

令和3年7月30日

【照会先】

医薬・生活衛生局 生活衛生課

課長 成松 英範 (内線2411)

課長補佐 北村 牧子 (内線2432)

(代表電話) 03(5253)1111

(直通電話) 03(3595)2301

報道関係者 各位

**「建築物衛生管理に関する検討会」の報告書を公表します
～建築物環境衛生管理技術者の兼任要件を緩和～**

厚生労働省の「建築物衛生管理に関する検討会」（座長 倉淵隆 東京理科大学工学部建築学科教授）は、このたび、建築物環境衛生管理技術者の兼任要件の見直し等についての検討結果を報告書として取りまとめましたので、公表します。

建築物における衛生的環境の確保に関する法律（昭和45年法律第20号）では、特定建築物*の所有者等に対して、建築物環境衛生管理基準に従って維持管理をすることを義務づけ、建築物環境衛生管理技術者を選任し、その維持管理を監督させること等を規定しています。

近年、建築衛生設備・機器に関するICTは目覚ましく進展しており、また、国際機関における室内空気質ガイドライン等が見直されている状況等を踏まえ、建築物衛生の有識者により構成される検討会を立ち上げ、6回にわたり検討を行ってきました。

厚生労働省では、この報告書を踏まえ、今後、政省令改正等を行う予定です。

*興行場、百貨店、店舗、事務所、学校等の用に供される建築物で、原則、延べ面積が3,000㎡以上のもの

【報告書のポイント】

1 建築物環境衛生管理技術者の兼任要件の見直しについて

建築衛生設備・機器に関するICTの進展等を踏まえ、一人の建築物環境衛生管理技術者（管理技術者）は、同時に複数の特定建築物を兼任できないという原則及び例外的に兼任できる条件・上限数は廃止し、特定建築物所有者等と管理技術者との合意があれば、複数の特定建築物の管理技術者を兼任可能とする。

2 建築物環境衛生管理基準の見直しについて

国際機関における室内空気質ガイドライン等を踏まえ、一酸化炭素の含有率及び温度の基準値を以下のとおり見直す。

○一酸化炭素の含有率の基準について、現行の「100万分の10以下」を「100万分の6以下」に見直すとともに、大気中の一酸化炭素濃度が高い場合の特例を廃止する。

○温度の低温側の基準について、現行の「17度」から「18度」に見直す。

3 特定建築物の要件について

延べ面積が2,000㎡以上3,000㎡未満の建築物に対し、直ちに特定建築物と同等の維持管理を一律に義務付けるのではなく、建築物の用途の種別によるリスクの内容や度合いに応じた建築物所有者等による維持管理の促進等について、引き続き検討する。

(別添1) 報告書（全文）

(別添2) 報告書（概要）

(別添3) 参照条文

建築物衛生管理に関する検討会
報告書

令和3年7月

目次

1 はじめに.....	1
2 建築物環境衛生管理技術者の兼任について.....	1
(1) 建築物環境衛生管理技術者制度が設けられた背景	1
(2) 建築物環境衛生管理技術者に関する規定.....	2
(3) 管理技術者の兼任状況について.....	4
(4) 建築物衛生管理に関する ICT の現状.....	5
(5) 管理技術者の兼任要件について.....	8
3 建築物環境衛生管理基準に関する検討	10
(1) 国際機関における基準値等に関する調査結果について.....	10
(2) 国際機関における基準値等を踏まえた建築物環境衛生管理基準の検討.....	17
4 特定建築物の要件の見直しについて	20
(1) 中規模建築物の衛生管理に関する調査研究について	20
(2) 中規模建築物への適用拡大についての検討.....	22
5 その他	23
6 まとめ	23
参考	24
●建築物衛生管理に関する検討会開催要綱.....	24
●建築物衛生管理に関する検討会委員名簿.....	25
●開催状況	25
<参考文献>	26

1 はじめに

建築物における衛生的環境の確保に関する法律(昭和45年法律第20号。以下「建築物衛生法」という。)に規定する特定建築物の要件及び建築物環境衛生管理基準については、平成15年4月の改正以降、見直しが行われていないところである。この間、特定建築物を取り巻く状況は大きく変化し、建築物は、より大規模化・高層化が進んだことに加え、建築衛生設備・機器に関するICT¹は大きく進展し、さらに、国際機関では室内空気質ガイドライン等の見直しが行われている。また、規制改革ホットラインには、「ICTの活用を前提に、建築物環境衛生管理技術者の兼務制限を緩和すべきである」との意見が寄せられたところである。

これらの状況を踏まえ、厚生労働省では令和2年12月に建築物衛生に係る有識者で構成する「建築物衛生管理に関する検討会」を立ち上げ、特定建築物の要件、国際基準等を踏まえた建築物環境衛生管理基準の見直し等、適切な建築物衛生管理に必要な事項について、6回にわたり検討を行い、本報告書を取りまとめた。

2 建築物環境衛生管理技術者の兼任について

(1) 建築物環境衛生管理技術者制度が設けられた背景

昭和30年～40年代には、人口の都市集中、建築物の高層化、巨大化が促進される一方で、高層建築物等における空気調和設備の不適切な管理による健康上の障害、給排水設備の不備による伝染性疾患の発生等の問題を生じていたことから、昭和41年の公害審議会の中間答申¹⁾において、「多数人利用建築物の衛生基準の設定」が盛り込まれ、「厚生行政において当面取り上げるべき措置」として、以下のように示された。

多数人の利用する建築物の環境衛生を保持向上させるためには、設計及び施行(原文ママ)にあたっての適正な措置は勿論必要であるが、建築物の維持管理にあたっての措置がより重要な影響を与えるものと考えられる。従って維持管理についての適正な基準を早急に設定し、その環境衛生の改善について積極的に必要な指導及び助成を行っていくべきである。すなわち、建築物の管理者の責任を明確にするとともに維持管理技術者の設置養成及び監視体制の強化並びに環境衛生に関する社会的啓蒙活動等について意欲的に厚生行政の中にとり込み、強力にその実施をはかるべきである。

¹ ICT:Information and Communications Technology(情報通信技術)(総務省(2018).平成30年版情報通信白書,平成30年7月)

また、昭和40年度厚生科学研究²⁾において、米国や西ドイツ等でビル管理に関する技術者の存在が報告されており(表1)、これらの状況を踏まえつつ、建築物衛生法において、建築物環境衛生管理技術者制度が設けられた。

表1:昭和40年頃の海外のビル管理専門職の概要

米国(全般)		ビルディング・エンジニアと呼ばれるビルの維持管理を業とする専門職がある。
米国 (個別)	デトロイト市	個人経営のビルには法的な資格は要求されないが、市所有のビルには維持管理者に必要な資格等の規定がある。
	デンバー市	市が資格を証明するビルディング・エンジニアの資格がある。
西ドイツ		ハウスマイスタと呼ばれる専門職がある。
パリ市		ビルディング・エンジニアと呼ばれる専門職がある。

(2) 建築物環境衛生管理技術者に関する規定

① 特定建築物^{*}の所有者(所有者以外に当該特定建築物の全部の管理について権原を有する者があるときは、当該権原を有する者。以下「特定建築物所有者等」という。)は、特定建築物の維持管理が環境衛生上適正に行なわれるように監督をさせるため、建築物環境衛生管理技術者(以下「管理技術者」という。)を選任しなければならないとされている(建築物衛生法第6条第1項)。なお、「選任する」とは「置く」という場合と異なり、特定建築物所有者等との間に何らかの法律上の関係(例えば委任関係)があれば足り、身分関係があることを要せず、かつ常駐することは必ずしも必要ではない。

(^{*}) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令(昭和45年政令第304号。以下「建築物衛生法施行令」という。)第1条に規定する用途(興行場、百貨店、集会場、店舗、事務所、旅館、学校等)に供される、原則延べ床面積が3,000㎡以上の建築物であって、多数の者が使用・利用するもの(令和元年度末現在、全国で46,756棟²⁾)。

② 管理技術者の職務は、特定建築物の維持管理が建築物環境衛生管理基準に従って行なわれるよう監督することであり、必要があると認めるときには、当該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(以下「特定建築物維持管理権原者」という。)に対し、意見を述べることができ、また特定建築物維持管理権原者はその意見を尊重しなければならないとされている(建築物衛生法第6条第2項)。

²⁾ 「令和元年度衛生行政報告例」(厚生労働省)(<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00450027&tstat=000001031469>)

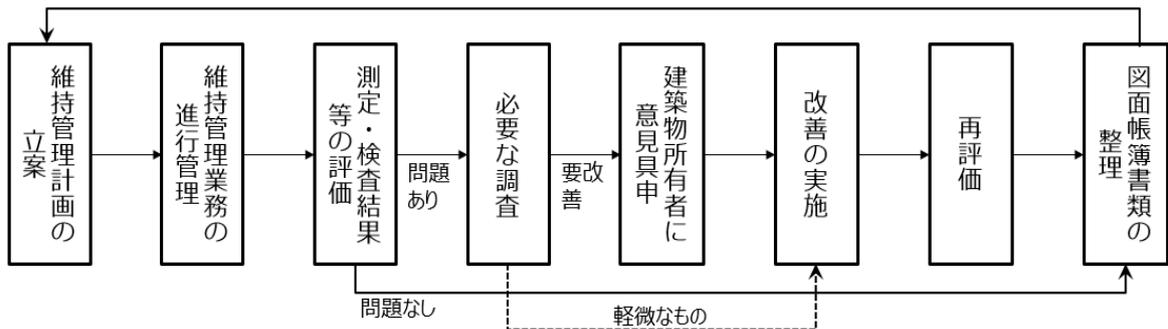


図1 建築物環境衛生管理技術者の業務フロー

③ 管理技術者の具体的な選任方法については、建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行規則(昭和46年厚生省令第2号。以下「建築物衛生法施行規則」という。)等において、以下のように示されている。

- 特定建築物所有者等は、特定建築物ごとに管理技術者を選任する。
- 複数の特定建築物について、相互の距離、それぞれの用途、構造設備、特定用途に供される部分の延べ面積、特定建築物所有者等又は維持管理権原者の状況等から複数の特定建築物の管理技術者となってもその職務を遂行するのに支障がない場合を除き、管理技術者は、同時に複数の特定建築物の管理技術者となることはできない。
- 職務を遂行するのに支障がない場合とは、以下に示す場合をいう(平成14年3月26日健発第0326015号厚生労働省健康局長通知。以下「通知」という。)

ア 学校教育法(昭和22年法律第26号)第1条に規定する学校以外の特定建築物の場合

統一的管理性が確保されている場合においては、3棟までの兼任を認めることができる。

イ 学校教育法第1条に規定する学校の場合

同一敷地内又は近接する敷地内にある建築物で、統一的管理性が確保されている場合においては、兼任を認めることができる。

なお、統一的管理性とは、建築物の維持管理権原者が同一で、かつ、空気調和設備、給水設備等建築物の衛生的環境の確保に係る設備が類似の形式であり、管理方法の統一化が可能なものをいうものであること。

(参考)海外の状況について

建築物環境衛生管理技術者と同一の国家資格は存在しないが、米国、英国、オース

トラリアでは、Building ManagerやBuilding Services Engineerという専門職が存在し、換気、暖房、給水、廃棄物、排水などの一連のビルメンテナンス業務の計画およびその計画を遂行する上で重要な役割を担うほか、建物のエネルギー管理システムの監視等を行う。^{3, 4, 5)}

(3) 管理技術者の兼任状況について

管理技術者の兼任状況は保健所で把握していることから、自治体に対し、管理技術者の選任に関する調査を令和3年2月及び4月の2回に分けて行った³⁾。

(調査結果)

