d'expertise collective, 2013.
- 38) 東 賢一: 小児の中毒 II - 4 .重金属による中毒 鉛. *小児科臨床*, 第 65 巻増刊号, pp. 1501-1508.
- 39) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Physicochemical risk factors for building-related symptoms: thermal conditions and combined exposure to indoor air pollutants. *Proceedings of the 14th international conference of Indoor Air Quality and Climate*, 7 pages, in press, 2016.
- 40) MacNaughton P, Spengler J, Vallarino J, Santanam S, Satish U, Allen J. Environmental Perceptions and Health before and after Relocation to a Green Building. *Build Environ* 104:138-144, 2016.
- 41) Vehviläinen T, Lindholm H, Rintamäki H, Pääkkönen R, Hirvonen A, Niemi O, Vinha J. *J Occup Environ Hyg* 13(1):19-29, 2016.
- 42) Kajtár L, Herczeg L. Influence of carbon-dioxide concentration on human well-being and intensity of mental work. *IDŐJÁRÁS* 116(2):145-169, 2012.
- 43) Starcke K, Brand M. Decision making under stress: a selective review. *Neurosci Biobehav Rev* 36(4):1228-1248, 2012.
- 44) Satish U, Mendell MJ, Shekhar K, Hotchi T, Sullivan D, Streufert S, Fisk WJ. Is CO<sub>2</sub> an indoor pollutant? Direct effects of low-to-moderate CO<sub>2</sub> concentrations on human decision-making performance. *Environ Health Perspect* 120(12):1671-1677, 2012.
- 45) Allen JG, MacNaughton P, Satish U, Santanam S, Vallarino J, Spengler JD. Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments. *Environ Health Perspect* 124(6):805-812, 2016.
- 46) Zhang X, Wargocki P, Lian Z. Human responses to carbon dioxide, a follow-up study at recommended exposure limits in non-industrial environments. *Build Environ* 100:162-171, 2016.
- 47) Zhang X, Wargocki P, Lian Z, Thyregod C. Effects of exposure to carbon dioxide and bioeffluents on perceived air quality, self-assessed acute health symptoms, and cognitive performance. *Indoor Air* 27(1):47-64, 2017.
- 48) Zhang X, Wargocki P, Lian Z. Physiological responses during exposure to carbon dioxide and bioeffluents at levels typically occurring indoors. *Indoor Air* 27(1):65-77, 2017.
- 49) 中川晋也ら: 特定建築物における二酸化炭素濃度不適率上昇の原因と対策. *東京都健康安全研究センター研究年報* 第 62 号, pp. 247-251, 2011.
- 50) 労働者健康福祉機構広島産業保健推進センター: 冬季における事務所の湿度環境の実態と改善方策に関する研究. *平成 22 年度調査研究報告書*, 2011.



表 3-2-1 諸外国における温熱環境基準

温熱環境因子	単位	米国保健省	米国労働安全衛生局	カナダ規格協会	英健康安全局	フィンランド環境省	中国環境保護総局	香港特別行政区		シンガポール環境省	オーストラリア雇用・職場関係省	ニュージーランド労働省	
								最良賞	良賞			デスクワーク中心の職場	活動量の多い職場
室温	夏季	21.1~26.7	20~24.4	24.5~28 (30%RH)	13~30	23 *	22~28	20~25.5	< 25.5	22.5~25.5	23~26	19~24	16~21
	冬季			18.3~20.0		20.5~25.5 (30%RH)	21 *					16~24	20~24
相対湿度	夏季	% RH	20~60	-	-	45 (21°C)	40~80	40~70	< 70	≤ 70	-	40~70	40~70
	冬季					30~60							
気流	夏季	m/s	-	-	-	-	0.3	< 0.2	< 0.3	≤ 0.25	≤ 0.25	0.1~0.2	0.2
	冬季						0.2						

\* 通常の居室の温度は25°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

表 3-2-2 近年のエビデンスに基づく相対湿度の推奨範囲

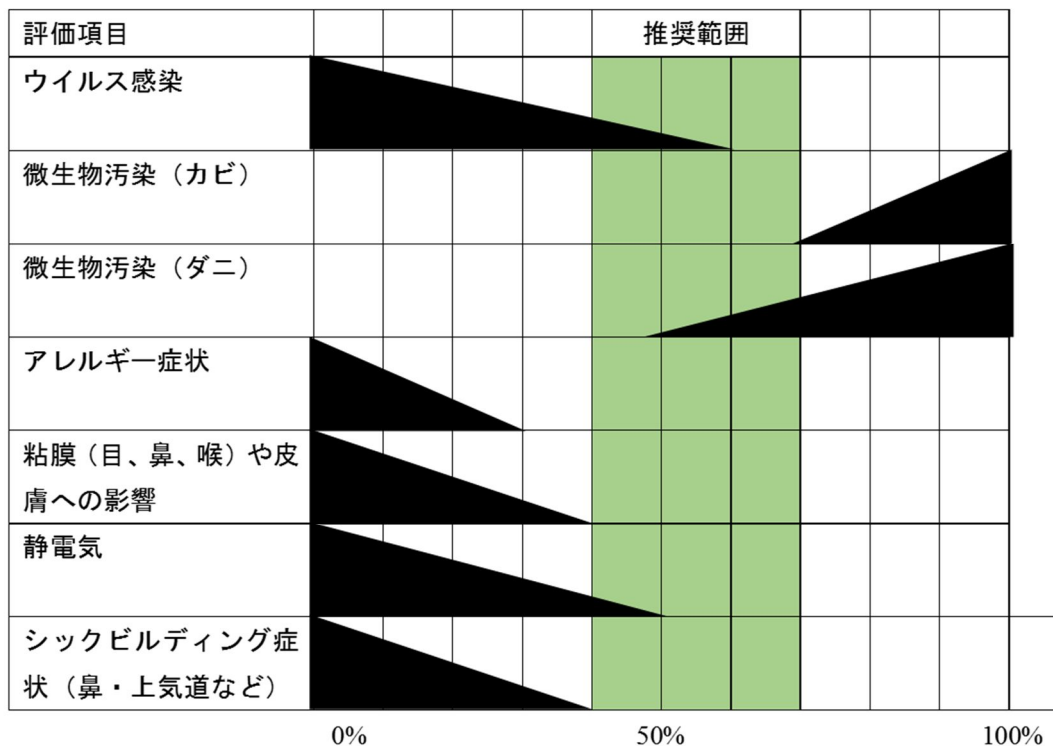


表 3-2-3 諸外国における二酸化炭素濃度の室内空気質ガイドライン

諸外国(公表年)	室内濃度の指針値	対象
ノルウェー厚生省(1999)	1000 ppm(最大値) ※ 室内空気汚染の指標	居住空間
カナダ保健省(1995)	1000 ppm ※ 換気の指標	オフィス環境
カナダ保健省(1987)	3500 ppm以下 (許容可能な長期曝露範囲)	居住空間
シンガポール環境省(1996)	1000 ppm(8時間平均) ※ 換気の指標	空調設備を有するオフィスビル
中国香港特別行政区(2003)	最良質: 800 ppm(8時間平均) 良 質: 1000 ppm(8時間平均)	機械換気や空調設備を有する建物や閉鎖空間
中国環境保護総局(2002)	1000 ppm(24時間平均)	住宅とオフィス
韓国環境部(2003)	1000 ppm	大規模店舗、医療機関等
台湾環境保護庁(2012)	1000 ppm(8時間平均)	

表 3-2-4 ドイツ連邦環境庁による室内空気中の二酸化炭素濃度のガイダンス値

二酸化炭素濃度	健康と衛生上の評価	留意点
1000 ppm以下	無害(harmless)とみなされる	処置の必要なし
1000 ~ 2000 ppm	有害性が上昇する(elevated)	換気状況の確認と改善(外気導入量や換気効率の増加等)
2000 ppm以上	許容できない(unacceptable)	必要に応じて追加措置を試みる

表 3-2-5 二酸化炭素濃度と健康等への影響 (ANSES 2013 に追加・加筆)

室内と大気中のCO <sub>2</sub> の濃度差	既往の疫学及び毒性的研究より	職業曝露限界値(VLEP)
d CO <sub>2</sub> : 400ppm以下 優れたIAQ		
d CO <sub>2</sub> : 400-600ppm 平均レベルのIAQ	850ppm以上 d CO <sub>2</sub> 450ppm以上 SBS症状が増加 (Erdmann and Ajpte 2004) (Wargocki et al 2000)	
d CO <sub>2</sub> : 600-1000ppm 中程度IAQ	1000ppm以上 d CO <sub>2</sub> 600ppm以上 ・学校の子どもの喘息関連症状の増悪 (Simoni et al 2010) ・数時間で成人の精神運動機能(意思決定や問題解決)への影響 (Satish et al 2012)	
d CO <sub>2</sub> : 1000ppm超 低レベルのIAQ	10000ppmに22日曝露した成人で代謝性侵襲(血中Caや尿中濃度の低下)(Gray et al 1950)  追加 10000ppm以上 中程度の身体負荷の健康な成人における呼吸性アシドーシス出現(30分曝露)(DFG 2012)  肺でガス交換が低下し体内にCO <sub>2</sub> が滞留、血液脳関門を通じて急速に拡散する。急性では頭痛、錯乱嗜眠等、緩徐では記憶喪失、睡眠障害、日中の過度な眠気等を生じる。	5000ppm以上 フランスや諸外国の8時間平均値(ACGIH, NIOSH, OSHA等)  10000-30000ppm 諸外国の短時間曝露限界値(同上)