- ① 特定建築物において管理技術者の兼任を認めているのは、154の自治体であり、1の自治体においては兼任を認めていなかった(図2-1)。また、兼任を認めている154の自治体のうち、通知に準じ3棟まで兼任を認めているのは148の自治体であり、2棟までとしているのは3の自治体、4棟以上としているのは3の自治体であった(図2-2)。さらに、管理技術者の選任について、県境を越えて兼任を認めていると回答した自治体は157自治体中41自治体(26%)であった(図2-3)。
- ② 兼任を認めている特定建築物と兼任していない特定建築物について、それぞれの衛生管理状況を比較した場合、ほとんどの自治体(96%)から「違いはない」との回答であった(図2-4)。

ア 問題があるとした自治体の回答(5自治体)

- 建築物環境衛生管理技術者の居住地や所属事業所が遠方の場合、設備や管理状況を正確に把握していない場合が多く、書類の保管の不備など、当該特定建築物における不適率が高い傾向がある。
- 兼任している2棟とも、二酸化炭素の含有率の基準超過や冬期における加湿不足等の問題が見られたが、具体的対応策が講じられず、当該特定建築物の空気環境の維持管理が適切に行われていなかった事例がある。
- 建築物環境衛生管理基準等の理解不足により、報告書等の内容に不備が多い(ただし、兼務の影響なのか、管理技術者個人の能力の問題なのかは不明)

イ 問題がないとした自治体の回答(151自治体)

過去の立入検査の結果から当該特定建築物の維持管理に支障がないと判断した特定建築物に限って兼任を認めているため、管理技術者を兼任している特定建築

³⁾ 令和3年度に保健所設置市が2自治体追加されたため、第1回と第2回で調査対象自治体数が異なる。

物と兼任していない特定建築物において、衛生管理状況の違いはない。

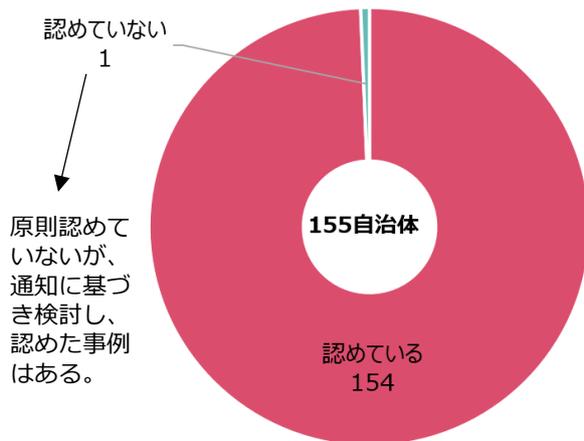


図2-1:管理技術者の兼任の可否

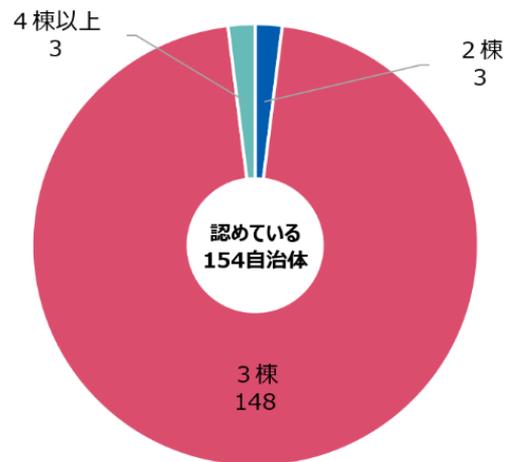


図2-2:兼任を認めている特定建築物の最大数(学校除く)

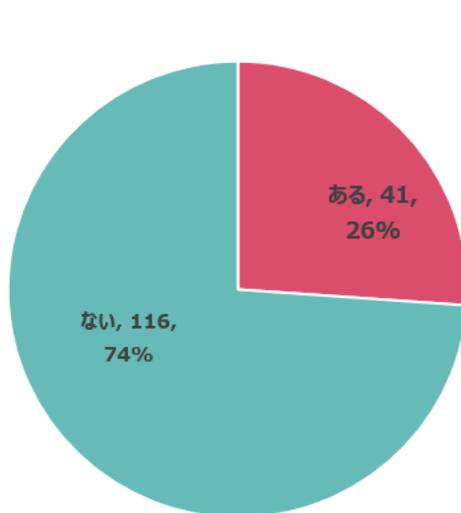


図2-3:県境を越えた管理技術者の兼任状況の有無

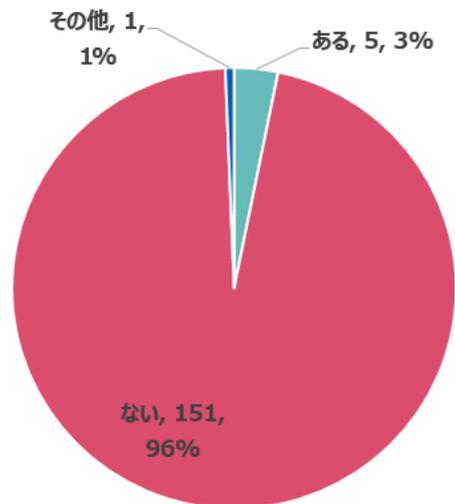


図2-4:兼任の有無による衛生管理状況の違い

(4) 建築物衛生管理に関するICTの現状

空気調和設備メーカー等に対し、①建築物衛生管理に関するICTの状況と、②ICTを活用することによる管理技術者の兼任要件緩和の可能性について、本検討会においてヒアリングを行った。

① 建築物衛生管理に関するICTの状況について

(ICTを活用する利点)

- 空気環境の自動測定では、温度、湿度は多数採用事例があり、二酸化炭素も導入事例が増加しつつある。
- 測定データ等の情報が容易に共有され、遠隔監視が可能(図3-1、図3-2)。
- 自動測定で日々のデータを蓄積し、不具合を事前に予知・早期発見にすることによ

って、建築物環境衛生管理基準値を超過することなく、良好な状態を維持することが可能(図3-3)。

- ネットワークに接続されていない計器類であっても、IoT⁴カメラを設置することで、点検作業の効率化が可能(図3-4)。
- 空調システムの全体を分かりやすく表示させる機能により、建物全体のシステム把握が容易(図3-5)。
- 現在の建築物の維持管理の質は管理技術者個人の能力・経験による部分が多いが、クラウド上に蓄積されるデータを、用途、規模、設備種別ごとに分析することで、今後の建築物の維持管理の向上につながる。

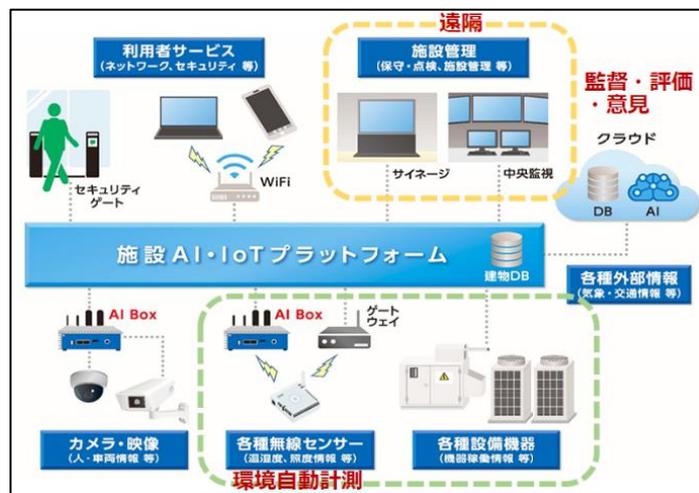


図3-1:測定データ等を共有することで遠隔監視を可能とする例(清水建設株式会社提供資料)

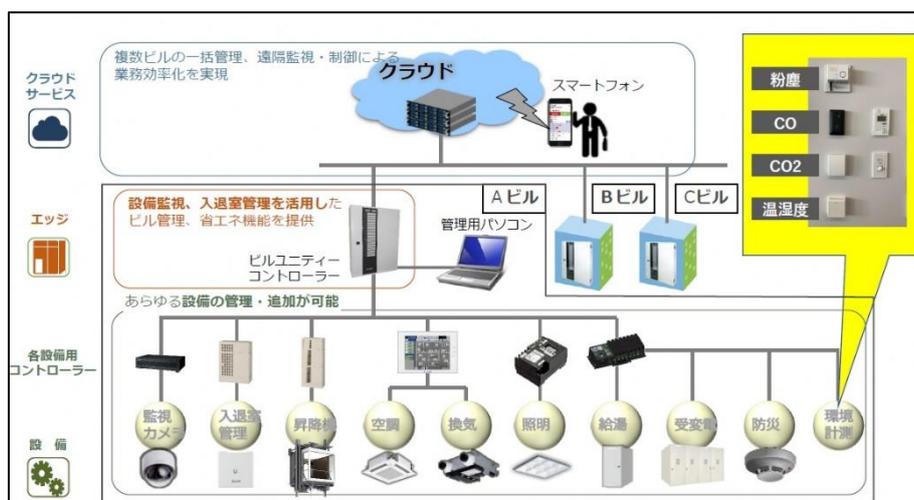


図3-2:クラウドサービスによりスマートフォン等でビル設備の監視・制御等を可能とする例(三菱電機株式会社提供資料)

⁴ IoT: Internet of Things(モノのインターネット) (平成30年版情報通信白書)

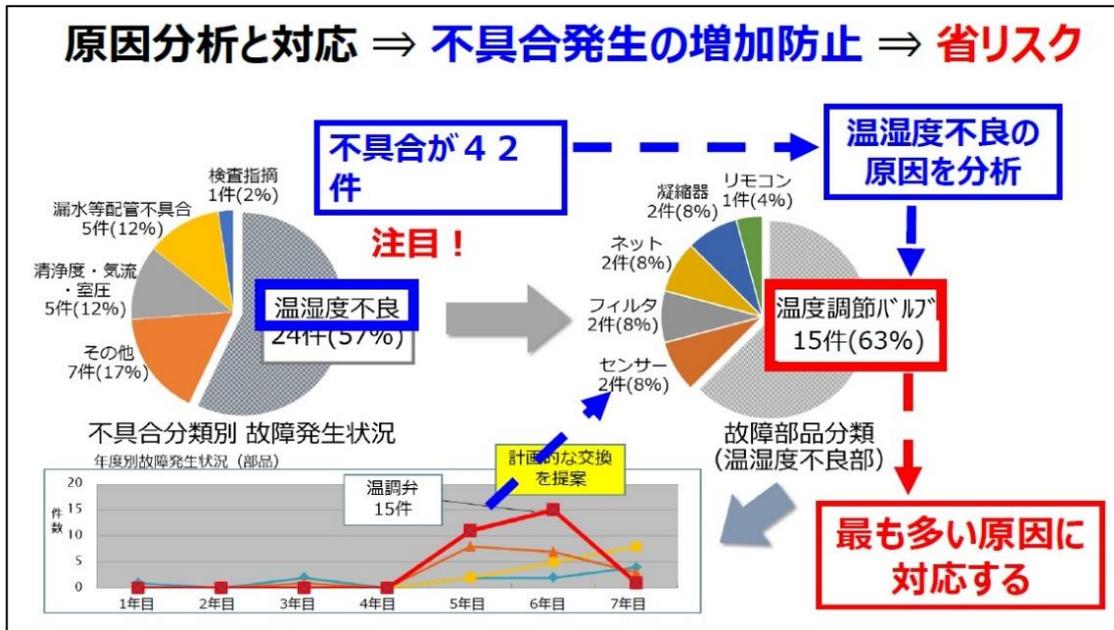


図3-3: 機器履歴データベースを活用することで不具合の早期発見等を可能とする例
(高砂熱学工業株式会社・TMES 株式会社提供資料)