表 3-2-6 二酸化炭素濃度と健康等への影響のまとめ

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や尿中磷濃度の低下), 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

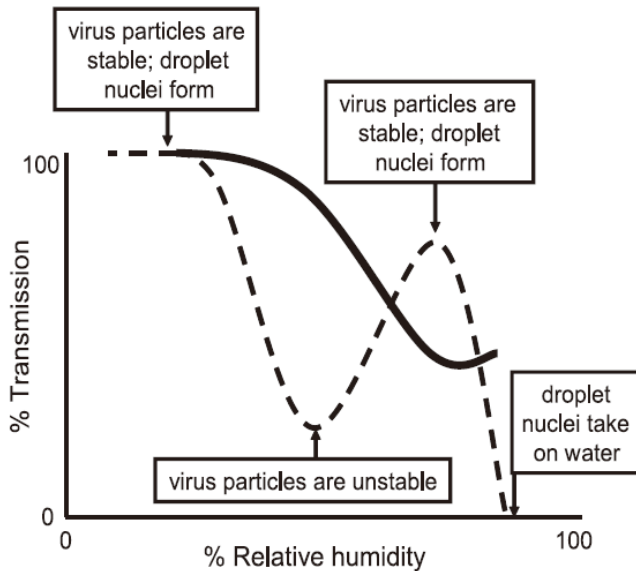
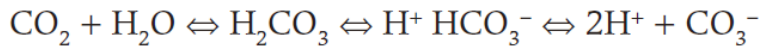


Figure 6. Variation of Transmission Efficiency with Relative Humidity: A Model

表 3-2-1 温湿度とインフルエンザウイルス感染 (モルモットの実験より, Lowen 2007)

### 3-3 空気環境の不適率上昇傾向に関する分析と調査

#### A. 研究目的

特定建築物における空気環境の不適率の上昇傾向の機序を明らかにするために、特定建築物に関する行政報告データを用いた分析、特定建築物の空気環境に関する自治体への質問紙調査を実施した。

#### B. 行政報告データの分析

1996年度から2014年度の行政報告データの、特定建築物施設数、調査（報告徴取、立入検査）数、不適数を用いて、不適率上昇傾向の機序に関する分析を行った。以下に分析結果を示す。

図 3-3-1 に、調査（報告徴取、立入検査）の推移を示す。1996年から2006年までは、行政報告データの「立入検査」の数を用い、2007年から2009年までは、「立入検査回数」、2010年から2014年は、「報告徴取」及び「立入検査等階数」を用いている。調査数は、2006年までは若干の減少傾向が見られ、2007年から2009年に増加している。また2010年以降は、報告徴取と立入検査の合計が、若干増加する傾向を示している。建築物衛生法は2003年に改正されているが、調査数の増加は2007年以降で時間差がある。各自治体における対応の時間差が反映していることによると考えられる。

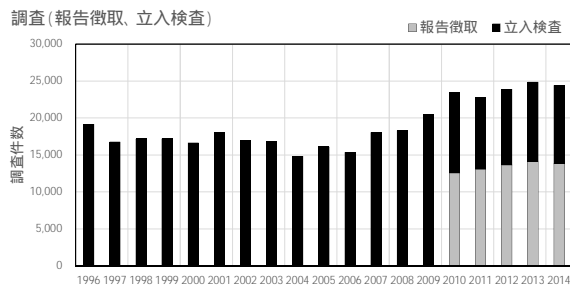


図 3-3-1 調査数(報告徴取,立入検査)の推移

図 3-3-2 に、全国の調査数、増加傾向が顕著である、北海道、愛知、大阪、神奈川、岡山、福岡、減少傾向が見られる埼玉の推移を示す。1996年から2006年までは、大阪と愛

知は変動を伴って減少する傾向をも持ち、その後は概ね安定している。2007年から2012年の間に、自治体によって増加が始まる年は異なるが、顕著な増加が見られ、その後安定する推移となっている。これらの自治体における調査数の増加が、全国の調査数が2007年以降に増加した主な要因となっていると考えられる。

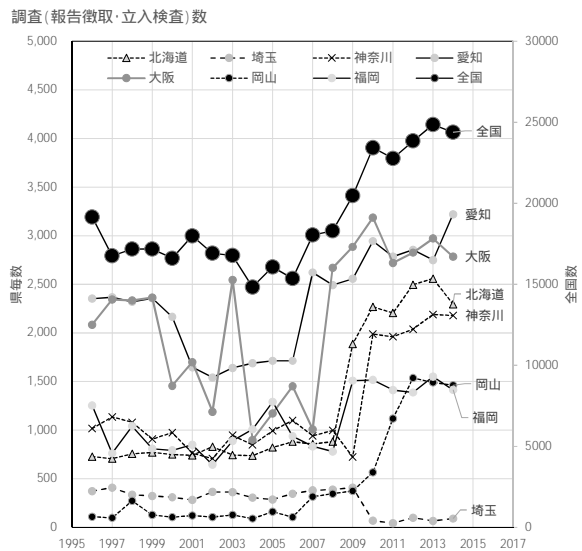


図 3-3-2 顕著な傾向を有する自治体の調査数推移

図 3-3-3 ~ 3-3-5 に、調査数の増減傾向と不適数の増減傾向の関係を示している。増減傾向は、最小二乗法で直線近似を行い、その傾き(調査数/年)を示したもので、増減の程度を示している。図 3-3-3 ~ 3-3-5 に示す空気環境項目では、正の相関( $R^2=0.14 \sim 0.38$ )となっている。なお、ホルムアルデヒド不適率の増減傾向は、調査数の増減傾向に対して負

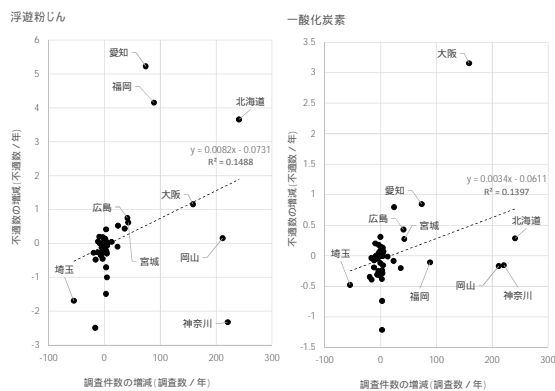


図 3-3-3 浮遊粉じん及び一酸化炭素の調査数の増減傾向と不適率の増減傾向の関係

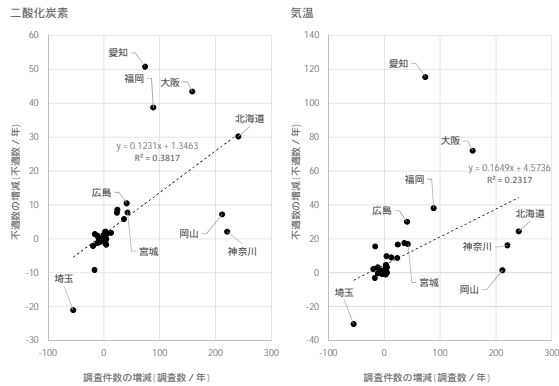


図 3-3-4 二酸化炭素及び気温の調査数の増減傾向と不適合率の増減傾向の関係

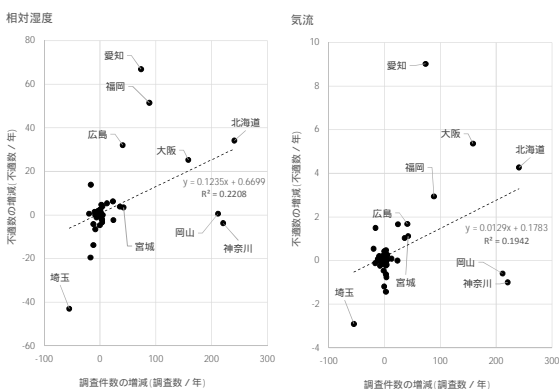


図 3-3-5 相対湿度及び気流の調査数の増減傾向と不適合率の増減傾向の関係

図 3-3-6 に、調査数の増減傾向と報告徴取及び立入検査の増減傾向の関係を示す。報告調査数の増加傾向が強い自治体では、報告徴取の増加傾向が強いとともに立入検査の減少傾向が強いことが確認される。

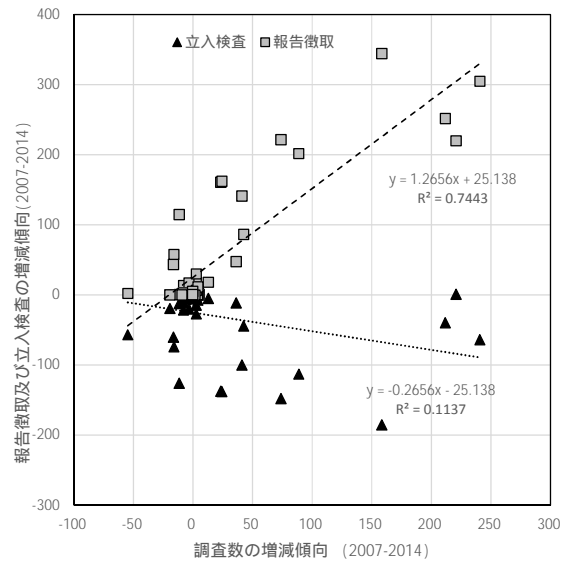


図 3-3-6 調査数の増減傾向と報告徴取及び立入検査数の増減傾向の関係

## C. 空気環境 6 項目に関する自治体への質問紙調査

### C.1 はじめに

平成 28 年 4 月に「建築物衛生行政の適正な運営について」という課長通知がだされた通り、「衛生行政報告例(平成 26 年度)」をみると、全国的な状況として、特定建築物における建築物環境衛生管理基準に適合しないものの割合(不適合率)が、一部の項目で高水準となっている。衛生行政報告例の不適合率に関する聞き取り調査を行ったところ、自治体によって報告徴取および立入検査等の状況に差の生じていることが明らかになりつつある。各自治体の報告徴取及び立入検査業務に焦点を当て、その状況を把握するために、建築物衛生の業務に携わる担当者を対象に、質問紙により調査を行ったのでその結果を報告する。