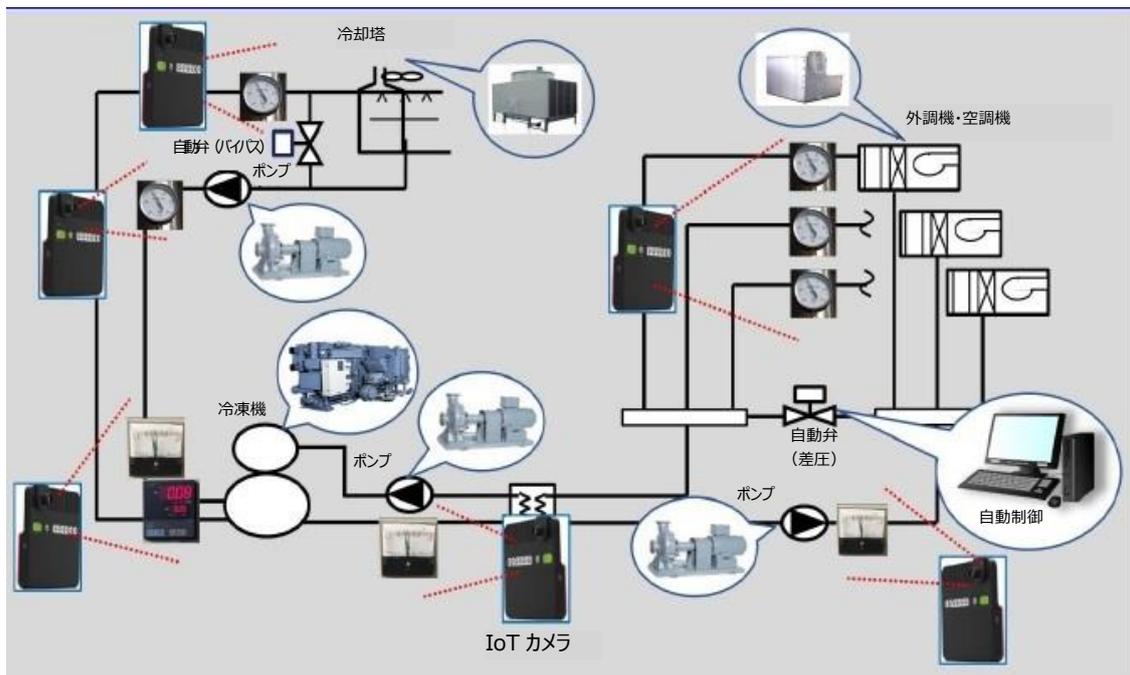


図3-4: IoTカメラにより計器の遠隔点検を可能とする例
(高砂熱学工業株式会社・TMES 株式会社提供資料)

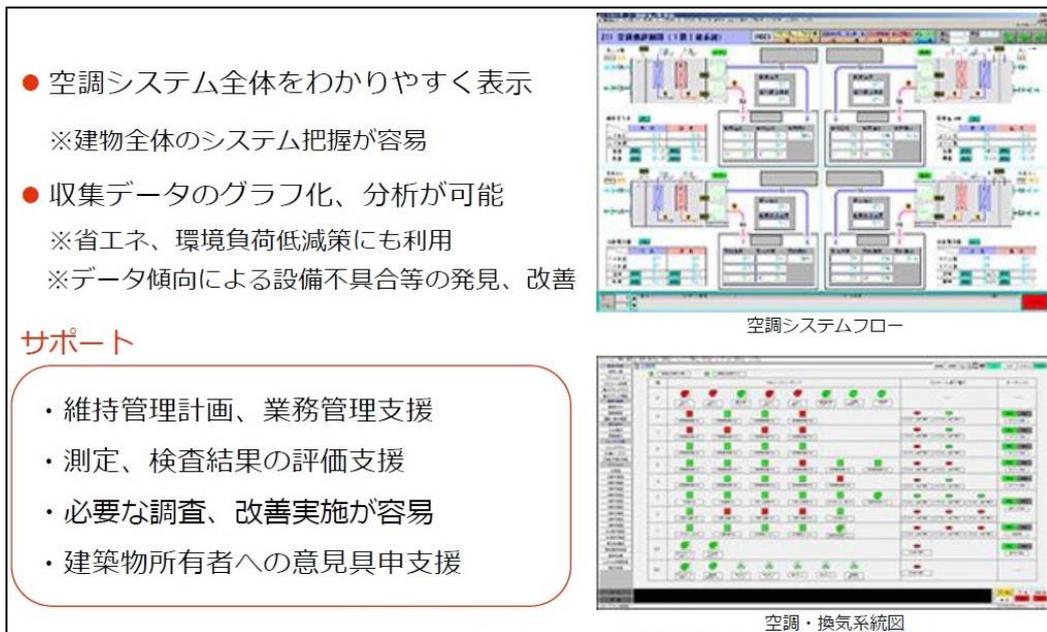


図3-5: 中央監視設備システムにより、空調システム全体をわかりやすく表示し、必要な調査・改善等を容易とする例（新菱冷熱工業株式会社提供資料）

(ICTの活用が困難な点)

- 一酸化炭素、粉じん、気流について自動測定を行っている例は少ない。
- 自動測定のセンサ類は、人が直接取り扱う測定機器と比較すると定期的な較正が困難。
- 既存施設にICTを導入する場合は、比較的費用負担が大きくなる。
- ねずみ等の防除、清掃等、ICTの活用が困難な維持管理業務もある。

(5) 管理技術者の兼任要件について

自治体に対する調査結果では、全自治体において兼任を認めた事例があり、県境を越えた兼任についても4分の1以上の自治体で事例があった。また、兼任の有無による衛生管理状況の違いについては、ほとんどの自治体から「違いはない」との回答があった。

加えて、建築物衛生管理に関するICTの活用により、

- ①測定データ等の情報が容易に共有され、遠隔監視が可能
- ②ネットワークに接続されていない計器類であっても、IoTカメラを設置することで、点検作業の効率化が可能
- ③空調システムの全体を分かりやすく表示させる機能により、建物全体のシステム把握が容易

等の状況が確認された。

このように、ICTの進展等により、特定建築物の相互の距離や空気調和設備等の類似

性、特定建築物維持管理権原者の同一性等は特定建築物の維持管理に大きな影響を与えないことが確認されたことから、現在の兼任の可否を判断する基準となっている、特定建築物の相互の距離、それぞれの用途、特定用途に供される部分の延べ面積、構造設備、特定建築物維持管理権原者の同一性については、削除することが適当である。

ただし、あらゆる建築物衛生管理がICTで対応できるわけではないことから、ICTが導入されていることをもって、無条件に管理技術者の兼任を認めることは適当ではない。導入されているICTにより、管理技術者のどの業務が、どの程度軽減されるのか等について、特定建築物維持管理権原者と管理技術者の双方で確認し、兼任の可能性について検討することが重要である。

なお、検討会の議論において、無条件に棟数と延べ面積の制限を撤廃するのは適当ではなく、兼任を認める条件と上限を設定すべきとの意見もあったが、建築物の用途や設備等の状況は様々であり、兼任できる棟数や延べ面積の上限を国で一律に示すことは困難である。

以上を踏まえ、一人の管理技術者が複数の特定建築物の管理技術者を兼務する場合、

①特定建築物所有者等は特定建築物維持管理権原者の意見を聴取し、当該管理技術者が職務の遂行に支障がない*ことを予め確認し、

②管理技術者とそれぞれの特定建築物所有者等(既に選任されている特定建築物の特定建築物所有者等も含む。)が兼任することについて合意形成する

ことを必須条件とするとともに、現在の「一の特定建築物の管理技術者が、同時に他の特定建築物の管理技術者とならないようにしなければならない。」という原則及び現行の兼務を認める条件や棟数の上限を削除することが適当である。また、特定建築物所有者等は、選任時のみならず、定期的に、管理技術者が職務遂行に支障がないかを確認する必要がある。

※ 管理技術者の職務は「特定建築物の維持管理が環境衛生上適正に行われるように監督」することであることから、ここでいう「職務の遂行に支障がない」とは、建築物環境衛生管理基準に従って特定建築物の維持管理をしていることを意味する。よって、例えば空気環境の調整が建築物環境衛生管理基準に従って適正に維持管理されていない特定建築物の管理技術者は、「職務の遂行に支障がない」とはいえず、同時に他の特定建築物を兼務することは適当ではない。

この他、管理技術者が自らの居住地等から遠方の特定建築物に選任される場合、環境衛生上、緊急に対応が必要な事態が発生した場合の責任者を予め定め、当該事案につ

いて速やかに管理技術者に伝達し、管理技術者が的確に指示できる体制を構築すること等に留意する必要がある。

特定建築物所有者等の職務：
 建築物環境衛生管理技術者を選任する。また、建築物環境衛生管理技術者の氏名等を保健所に届け出る。

特定建築物維持管理権原者の職務：
 建築物環境衛生管理基準に従って、特定建築物を維持管理する。また、建築物環境衛生管理技術者から意見があった場合は、その意見を尊重する。

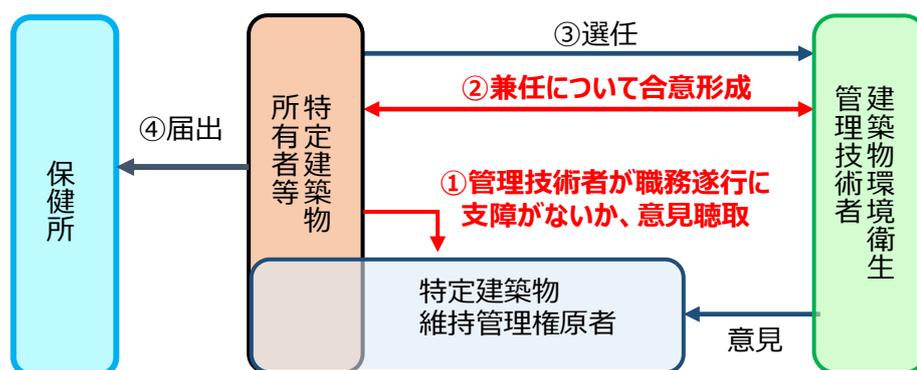


図4:建築物環境衛生管理技術者の兼任に係る概念図

3 建築物環境衛生管理基準に関する検討

(1) 国際機関における基準値等に関する調査結果について

①温度

WHO(世界保健機関)は、低温側の室内温度のガイドライン⁶⁾として18℃以上を勧告した。これは冬期の高齢者における血圧上昇に対する影響等を考慮したものであった。

②一酸化炭素

WHOは、一酸化炭素への長期ばく露によって、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、7mg/m³(24時間値、6.0ppm(20℃換算値)、長期間ばく露)を新たに加えた⁷⁾。

③微小粒子状物質(PM_{2.5})

ア 国際機関等の基準値について

空気中の粒子状物質については、1990年代以降、10μm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_{2.5}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_{2.5}の空気質ガイドライン⁸⁾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た(表2-1)⁹⁾。

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_{2.5}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/m³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/m³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。台湾では、2012年に35 μg/m³の室内空気質ガイドラインが設定された(表2-2)⁹⁾。

環境省の大気環境基準¹⁰⁾では、PM_{2.5}の1日平均値を35 μg/m³としており(表2-3)、その設定理由は以下のとおりである。

○短期基準の指針値¹¹⁾

短期曝露による健康影響がみられた国内外の複数都市研究から導かれた98パーセンタイル値は39 μg/m³を超えると考えられた。日死亡、入院・受診、呼吸器症状や肺機能などに関して、有意な関係を示す単一都市研究における98パーセンタイル値の下限は30～35 μg/m³の範囲と考えられた。

健康影響がみられた疫学研究における98パーセンタイル値は、年平均値15 μg/m³に対応する国内のPM_{2.5}測定値に基づく98パーセンタイル値の推定範囲に含まれていた。

以上のことから、長期基準の指針値である年平均値15 μg/m³と併せて、日平均値35 μg/m³を短期基準の指針値とすることが最も妥当であると判断した。

表2-1: 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 ₁₀ (μg/m ³)		PM _{2.5} (μg/m ³)	
		24時間	年間	24時間	年間
WHO	2005	50	20*	25	10*
U.S.EPA	1997	150	50	65	15
	2006	150	—**	35	15
	2012	150	—	35	12
Japan	2009	100***	—	35	15

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

表2-2: 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 ₁₀ (μg/m ³)		PM _{2.5} (μg/m ³)	
		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40 μg/m ³ 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)	—	—	—

表2-3: 微小粒子状物質に係る環境基準

物質	環境上の条件	測定方法
微小粒子状物質	1年平均値が <u>15 μg/m³以下</u> であり、かつ、1日平均値が <u>35 μg/m³以下</u> であること。 (H21.9.9環境省告示)	微小粒子状物質による大気汚染の状況を的確に把握できると認められる場所において、濾過捕集による質量濃度測定方法又はこの方法によって測定された質量濃度と等価な値が得られると認められる自動測定機による方法

備考.