### C.2 方法

全国の生活衛生の担当者(都道府県, 政令市, 中核市, 保健所設置市)に、建築物環境衛生における空気環境の測定(浮遊粉じんの量・一酸化炭素の含有量・二酸化炭素の含有量・温度・相対湿度・気流)に関する質問紙を郵送にて配布し、配布数 142 に対し、131 票(92.3%)の有効回答を得た。調査項目は、報告徴取について(報告様式の有無, 物件の

選定理由、報告内容に関する不備の内容、報告内容に基づく不適合の判断)立入検査について(物件選定の理由、頻度の増減、実施時期、空気環境測定を行う場合に難しいと思うこと、結果に基づく不適合の判断、空気環境測定 6項目内で不適合の判断が難しいと思う項目)、行政報告例に計上する立入検査と報告徴取に関する内容について(不適件数の割合、立入検査に計上している物件内の空気環境測定の程度、立入検査に計上している物件における空気環境測定以外の内容)等の3項目である。調査は、平成28年12月～平成29年1月に実施した。

### C.3 結果

図 3-3-7-1、図 3-3-7-2 に、各自治体の報告徴取及び立入検査業務について、その状況を把握するために、建築物衛生の業務に携わる担当者を対象に、質問紙により行った調査結果を示す。

#### (1) 報告徴取の実施状況

報告様式の有無について 約6割以上が「ない」と回答している。「ある」と回答している自治体についても、返送してもらった報告様式から、その内容は様々であることが確認された。

報告内容に基づく不適合の判断について、約半数が「同一物件において、1回でも基準を満たさなければ不適とする」と回答しているものの、約3割の自治体の担当者では「物件の状況等をみて、担当者の判断によって不適かどうかを決める」或いは「場合による」という状況にある。前者を回答している担当者は、人による差が出ないようにしているためとの記述や、機械的に判断している状況がある。一方、後者を回答している担当者は、季節の影響や建物の状況を判断材料に加えているといった記述が目立った。

#### (2) 立入検査の実施状況

10年前と比べた立入検査の頻度について、約7割が「変わらない」或いは「減る」と回答しているものの、約1割が「増える」と回答している。前者を回答している担当者は、人員上の理由を記述している一方で、後者を

回答している担当者は、物件の増加に関する記述が目立った。

立入検査の多い時期について、「9月から11月」が約4割と最も多く、「12月から2月」が次いで多い。「9月から11月」と回答している担当者は、他の業務との兼ね合いを理由に挙げている記述が多くみられる。「12月から2月」と「6月から8月」と回答している担当者は、空調運転や季節による特徴に着目している記述が目立った。一方で、立入検査の少ない時期には、「3月から5月」が約7割と最も多く、業務上の理由から好まれない傾向にある。

立入検査に基づく不適合の判断について、約4割が「同一物件において、1回でも基準を満たさなければ不適とする」と最も多く、次いで「物件の状況等をみて、担当者の判断によって不適かどうかを決める」が多くなっている。また、「物件の状況等をみて、担当者の判断によって不適かどうかを決める」と「場合による」を合わせると、約半数以上になる。報告徴取と比較すると、担当者の判断や場合によるなどの状況が増えていることがわかる。

空気環境測定の6項目内で不適合の判断の難しい項目について、「相対湿度」が約3割と最も多く、次いで「気温」、「二酸化炭素」であった。一方で、「ない」との回答も約3割ある。「相対湿度」や「気温」と答えた担当者は、季節や天候の判断についての記述が多く、「ない」と答えた担当者は、迷う理由が見当たらないとの記述が多い。また、「ない」と答えた担当者は、報告徴取や立入検査時の不適合の判断で「同一物件において、1回でも基準を満たさなければ不適とする」と答えていることが多い傾向にある。

報告徴取と立入検査で計上している不適件数の割合について、約6割が立入検査時と回答している。

#### (3) 立入検査等に含まれる実施内容

立入検査時に行っている測定について、図には示さないものの、約8割以上が「2割未満」であり、その中でも、帳簿の確認のみを行っている場合が多く含まれていることが確認できた。