1. 環境基準は、工業専用地域、車道その他一般公衆が通常生活していない地域又は場所については、適用しない。
2. 微小粒子状物質とは、大気中に浮遊する粒子状物質であって、粒径が2.5 μmの粒子を50%の割合で分離できる分粒装置を用いて、より粒径の大きい粒子を除去した後に採取される粒子をいう。

イ 建築物内のPM_{2.5}の調査研究結果¹²⁾の概要について

事務所を対象に、夏期及び冬期に室内のPM_{2.5}の測定を実施した。調査を実施した建築物は延床面積3000m²以上の特定建築物及び3000m²未満の非特定建築物となっていた(表3)。各建物の空気調和方式については、外調機を有する中央方式、ビル用マルチエアコン及び換気設備による個別方式に分類した。また、換気設備が当日稼働されていない建物もあった。

表3:調査対象建築物の概要

ID	E01	E02	E03	E04	E05	E06	T01	W01	W02	W03	F01	F02	F03	F04	E07	E09	E10	E11	E12	E13	E14	A01	A02	A03
City	Tokyo / Saitama / Kanagawa							Osaka			Fukuoka				Tokyo / Kanagawa / Gunma						Aichi			
Type ¹⁾	N	N	N	S	S	N	S	N	N	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	S	S	N	S	
AC ²⁾	I	I	I	C	I	C	C	I	I	C	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	C	C	I	I
Summer	2018			2019			2018						2019											
Winter	2018						2019						2019											

1) S: 特定建築物, N: 非特定建築物 2) C: 中央方式, I: 個別空調

図5-1に、測定した各室内 (IA) 及び外気 (OA) におけるPM_{2.5}濃度の測定結果及び室内濃度と外気濃度の比であるI/O比を示す。今回の室内濃度については、全ての室内において35 μg/m³以下となっており、大気の基準値(1日平均値が35 μg/m³以下)を下回る結果となった。なお、外気は室内よりも高い値ではあったが、大気の基準値は満たしていた。例えばE02においては3部屋とも室内濃度及びI/O比が同じ値になった。I/O比は、1以下となること、同一建物においては同様の傾向となることについては、建築物の外調機及び換気装置に含まれるエアフィルタなどの設備による影響が大きいものと考えられる。夏期のF04では居室に隣接する喫煙室により、室内の濃度が高く検出され、I/O比も2.0付近と非常に高くなった。しかし冬期には喫煙室の使用をやめており、室内濃度は外気よりも低い濃度となった。よって、不完全な喫煙室によるたばこ煙により、非喫煙居室であっても室内PM_{2.5}濃度は非常に高くなることが明らかになった。その他の建物においては、概ねI/O比が1を下回っていた。よって、室内に支配的な粒子発生源が無い場合、室内のPM_{2.5}濃度は主に外気中の粒子の侵入が影響していると考えられる。

図5-2に、建築規模別のPM_{2.5}濃度とI/O比の箱ひげ図を、また図5-3に、空調方式別のPM_{2.5}濃度とI/O比の箱ひげ図を示す。特定建築物、中規模建築物のPM_{2.5}濃度及びI/O比の平均値は、同様の値を取り、違いがないことがわかる。一方、空調方式別では、中央方式の方が個別方式より低くなった。

以上より、粗じんフィルタに加えて中性能フィルタを設置していることが多い中央方式の建物では、PM_{2.5}濃度が低く抑えられることが分かった。

大気におけるPM_{2.5}の発生源として、物の燃焼などによって直接排出されるもの(一次生成)と、環境大気中での化学反応により生成されたもの(二次生成)とがある。室内においては、この大気中のPM_{2.5}の侵入に加え、大気と同様に室内での燃焼物によって発生することが知られている。一次発生源として、従来から粉じんの発生源である調理、ろうそく、アロマ、ヘアースプレー、ドライヤー、タバコ煙、ガスストーブなどが確認されている。これらは、発生した粒子に粒径100nm以下の超微粒子(ナノ粒子)が中心に含まれ、ナノ粒子もPM_{2.5}の一部であり、質量濃度として多くを占める。また、コピー機やレーザープリンタなどの情報機器からの発生も注目されている。さらに、室内における化学反応による二次生成粒子についても多く議論されるようになり、オゾンとリモネ

ンや α -ピネンなどテルペン類との反応について検討が行われている。

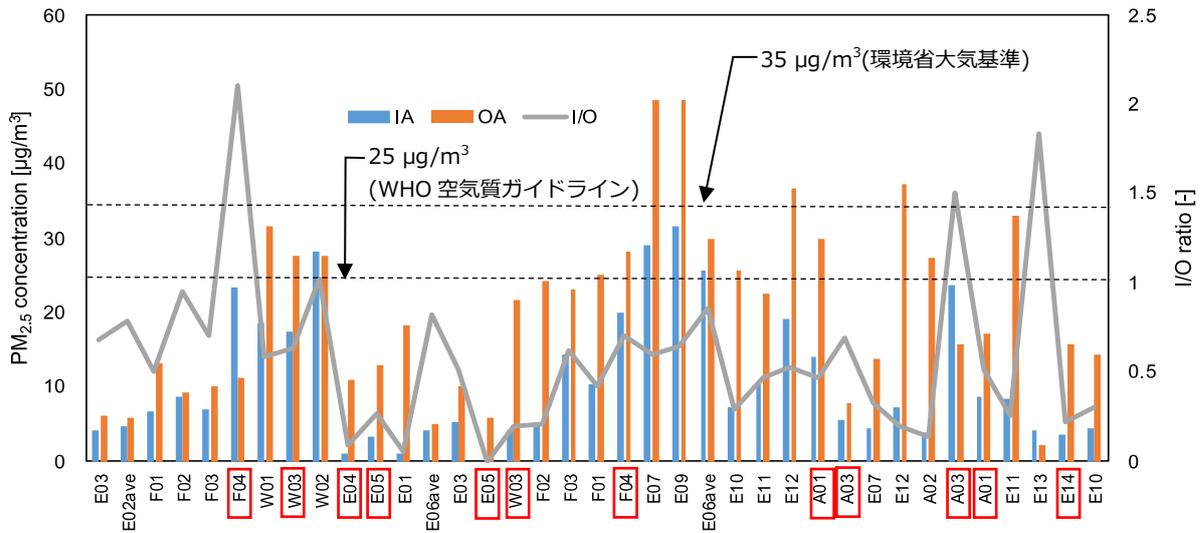
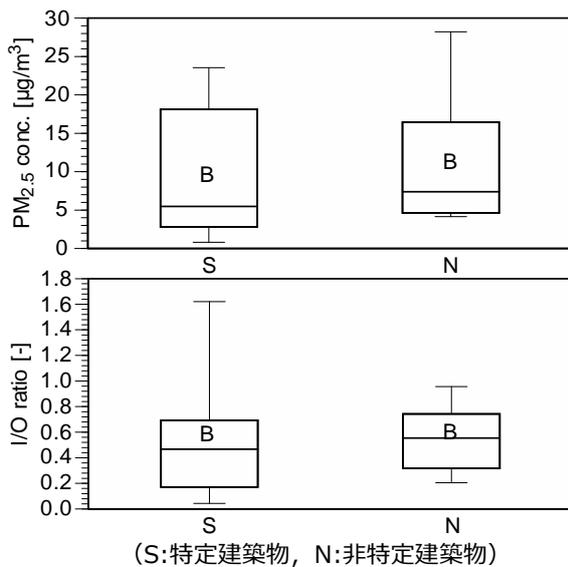


図5-1:各建築物のPM_{2.5}濃度とI/O比(※赤枠は特定建築物であることを示す。)



(S:特定建築物, N:非特定建築物)

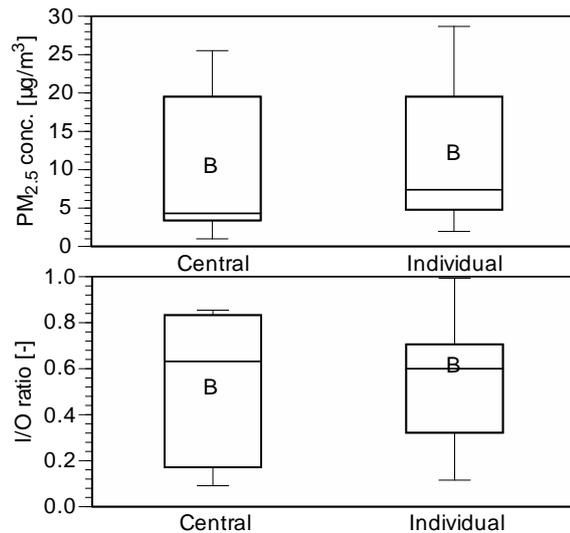


図5-3 空調方式別のPM_{2.5}濃度とI/O比

図5-2 建物規模別のPM_{2.5}濃度とI/O

ウ 大気中のPM_{2.5}の状況

図5-4に、大気中のPM_{2.5}濃度の年平均値($\mu\text{g}/\text{m}^3$)を都道府県別に表したものを示す。北海道、山形県、福島県、長野県は濃度が低く、 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。一方、岡山県、香川県、佐賀県、長崎県は比較的濃度が高く、 $16\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。概ね、北東部では濃度が低く、南西部では濃度が高い傾向が確認できた。九州地方は大陸からの偏西風などによる越境大気汚染により、広域で高濃度現象が発生したものである。

図5-5に、各地域の月別の大気中のPM_{2.5}濃度を示す。季節にかかわらず、南西側の地域のPM_{2.5}濃度が高い傾向が確認できた。特に、10月から3月にかけては九州地方の濃度が他の地域と比較して高い。また5月から7月は中国地方の濃度が高い。