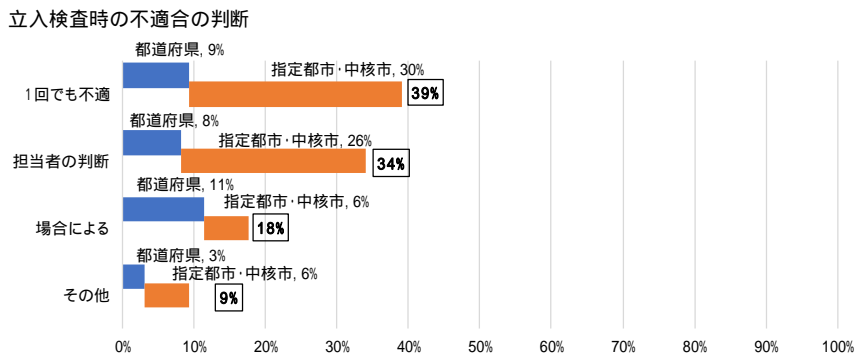
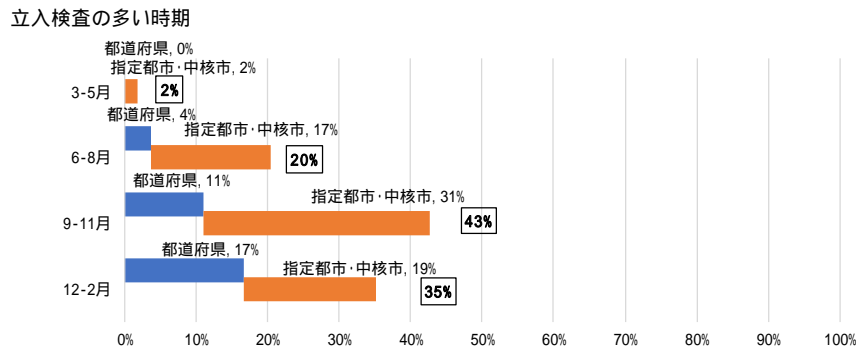
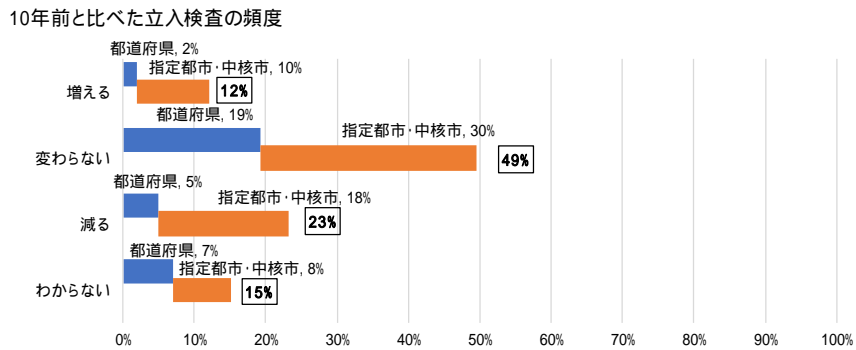
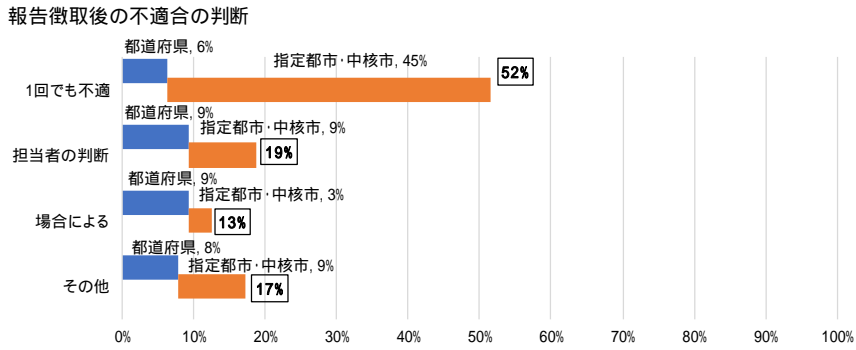
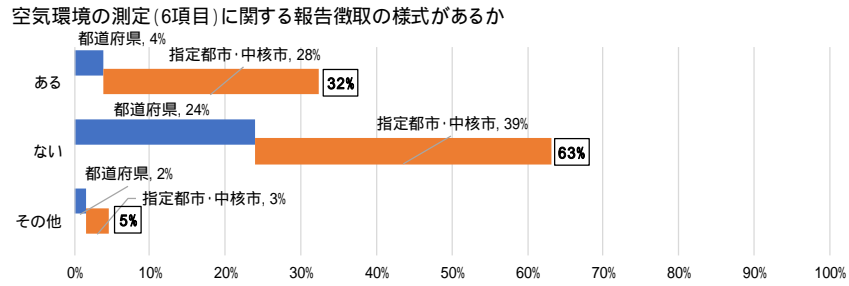


図 3-3-7-1 空気環境の測定 6 項目 (浮遊粉じんの量・一酸化炭素の含有量・二酸化炭素の含有量・温度・相対湿度・気流) に関する質問紙結果

立入検査時の不適合の判断について、難しい項目

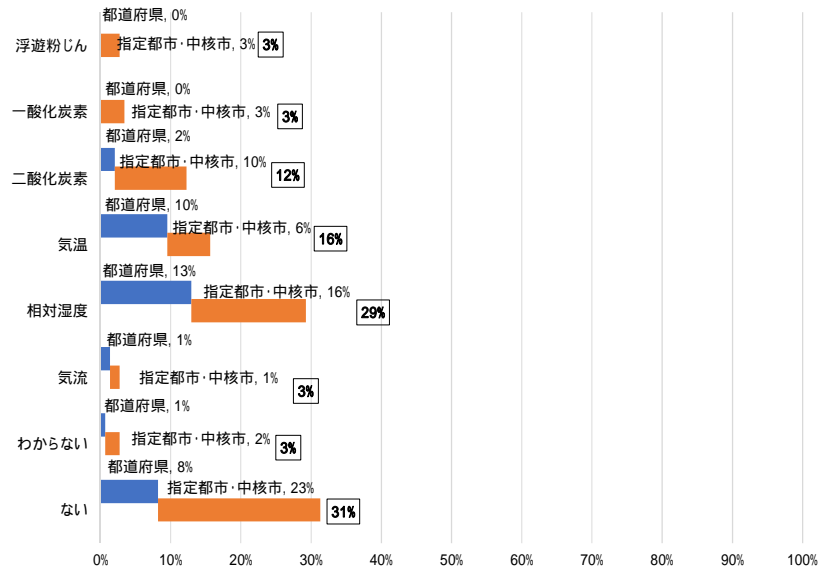


図 3-3-7-2 空気環境の測定 6 項目（浮遊粉じんの量・一酸化炭素の含有量・二酸化炭素の含有量・温度・相対湿度・気流）に関する質問紙結果

#### D. まとめ

以上の分析によって、以下の知見が得られた。

- 1) 行政報告データの分析から、報告徴取及び立入検査を含む調査数の全国合計値は、2007 年以降増加傾向にあること、調査数の増加した自治体について、浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素、気温、相対湿度、気流の不適合率の増加傾向が顕著であることが示された。
- 2) 特定建築物の空気環境に関する自治体への質問紙調査の結果分析から、報告徴取・立入検査ともその様式から得られる情報の程度に差のあること、報告徴取・立入検査後の不適合の判断にも差のあること等が明らかになるとともに、建築物衛生管理の監視手法のあり方の一助となる知見を得た。

以上により、自治体における報告徴取数及び立入検査数の状況が、空気環境の不適合率に影響することが明らかになるとともに、各自治体の報告徴取と立入検査の実施の実態が明らかになった。今後、より詳細な分析による不適合率上昇傾向の機序に関する研究が必要であることが確認された。

#### E. 参考文献

- 1) ビル管理教育センター：新版建築物の環境衛生管理, p.49, 2009
- 2) 厚生労働省 統計情報白書  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/36-19.html>
- 3) 衛生行政報告例  
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001031469> (2017 年 3 月 7 日現在)



### 3-4 建築物衛生管理の監視手法のあり方の提案

建築物衛生法における環境衛生管理基準は在室者の健康を阻害しないための最低限の条件を定めたものであり、決して快適性や作業性（生産性）を高めるための基準ではない。建築物と設備の性能を評価するための指標でもないため、近年の多様化・複雑化・高機能化する建築環境に対応し切れない部分も多くある。

例えば、建築物衛生法における温熱環境に関連した測定項目は温度、相対湿度、気流速度の3項目である。しかし、人体温冷感に大きく作用する項目として放射温度がある。特に、近年普及が進んでいるタスクアンビエント空調や放射空調などは放射熱を利用するものであり、空気温度を測定するだけでは適切な温熱環境の評価が難しい。また、断熱性の悪い単板ガラスと断熱性・遮熱性に優れたlow-e 複層ガラスには大きな性能差があり、空気温度が同等な室内であっても窓面からの放射熱による人体温冷感は大きく異なることがある。また、代謝量（活動量）、着衣量（衣服量）によっても人体温冷感が変わる。

このような空調分野における新技術の普及や建物の外皮性能の多様化などから、温度・湿度・気流の他に在室者の温熱感に影響する要素を含めた評価が必要になってくることも考えられる。室内温熱環境をより適切に評価するための指標として、温熱総合指標であるPMV および SET\*などを用いた評価も考慮すべきである。

また、特定建築物での浮遊粉じん濃度は低く抑えられているが、花粉、PM2.5 やナノ粒子など新たに考慮する必要がある環境要素も登場している。省エネルギーと関連した換気量の問題からCO<sup>2</sup>の管理基準濃度についても議論がされているところであり、社会要求には対応すべきであるが、短期間では露呈しない健康・衛生の観点からは安易に対応できる問題でもない。