日本全体のPM_{2.5}濃度では、4月及び5月が高く、9月、11月、12月の濃度は低いことがわかった。

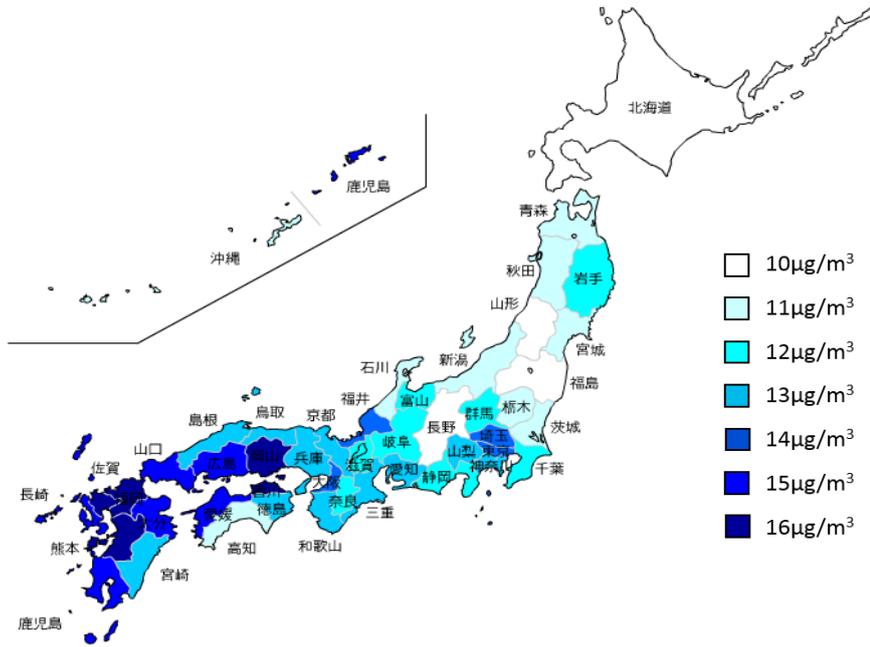


図5-4 PM_{2.5}濃度地図

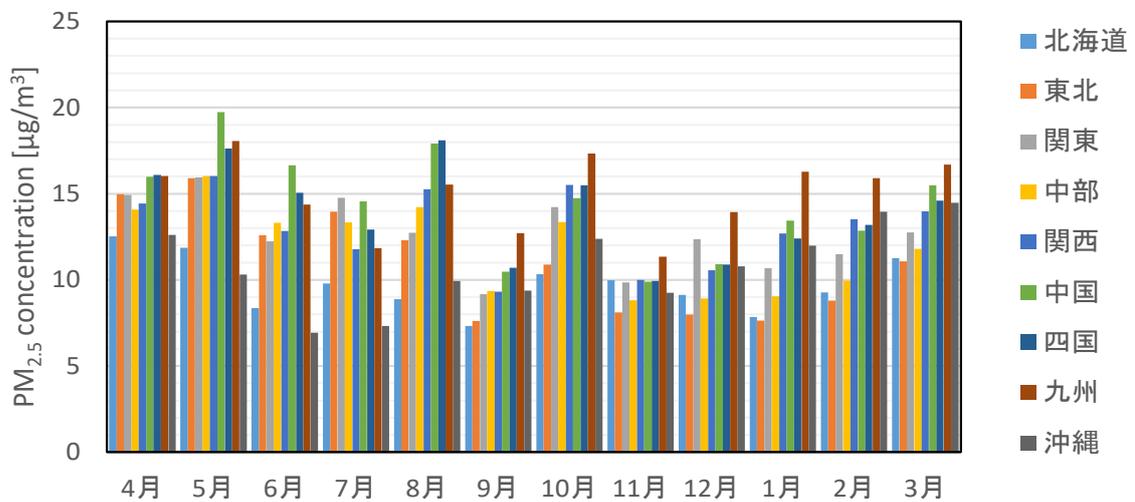


図5-5 地域別月別のPM_{2.5}濃度

PM_{2.5}の経年変化を、図5-6に示す。大気汚染のモニタリングを行う一般環境大気測定局(一般局)及び自動車排出ガス測定局(自排局)の年平均値から、平成25年度以降、緩やかな改善傾向にある。

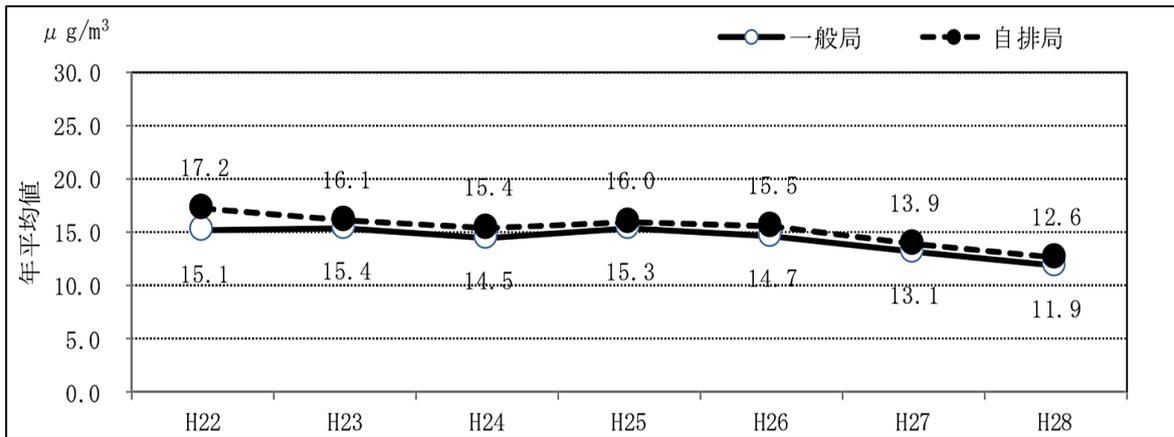


図5-6 PM_{2.5}の年平均値の推移

エ PM_{2.5}の測定方法

大気中のPM_{2.5}の測定方法は、環境基準に係る測定法として、「濾過捕集による質量濃度測定方法又はこの方法によって測定された質量濃度と等価な値が得られると認められる自動測定機による方法」¹⁰⁾によることになっている。また、「環境大気常時監視マニュアル(第6版)」(平成22年3月 環境省水・大気環境局)において、ベータ線吸収法、フィルタ振動法、光散乱法が示されているものの、室内におけるPM_{2.5}の標準的な測定方法は今後検討が必要である。

④二酸化炭素

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。⁹⁾ 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ばく露によるものなのかについては、さらなる検証が必要(特に長期間ばく露の影響)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と考えられたこと、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。⁹⁾

表4:二酸化炭素濃度と健康等への影響のまとめ

CO ₂ 濃度	生理変化	精神運動機能	症状
500ppm以上	pCO ₂ , 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
5,000以上			
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

(2) 国際機関における基準値等を踏まえた建築物環境衛生管理基準の検討

①温度

WHOのガイドライン⁶⁾を踏まえ、建築物衛生法においても、温度の低温側の基準を現在の17度から18度に見直すことが適当である。

②一酸化炭素

WHOが室内空気質ガイドライン⁷⁾において7mg/m³(6.0ppm(20℃換算)、24時間平均値、長期ばく露、2010年)としたことを踏まえ、建築物衛生法においても、一酸化炭素の基準を現在の10ppmから6ppmに見直すことが適当である。

なお、建築物衛生法においては、大気中における一酸化炭素の含有率がおおむね10ppmをこえるため、居室における一酸化炭素の含有率がおおむね10ppm以下になるように空気を浄化して供給することが困難である場合は、当該特定建築物における一酸化炭素の含有率の基準値は10ppmではなく、20ppmとする特例措置を設けている。

建築物衛生法制定当時(昭和45年)の大気中の一酸化炭素濃度を図6に示す。現在の一酸化炭素濃度と比較すると濃度は高いものの、特例を適用する条件となる「大気中の一酸化炭素濃度が概ね10ppm」よりも十分に低い値であった。

また、自治体に、現在確認できる範囲で「建築物衛生法施行規則第2条に規定する一酸化炭素の含有率の特例を適用した事例」の有無を調査したところ、適用した事例はないことが確認された(図6-2)。

以上を踏まえると、大気状況に応じた一酸化炭素の含有率の特例を廃止しても、

特定建築物の維持管理に影響を与えないものとする。

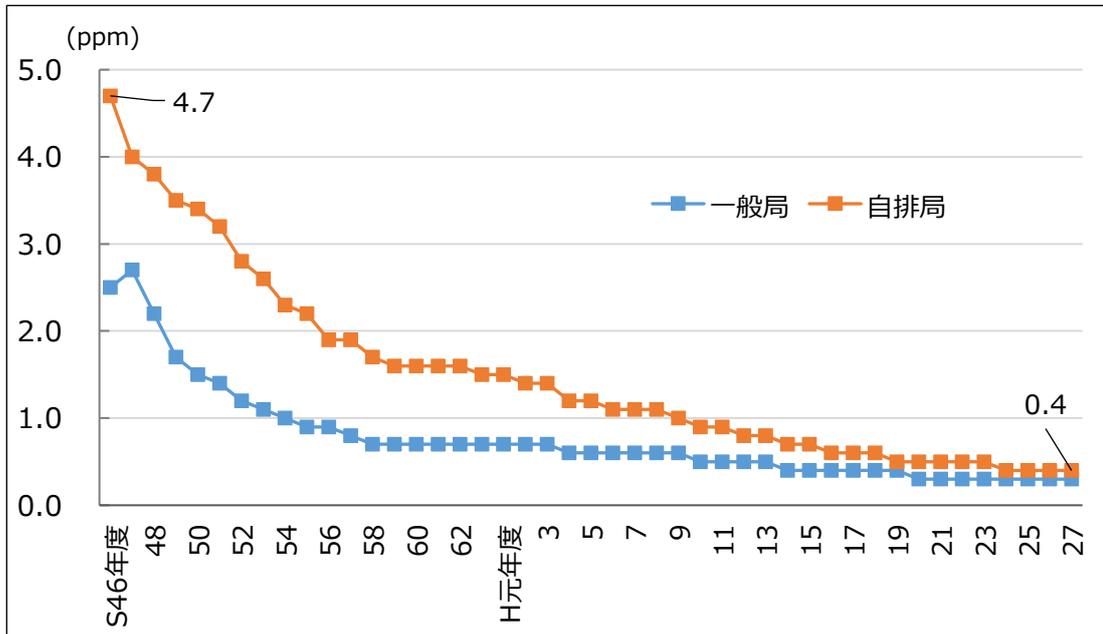


図6-1: 一酸化炭素濃度年平均値の推移
(出典) 環境省「平成 27 年度大気汚染状況について」

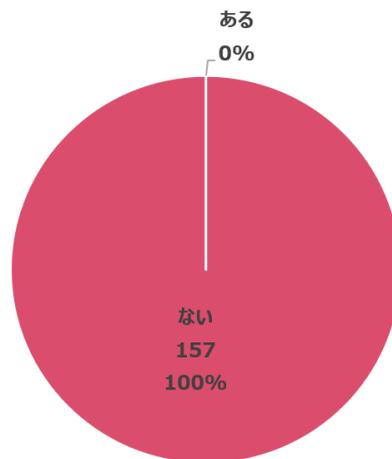


図6-2: 建築物衛生法施行規則第2条に規定する一酸化炭素の含有率の特例を適用した事例の有無

③微小粒子状物質(PM_{2.5})

微小粒子状物質 (PM_{2.5}) については、国際機関等の基準値や循環器疾患等の健康影響を考慮し、今後、建築物衛生法においても管理基準項目として追加することを前提に検討を進めることが適当である。

調査結果¹²⁾からは、特定建築物内におけるPM_{2.5}濃度は高くない状況であり、環境省大気基準である一日平均値35 μg/m³であれば、維持管理は可能と考えられる。なおPM_{2.5}を空気環境の調整の項目に追加する場合は、空気環境の測定方法、具体的な維

持管理手法、事業登録制度との整理等が必要であることから、引き続き、データ等を収集する。

なお、PM_{2.5}の健康影響を考慮し、管理基準項目として追加するまでの間、国は建築物内のPM_{2.5}の有効な維持管理手法(室内の発生源の抑制や空気調和設備等への中性性能フィルタの導入等)の周知を図ることが望ましい。

④二酸化炭素

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、また、室内の二酸化炭素濃度は全般的な室内空気の汚染度や換気の状態を評価する1つの指標としても用いられており、二酸化炭素濃度の基準値は1000ppm以下と定められている。¹³⁾

この基準を維持するためには、目安として1人1時間当たり30m³の新鮮な外気を取り入れる必要があるとされているが、近年、大気中の二酸化炭素濃度が上昇傾向にある(図7)ことから、計算上、外気導入量を増やす必要がある。一方で、外気導入量を増やすことは既存の建築物の換気設備能力との兼ね合いや省エネルギーの観点で問題があり、(公社)空気調和・衛生工学会においては、室内と屋外の二酸化炭素濃度差を規定する提言も示されている。¹⁴⁾ これらの状況を踏まえ、二酸化炭素による健康影響を考慮しつつ、建築物衛生法における二酸化炭素濃度の基準値のあり方を引き続き検討する。

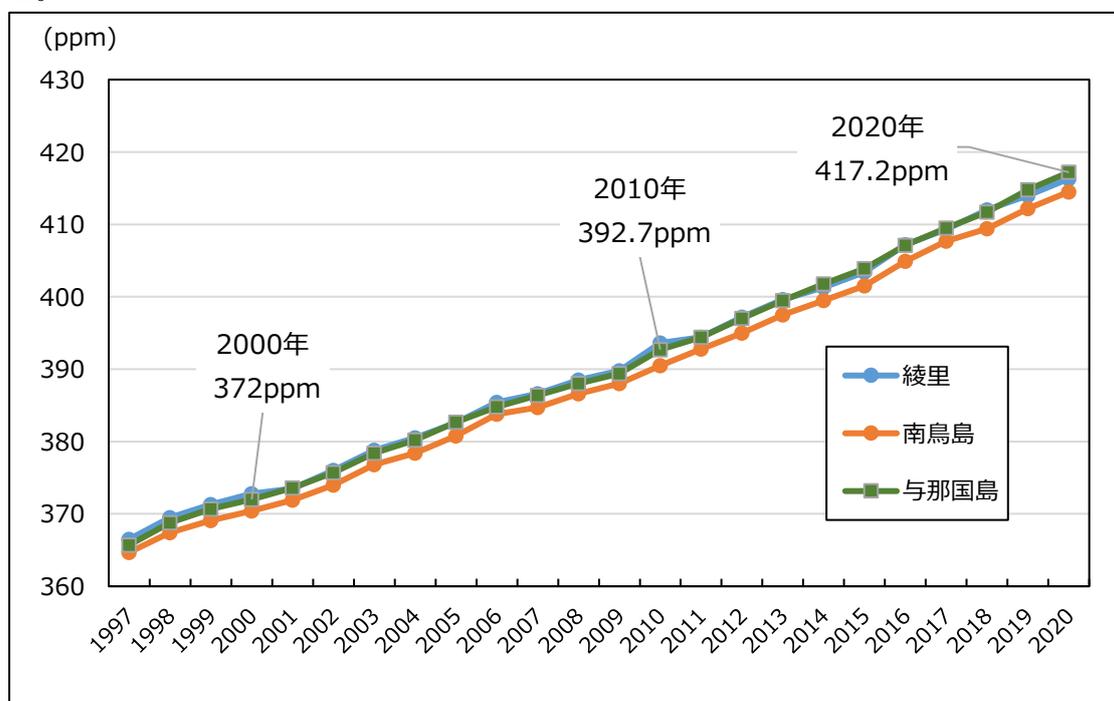


図7: 二酸化炭素濃度の年平均値

(出典: 気象庁「二酸化炭素濃度の年平均値」)

4 特定建築物の要件の見直しについて

(1) 中規模建築物の衛生管理に関する調査研究について

建築物衛生法の適用を受ける特定建築物は、建築物衛生法施行令第1条の各号に掲げる用途及び延べ面積により決まる。この延べ面積の規定は昭和45年の法律制定以降、以下のように改正されている。

・昭和45年(1970年)	延べ面積 8,000㎡以上、除外規定 5%
・昭和48年(1973年)	延べ面積 5,000㎡以上、除外規定 10%
・昭和51年(1976年)	延べ面積 3,000㎡以上、除外規定 10%
・平成15年(2003年)	延べ面積 3,000㎡以上、除外規定は削除

※学校教育法第1条に規定する学校等は、法制定時以降、延べ面積は8,000㎡以上から改正なし。

建築物衛生法では、特定建築物以外の建築物であっても、多数の者が使用し、または利用する建築物については、「建築物環境衛生管理基準に従って維持管理をするように努めなければならない」という規定がある(建築物衛生法第4条第3項)ものの、衛生管理状況が明らかになっていなかった。このため、延べ面積が2,000㎡以上3,000㎡未満の建築物(中規模建築物)の衛生管理の実態等について調査研究¹⁵⁾が実施された。調査研究の概要は、以下のとおりである。

①中規模建築物の件数について

「法人土地・建物基本調査」(平成25年度 国土交通省)を用い、得られた建物件数である約42.2万件を集計することで、中小建築物ストックの現状を把握した。なお、本調査で特定建築物に該当する用途としては、事務所、店舗、ホテル・旅館、文教用施設があるが、国公立の学校建築は調査対象とならないため、文教用施設の実態把握はできないことに注意が必要である。

ア 事務所の場合、延べ面積3,000㎡以上の建物の割合は11.7%(12,352件)であること、2,000㎡以上3,000㎡未満の建物は5.7%(6,054件)であり、3,000㎡以上の建物の約半数という割合になることがわかった

イ 店舗の場合、延べ面積3,000㎡以上の建物の割合は12.5%(9,352件)、2,000㎡以上3,000㎡未満の建物は6.4%(4,782件)であり、事務所と同様に、2,000㎡以上3,000㎡未満の店舗を推定すると、4,800件程度になることがわかった。

ウ ア、イのデータを基に、全国の届出された特定建築物約45,000件(平成28年度 衛生行政報告例)から推定すると、中規模建築物の事務所は約9,000件、店舗の場合7,961件となった(図8)。

(参考)令和元年度 全国の特典建築物施設数

総数	興行場	百貨店	店舗	事務所	学校	旅館	その他
46,756	1,223	1,866	10,023	19,128	4,159	6,526	3,831

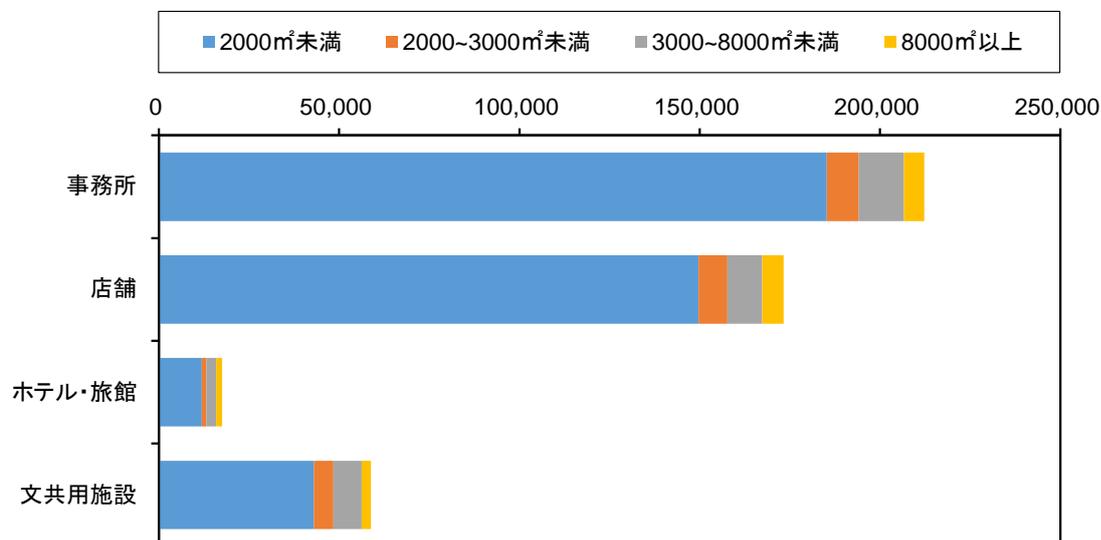


図8 特定建築物に該当する用途における面積区分の推定結果

②中規模建築物における空気環境の状況

オフィスビル計46件(特定建築物17件、非特定建築物29件)を対象に、立ち入り調査と立ち入り調査日から約2週間の温湿度・CO₂濃度の連続測定を行った。測定項目は、室内と屋外の温湿度、CO₂濃度をそれぞれ1分間隔、計30分間の連続測定で実施した。

ア 温度

中央値が冬期で24.5℃(中規模建築物)と24.3℃(特定建築物)、夏期は26.0℃(中規模建築物)と25.6℃(特定建築物)であり、大きな差は見られなかった。

イ 相対湿度

冬期は中規模建築物、特定建築物を問わず40%を下回っており、冬期の低湿度問題が再確認された。夏期は規模を問わず概ね良好であった。

ウ CO₂濃度

- ・季節と規模を問わず全てが建築物衛生法管理基準値の1000ppm以下であった。
- ・一方、この調査とは別に、全国の69件の物件を対象に郵送で連続測定小型センサー(T&D TR-76Ui)の送付及び設置依頼をし、5分間隔、約2週間の連続測定を行ったところ、平均濃度で1000ppmを超える建築物は3割を超え、一回でも1000ppmを超える建築物が約7割という結果となった。

③貯水槽等の衛生管理および飲料水の水質管理の状況

中規模建築物における給水(飲料水、雑用水、貯水槽)の衛生管理に関わる事業者を対象に、中規模建築物の衛生状態に関するアンケート調査を実施し、全国の中規模

建築物886件の管理状況に関する情報を得た。

ア 飲料水の水質検査

368件で実施されており、うち6ヶ月に1回が134件、1年に1回が222件であった。

水質検査の項目数は、多くの場合11項目以上であったものの、建築物環境衛生管理基準に示された検査項目よりも少ない状況であった。遊離残留塩素の検査頻度は、週1回が165件、2週間に1回未満は31件、未実施は191件であり、遊離残留塩素の検査は十分でないと判断された。

イ 貯水槽の衛生管理

貯水槽の清掃は431件、点検・検査は204件で年1回以上実施されており、過半数の建築物は未実施または未回答であった。

ウ 雑用水の衛生管理

雑用水は飲料水よりも各検査や点検の実施頻度が大幅に少ない状況であった。

④中規模建築物におけるねずみ等の衛生管理状況

ねずみ・昆虫等の防除を業務とする事業者を対象としたアンケート調査データを用いて分析し、以下の結果が得られた。

ア ゴキブリやねずみ、蚊の生息状況では、特定建築物と比べて中小規模建築物の方が衛生環境上問題となっている可能性が高いことが示された。

イ 中小規模建築物と比べて特定建築物では、建築物環境衛生管理基準を遵守することを背景に、ねずみ・昆虫等の駆除に対する意識が高く、害虫の生息状況が適切に維持されている実態が示唆された。

(2)中規模建築物への適用拡大についての検討

調査研究¹⁵⁾の結果、建築物衛生法の努力義務はあるものの、特定建築物と比較すると中規模建築物の維持管理状況には課題があることが示唆された。ただし、中規模建築物数は相当数存在することが推定され、直ちに3,000㎡以上の建築物と同等の維持管理を一律に義務付けるのは困難である。

中規模建築物については、今後、建築物の用途の種別によるリスクの内容や度合いに応じ、まずは建築物所有者等による自主管理の促進、民間活力の活用の奨励等を進めていき、徐々に特定建築物と同等の維持管理が可能となるよう、引き続き検討を行うことが適当である。

また今後の検討の際には、以下の観点が重要である。

- 特定建築物の対象を拡大した場合に、建築物所有者等に過大な負担を強いることがないように、優先的にやるべき衛生管理対策の明確化を図る。

- ICTの活用を進めることによって、建築物所有者等の建築物の維持管理にかかる労力を下げると同時に、指導等を実施する保健所の業務負担を軽減するといった手法の検討
- 建築物所有者等が自主管理を行うために必要な、維持管理水準の設定及びそれを達成するための手法の検討
- 貯水槽の規模に応じた、適切な飲料水の管理方法
- 中規模建築物の所有者に対するアンケート調査等を実施し、中規模建築物における衛生管理上の問題点を把握

5 その他

本検討会での審議の中で、建築物環境衛生管理技術者の兼任要件、建築物環境衛生管理基準で規定する空気環境の調整の基準、特定建築物の要件以外の観点で以下の提案があった。

- 定期的な検査・測定、点検・清掃等の軽減策の検討(例えば前回の測定以降、用途や部屋の間仕切りなどに大幅な変更がない場合には、測定頻度を緩和することや、空気調和設備の定期点検頻度の軽減など)
- ICTを活用した自動測定等の促進に資するデータの収集
- 専用水道、特に地下水利用専用水道を水源の全部又は一部として飲料水を供給する建築物の維持管理状況の実態を把握し、飲料水の水質管理上必要な対策を整理
- 優秀な管理技術者の表彰制度の創設
- 海外における建築物衛生管理手法の実態調査
- 管理技術者の実績・能力等を把握できるよう、管理技術者の職歴等情報のデータベースの構築