現状の課題認識と対応の方向性について項目別に記す。

#### （1）温度

個別空調の普及などで在室者からのフィードバックが反映されやすい一方で、空調設備の品質、運用管理の巧拙や過度な省エネ設定などに影響を受けやすいことから、全体的な不適率は現在も上昇傾向にある。さらに省エネ施策は歴史的にも影響が顕著なことが明らかで、温暖化対策の一環として平成29年4月から省エネ設計が義務化されるため、健康影響も懸念される。

近年も夏季の28 超過、冬季の冷放射、空間的な温度差などが観察されており、建築及び空調技術の足並みをそろえた改善と、利用者・管理者側のリテラシー向上の両面から啓発努力が必要と考えられる。

また、タスクアンビエント空調、パーソナル空調、個別制御可能なエアコンなど、均質・定常を前提としない空調方式の普及が進んでおり、局所的な分布や一時的な変動が健康性を損なわないように、それらを的確に評価できる簡易で効果的な測定法の開発と、総合的な指標・評価方式の検討が望まれる。

また、国内の行政監視部局が報告する測定・判定、或いは技術的助言に一定の共通基盤を持たせることも、喫緊の課題と考えられる。

#### （2）相対湿度

建築物環境衛生管理基準の中でも最も不適率が高い項目である。全国的な不適率は高止まり状態にあり、冬期の過度の乾燥が懸念される事態が続いている。空調の加湿機能(能力)低下、過剰換気、室内温度差が原因と見られるが、加湿水汚染、省エネ、換気制御方法等と関連することから、管理基準の整備、設計時の指導、管理者の運用改善などが望まれる。また近年、省エネ要求から夏期空調温度が高くなり、除湿不足による夏期の高湿度環境も散見されるようになっている。

当面緊急性が高い対応としては、在室者数に応じた換気量の適正設定に関する注意喚起、加湿器の設置・運用基準の整備と啓発がある。

### (3) 気流

現行基準における不適合率は低水準だが、冷風・乾燥風による不満は頻発しており、他の温熱要素の運用を阻害している場合がある。また、タスクアンビエント空調、パーソナル空調など省エネと居所空間での快適性を狙う空調が普及しており、このような空調システムにその仕組み上人体付近の気流速度が高くなる傾向がある。より詳細・総合的な指標の採用検討が望まれる。

### (4) 二酸化炭素

換気量の減少と外気濃度の上昇に伴い、不適合率は全国的に上昇傾向にある。安直な温暖化対策として換気削減が進行しないよう配慮が必要である。但し、実直な管理を行っている大型ビルでの実態調査では、比較的高度な管理がされていた点には配慮が必要である。

外気濃度の上昇や省エネのための換気量抑制の面から設計や運用関係者からは基準濃度の引き上げの声も上がっているが、それに伴うリスクに関する情報が乏しく、世界的にもリスク見直しが進められており、今後の情勢は流動的である。

### (5) 一酸化炭素濃度

不適合率は低水準であるが、人体毒性が強く燃焼排気に係るため、リスク管理の観点からも見直しは困難である。

### (6) 浮遊粉じん

現行基準における不適合率は低水準で当初の役割は終えていると考えられる。一方、将来的には禁煙・分煙措置のマーカーとして機能する可能性がある。

なお、個別空調機器等のフィルタ性能が不十分な場合、外部からの汚染侵入が懸念されるPM2.5や花粉対策に望まれる可能性はある。

### (7) ホルムアルデヒド

不適合率は高くないが、(アレルギーやシックビルディング症候群対応、TVOCやCS対応などのために)規制対象物質を拡大する場合は見直しを要する。

### (8) その他

浮遊微生物、VOCs、エンドトキシン(内毒素)など、実効性と実現性に配慮して活用検討の継続が必要である。なかでも真菌・細菌、エンドトキシンなどの微生物に関しては、新しい知見が蓄積過程にあり、さらなる注視が必要であろう。

また、行政監視体制・運用等に関する現状の課題と対応の報告性を列記する。

#### 監視職員の世代交代と技術継承

環境衛生部局の世代交代、職員数の減少などから技術の継承が難しくなる場合が生じている。

専門性を涵養する機会を得にくい

省エネ、高齢対応、新型空調設備など、対応すべき事項は増えるなか、小規模組織が増えており、情報の共有・獲得が難しくなっている。(研修にはマニュアル、Q&A志向が強い)

近年の不適合変動と行政監視体制の変化の関連性も示唆されており、注意を要する。

上記の多様な課題に対処するには、建築物衛生法に係る環境衛生管理(監視・指導・啓発・審査・立入り)規定の見直しと行政監視体制の整備、並びに人材開発の推進が望まれる。

日々進歩する技術と高まる社会要求に応えながら健康・衛生・快適性に加え知的生産性までを考慮できる室内環境作りのため、今後も建築物環境衛生管理基準に関するエビデンスを蓄積すると共にそのあり方について提言していく。