6 まとめ

今回、建築衛生設備・機器に関するICTの状況や国際機関における室内環境基準等を踏まえた検討を行ったところである。今後もICTの進展や国際的な動向を注視し、適切な建築物衛生管理が確保されるよう、不断の見直しを行っていく。

参考

●建築物衛生管理に関する検討会開催要綱

1 趣旨・目的

建築物における衛生的環境の確保に関する法律(昭和 45 年法律第 20 号)に規定する特定建築物の要件及び建築物環境衛生管理基準については、平成 15 年4月に改正して以降、見直しが行われていないところである。この間、特定建築物を取り巻く状況は大きく変化し、建築物はより大規模化・高層化が進んだことに加え、建築衛生設備・機器に関する ICT 技術が大きく進展し、さらに、国際機関では室内環境基準について新たなガイドンス等が策定されている。

これらの状況を踏まえ、学識経験者等で構成される検討会を開催し、特定建築物の要件、国際基準等を踏まえた建築物環境衛生管理基準の見直し等、適切な建築物衛生管理に必要な事項について検討を行う。

2 検討事項

- (1) 特定建築物の要件について
- (2) 建築物環境衛生管理基準について
- (3) その他適切な建築物衛生管理に必要な事項について

3 構成等

- (1) 本検討会の構成員は別紙のとおりとし、座長を1名置く。
- (2) 座長は検討会を代表し、会務を総括する。
- (3) 座長が不在のときは、あらかじめ座長が指名する者がその職務を代理する。
- (4) 本検討会は、必要に応じ、構成員以外の有識者の出席を求めることができる。

4 運営

- (1) 本検討会は生活衛生・食品安全審議官が開催する。
- (2) 本検討会は原則公開とし、会議資料及び議事録についても、後日 HP において公開する。ただし、議事内容により、座長が非公開とすることが必要であると認める場合は、開催予定とともに非公開である旨及びその理由を公開し、会議終了後、可能な範囲で会議資料及び議事要旨を公開する。
- (3) 本検討会の庶務は医薬・生活衛生局生活衛生課が行う。
- (4) この要綱に定めるもののほか、本検討会の運営に関して必要な事項は座長が検討会の了承を得て、その取扱いを決定するものとする。

●建築物衛生管理に関する検討会委員名簿

○:座長

- 秋葉 道宏 国立保健医療科学院生活環境研究部 部長*
(※令和3年度以降は主任研究官)
- 鎌田 元康 (公財)日本建築衛生管理教育センター 理事長
- 倉 淵 隆 東京理科大学工学部建築学科 教授
- 坂下 一則 東京都健康安全研究センター広域監視部
建築物監視指導課総括課長代理
- 高田 礼子 聖マリアンナ医科大学医学部予防医学教室 教授
- 谷川 力 (公社)日本ペストコントロール協会 理事・技術委員長
- 中野 信博 (公社)全国ビルメンテナンス協会 副会長
- 西村 勝彦 (公社)全国建築物飲料水管理協会 副会長*
(※令和3年度以降は会長)
- 林 基哉 北海道大学工学研究院建築都市部門空間デザイン 教授

●開催状況

- 第1回 令和3年 1月29日
・本検討会の開催趣旨について
・特定建築物の要件等について
・今後の検討の進め方について
- 第2回 2月22日
・第1回検討会における論点の整理について
・企業ヒアリング
・建築物環境衛生管理技術者の兼任状況等について
- 第3回 3月22日
・企業ヒアリングの概要について
・建築物環境衛生管理技術者の兼任に関する考え方等について
・建築物環境衛生管理基準の検討について
- 第4回 4月22日
・建築物環境衛生管理基準の検討について
・特定建築物の要件に関する検討について
- 第5回 6月1日
・第4回検討会における論点の整理について
・自治体調査結果について
・報告書骨子案について
- 第6回 6月29日
・報告書案について

<参考文献>

- 1) 生活衛生法規研究会編「ビル衛生管理関係実務便覧」5027-5029頁（第一法規，2021年3月14日追録）。
- 2) 社団法人空気調和・衛生工学会(1966)。「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年3月31日。
- 3) CIBSE. What's so special about Building Services Engineering? 29 June 2021, <https://www.cibse.org/building-services/what-s-so-special-about-building-services-engineer>
- 4) U.S. Office of Personnel Management (1992). Position Classification Standard for Building Management Series, 29 June 2021, <https://www.opm.gov/policy-data-oversight/classification-qualifications/classifying-general-schedule-positions/standards/1100/gs1176.pdf>
- 5) SBSE. What is engineering? 29 June 2021, <https://www.engineersaustralia.org.au/For-Students-And-Educators/Engineering-Careers/What-Is-Engineering>
- 6) WHO (2018). WHO Housing and health guidelines, World Health Organization.
- 7) WHO (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants, World Health Organization.
- 8) WHO (2005). WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, World Health Organization.
- 9) 東賢一，櫻田尚樹，林基哉(2020). 建築物衛生管理基準の検証に関する研究，分担研究報告書:基準案の検証。
- 10) 環境省(2009). 微小粒子状物質による大気汚染に係る環境基準について(平成21年9月9日環告33)
- 11) 中央環境審議会大気環境部会微小粒子状物質環境基準専門委員会報告,平成21(2009)年9月
- 12) 柳宇，鍵直樹，金勲，東賢一(2020). 中規模建築物における衛生管理の実態と特定建築物の適用に関する研究，分担研究報告書:健康危機に対応した環境衛生の実態と管理項目の検討。
- 13) 公益財団法人日本建築衛生管理教育センター(2020).「新 建築物の環境衛生管理(上巻)」第1版第2刷，公益財団法人日本建築衛生管理教育センター。
- 14) 公益社団法人空気調和・衛生工学会 換気設備委員会・室内空気質小委員会(2015)。

空気質のための必要換気量, 2015年10月31日.

- 15) 小林健一(2020). 中規模建築物における衛生管理の実態と特定建築物の適用に関する研究, 平成29(2017)-令和元(2019)年度厚生労働科学研究費補助金.

～ 商業施設等の管理権原者の皆さまへ ～

「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法

新型コロナウイルス感染症対策専門家会議の見解（令和2年3月9日及び3月19日公表）では、集団感染が確認された場所で共通する3条件が示されています。新型コロナウイルス感染症厚生労働省対策本部では、この見解を踏まえ、リスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するため、多数の人が利用する商業施設等においてどのような換気を行えば良いのかについて、有識者の意見を聴取しつつ、文献、国際機関の基準、国内法令基準等を考察し、推奨される換気の方法をまとめました。

専門家検討会の見解（抄）

クラスター（集団）感染発生リスクの高い状況の回避

- ① **換気を励行する**：換気の悪い密閉空間にしないよう、換気設備の適切な運転・点検を実施する。定期的に外気を取り入れる換気を実施する。
- ② **人の密度を下げる**：人を密集させない環境を整備。会場に入る定員をいつもより少なく定め、入退場に時間差を設けるなど動線を工夫する。
- ③ **近距離での会話や発声、高唱を避ける**：大きな発声をさせない環境づくり（声援などは控える）。共有物の適正な管理又は消毒の徹底等。

推奨される換気の方法

ビル管理法（建築物における衛生的環境の確保に関する法律）における空気環境の調整に関する基準に適合していれば、**必要換気量（一人あたり毎時30m³）を満たすこと**になり、「換気が悪い空間」には当てはまらないと考えられます。このため、以下のいずれかの措置を講ずることを商業施設等の管理権原者に推奨いたします。

なお、「換気の悪い密閉空間」は**リスク要因の一つに過ぎず**、一人あたりの必要換気量を満たすだけで、**感染を確実に予防できる**ということまで文献等で明らかになっているわけではないことに留意していただく必要があります。

① 機械換気(空気調和設備、機械換気設備)による方法

- ビル管理法における特定建築物に該当する商業施設等については、ビル管理法に基づく空気環境の調整に関する基準が満たされていることを確認し、満たされていない場合、換気設備の清掃、整備等の維持管理を適切に行うこと。
- 特定建築物に該当しない商業施設等においても、ビル管理法の考え方に基づく**必要換気量（一人あたり毎時30m³）**が確保できていることを確認すること。必要換気量が足りない場合は、**一部屋あたりの在室人数を減らす**ことで、一人あたりの必要換気量を確保することも可能であること。

ビル管理法における空気調和設備を設けている場合の空気環境の基準

項目	基準
ア 浮遊粉じんの量	0.15 mg/m ³ 以下
イ 一酸化炭素の含有率	100万分の10以下(=10 ppm以下) ※特例として外気がすでに10ppm以上ある場合には20ppm以下
ウ 二酸化炭素の含有率	100万分の1000以下(=1000 ppm以下)
エ 温度	1. 17℃以上28℃以下 2. 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。
オ 相対湿度	40%以上70%以下
カ 気流	0.5 m/秒以下
キ ホルムアルデヒドの量	0.1 mg/m ³ 以下(=0.08 ppm以下)

※機械換気設備を設けている場合は、上記の表のアからウまで、カ及びキを遵守する必要がある。

② 窓の開放による方法

- 換気回数※を毎時2回以上（30分に一回以上、数分間程度、窓を全開する。）とすること。
※ 換気回数とは、部屋の空気がすべて外気と入れ替わる回数をいう。
- 空気の流れを作るため、複数の窓がある場合、二方向の壁の窓を開放すること。窓が一つしかない場合は、ドアを開けること。

換気に当たっての留意点

① 特定建築物に該当する場合

- 特定建築物※¹に該当する商業施設等の管理権原者は、ビル管理法に基づく空気環境の調整に関する基準に従って当該建築物を維持管理しなければなりません。
- 基準を満たしていない場合※²は、建築物環境衛生管理技術者の意見を尊重して適切な是正措置を講じ、当該建築物が基準を満たすように維持管理しなければなりません。

※¹ ビル管理法における特定建築物とは、興行場、百貨店、集会場、遊技場、店舗等の用途に供される延べ床面積が3,000m²以上の建築物であって、多数の者が使用・利用するものをいいます。

※² 近年、二酸化炭素の含有率の基準を満たしていない特定建築物が多数報告されています。改めて換気設備の点検を行うなど、適切な維持管理を行ってください。

② 特定建築物に該当しない場合

- 特定建築物に該当しない商業施設等の管理権原者についても、ビル管理法に基づく空気環境の調整に関する基準に従って当該建築物の維持管理するように努めなければならないとされています。
- これを踏まえ、機械換気による場合、換気設備を設計した者や換気の専門業者に依頼し、換気量がどの程度あるかを確認し、一人あたりの必要換気量が確保できるよう、部屋の内部の利用者数の上限を把握するよう努めなければなりません。

商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について

令和2年3月30日

1 はじめに

- (1) 新型コロナウイルス感染症対策専門家会議の「新型コロナウイルス感染症対策の見解」（令和2年3月9日及び3月19日公表）によると、これまで集団感染が確認された場所で共通するのは、①換気の悪い密閉空間、②多くの人が密集していた、③近距離（互いに手を伸ばしたら届く距離）での会話や発声が行われたという3つの条件が同時に重なった場合であるとしている。
- (2) この見解を踏まえ、リスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するための方法について、新型コロナウイルス厚生労働省対策本部では、多数の人が利用する商業施設等において、「換気の悪い空間」に該当しないようにするためには、どのような換気等の措置を行えば良いのかについて、有識者の意見を聴取しつつ、文献、国際機関の基準、国内法令基準等を考察し、その結果を以下のとおりまとめた。

2 建築物内の換気による感染症予防の効果に関する文献

- (1) 米国保健工学会（ASHE(2013)）は、建築物内の換気による感染症予防の効果に関する文献をレビューしている（ASHE(2013)p.2）。その中で、Liらは、はしか、結核（M.tb）、水疱瘡、インフルエンザ、天然痘やSARSといった感染症の伝染や拡散と換気との間に関連があること示す、強力な十分なエビデンスがあるとしている一方で、病院、学校、事務所、住宅及び隔離施設における、求められる最小の換気量に関する定量的な研究は十分でないとしている（Li et. al (2007)）。
- (2) 国際保健機関（WHO (2009)）は、換気基準の根拠として、「結核とはしかの拡散」と「換気回数（部屋の空気がすべて外気と入れ替わる回数。以下同じ。）が毎時2回未満の診察室」の間に関連が見られたとしている（Menzies et al. (2000), Bloch et al.(1985)）。
- (3) 国内の文献では、豊田（2003）が中学校での結核集団感染において、教室の換気回数が毎時1.6～1.8回と少なかったことを指摘している。また、渡瀬(2010)は、結核の感染リスクと気積の関係を調べ、接触時間が1時間の場合、気積が20m³を下回ると感染のリスクが高まることを示した。国外の文献と矛盾はないが、換気回数に関する定量的な研究は十分でない。

3 CDC、WHOの隔離施設等の換気等の基準

- (1) 米国疾病予防管理センター（CDC(2003)）は、感染症の患者を隔離する医療施設（負圧施設）の換気の基準として、以下を示している。
ア 換気回数が毎時12回（新規の建物）、毎時6回（既存の建物）を上回ること

イ 排気を屋外に出すか、高性能粒子フィルター（HEPA フィルター）を使って循環させること

(2) WHO (2009)は、飛沫や飛沫核による感染症を扱う保健施設における自然換気の基準を示している（WHO (2009)p.21）。

ア 新築の隔離施設における換気風量が、1患者あたり 160 リットル毎秒（576m³毎時）（最小で、1患者あたり 80 リットル毎秒（288m³毎時）

イ 一般及び外来診療病棟の換気風量が、1患者あたり 60 リットル毎秒（216m³ 毎時）

ウ 通路などの換気風量が、気積 1 m³あたり 2.5 リットル毎秒（9 m³ 毎時）

(3) WHO (2009)は、この数字の根拠として、CDC の基準である毎時 12 回の換気回数が、4×2×3m³の部屋において1患者あたり 80 リットル毎秒（288m³ 毎時）と同等であるため、自然換気のための安全率としてそれを2倍して1患者あたり 160 リットル毎秒（576m³ 毎時）としたとしている（WHO (2009)p.23）。

4 ビル管理法の基準

(1) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律（ビル管理法）では換気回数ではなく、室内の一酸化炭素濃度(10ppm) や、二酸化炭素濃度 (1000ppm) の基準を設定することで、居室の適切な換気量を確保することを求めている。

(2) この基準を実現するため、空気調和・衛生工学規格では、人体から発生する二酸化炭素に基づき、1人あたりの必要換気量を約 30m³ 毎時とし、居室の在室密度に応じ、必要換気量を示している（表1）（空気調和・衛生工学会(1972)）。

(3) ビル管理法では、相対湿度についても基準（40%～70%）がある。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ことから、湿度下限値を40%としたものである（厚生労働省(2001)）。

(4) 換気量は外気導入用のファンの能力に依存する。外気導入用のファンの能力に余裕があれば、外気導入量をある程度増加できる可能性がある。しかし、大幅に増加させるためには、設備の改修が必要となるため、短期間で実施することは困難である。

表1 居室の必要換気量参考値

番号	室名	標準在室密度 m ² /人	必要換気量 m ³ /m ² h
1	事務所（個室）	5.0	6.0
2	事務所（一般）	4.2	7.2
3	銀行営業室	5.0	6.0
4	商店売場	3.3	9.1
5	デパート（一般売場）	1.5	20.0
6	デパート（食品売場）	1.0	30.0
7	デパート（特売場）	0.5	60.0
8	レストラン・喫茶（普通）	1.0	30.0
9	レストラン・喫茶（高級）	1.7	17.7
10	宴会場	0.8	37.5
11	ホテル客室	10.0	3.0
12	劇場・映画館（普通）	0.6	50.0
13	劇場・映画館（高級）	0.8	37.5
14	休憩室	2.0	15.0
15	娯楽室	3.3	9.0
16	小会議室	1.0	30.0
17	バ	1.7	17.7
18	美容室・理髪室	5.0	6.0
19	住宅・アパート	3.3	9.0
20	食堂（営業用）	1.0	30.0
21	食堂（非営業用）	2.0	15.0

備考 必要換気量は、室内炭酸ガス許容濃度 0.1% となるよう、1人あたりの換気量を 30 m³/h とし て算出した。

ビル管理法における空気調和設備を設けている場合の空気環境の基準

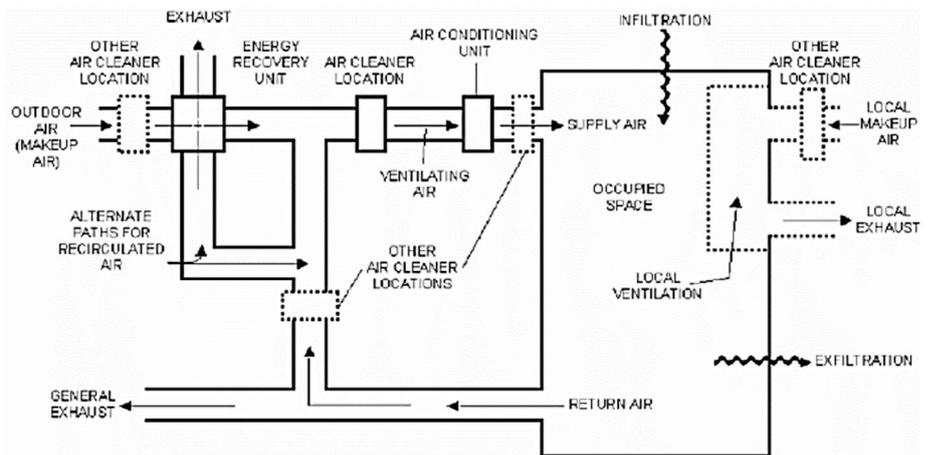
ア 浮遊粉じんの量	0.15 mg/m ³ 以下
イ 一酸化炭素の含有率	100 万分の 10 以下 (=10 ppm 以下) ※特例として外気がすでに 10ppm 以上ある場合には 20ppm 以下
ウ 二酸化炭素の含有率	100 万分の 1000 以下 (=1000 ppm 以下)
エ 温度	(1) 17℃以上 28℃以下 (2) 居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないこと。
オ 相対湿度	40%以上 70%以下
カ 気流	0.5 m/秒以下
キ ホルムアルデヒドの量	0.1 mg/m ³ 以下 (=0.08 ppm 以下)

※機械換気設備を設けている場合は、上記の表のアからウまで、カ及びキを遵守する必要がある。

5 HEPA フィルターによる室内空気の循環について

(1) CDC(2003)は、排気を屋外に出せない場合は、高性能粒子フィルター (HEPA フィルター) で空気を浄化した上で、空気の室内循環を認めている(CDC(2003))。ただし、ここで想定されている HEPA フィルターは、十分な換気能力を持つ固定式の機械換気装置の配管に直結されたものである ((CDC(2003) p.28 図参照)。

(2) 移動式の HEPA フィルターユニットについて、CDC(2003)は、①全体換気がない部屋における一時的な換気、②換気装置が適切な風量を提供できない場合の補強、③空気の流れの効率性の向上を図る場合には、使用できるとしている。



る。ただし、その有効性は、部屋の構造、家具等の配置、ユニットの設置位置、吸排気口の位置等に依存するとしている (CDC(2003) p.30)。Qian ら(2010)は、模擬の隔離病室に毎時 535m³の風量をもつ 1 台の移動式 HAPA フィルターユニットを設置し、その効果を検証した。それによると、フルパワーで運転したときには良好な空気の流れを作り出し、換気回数も毎時 2.5~5.6 回に達したが、風量を落とすと、空気がよどむ箇所が発生したとしている。さらに、騒音がユニット付近で 81.3dB と非常に大きかったとしている (Qian ら(2010))。

6 考察

- (1) 専門家会議の見解における「換気の悪い密閉空間」とは、一般的な建築物の空気環境の基準を満たしていないことを指すものと考えられる。その意味では、ビル管理法の基準に適合させるために必要とされる換気量（一人あたり必要換気量約 30m³ 毎時）を満たせば、「換気の悪い密閉空間」には当てはまらないと考えられる。なお、一人あたりの必要換気量を確保することで、「手の届く距離に多くの人がいる」、「近距離での会話や発声がある」という条件の改善にも寄与することにも留意する必要がある。
- (2) 一方で、CDC や WHO による急性呼吸機感染症(ARI)患者の隔離施設の基準の根拠とされる文献においては、換気回数 2 回毎時未満の施設とそれ以上の換気能力を有する施設を比較した研究(Menzies et al (2000))であることから、隔離施設の基準（換気回数が毎時 12 回（新規建物）、毎時 6 回（既存建物）は、それぞれ、6 倍、3 倍の安全率を有している。したがって、一般商業施設等に適用する場合の安全率としては、厳しすぎるといえる。
- (3) 仮に、換気回数を毎時 2 回とした場合、一人あたり換気量は 48m³ 毎時（12ACH の 288m³/毎時の 1/6）であり、ビル管理法の基準（一人あたり必要換気量約 30m³ 毎時）の約 1.5 倍となり、それほど大きな違いはない。CDC の既存建築物の基準である毎時 6 回の換気回数とした場合、一人あたり換気量は 144m³ 毎時（12ACH の 288m³/毎時の 1/2）となり、ビル管理法を踏まえた換気量の約 5 倍となる。
- (4) 約 5 倍の換気量を確保するためには、外気導入用のファンの能力の限界から、空調設備の改修が必要となる場合がほとんどであり、実施は困難である。仮に、この量の外気取り入れが可能な場合であっても、空調設備の容量の関係で、温度や相対湿度の基準を守ることが難しくなる。相対湿度が低下すれば、飛沫中のインフルエンザウイルスを不活性化する時間が長くなるなど、感染症予防としては逆効果となるというトレードオフの関係にある。
- (5) 以上から、一人あたり必要換気量約 30m³ 毎時という基準は、感染症を防止するための換気量として、実現可能な範囲で、一定の合理性を有する。ただし、この換気量を満たせば、感染を完全に予防できるということまでは文献等で明らかになっているわけではないことに留意する必要がある。また、今後の知見の蓄積により、よりよい基準に見直していく必要がある。
- (6) HEPA フィルターを用いた室内空気の循環については、通気抵抗が大きいため、一般の建築物の空調設備で行うことは難しい。このため、外気を取り入れによる換気が現実的である。なお、市販されている移動式の HEPA フィルターが装着されている空気清浄機は、機械換気装置を補完する機能がある可能性がある。しかし、Quin ら(2010)が使用したような大風量（毎時 533m³）であれば部屋全体の空気の流れを作ることは可能であるが、そのような大風量の機器を導入することは容易ではなく、また、騒音の面でも、商業施設での運用は難しい。さらに、市販されている空気清浄機については、

一般的に風量が小さく、装着されているフィルターの性能もまちまちであり、部屋全体をカバーする空気の流れを適切に作れるかどうか不明である。このため、感染症予防の効果があるかどうかを評価することは困難であり、現時点では、移動式の空気清浄機の使用を一律に推奨することは難しい。今後、メーカーの協力を得て、感染症対策としての換気効果の実証試験などを実施することが望まれる。

7 まとめ

専門家会議の見解では、集団感染が確認された場所で共通する3条件が示されている。新型コロナウイルス厚生労働省対策本部では、この見解を踏まえ、リスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するため、多数の人が利用する商業施設等においてどのような換気を行えば良いのかについて、有識者の意見を聴取しつつ、文献、国際機関の基準、国内法令基準等を考察し、推奨される換気方法をまとめた。

- (1) ビル管理法における空気環境の調整に関する基準に適合していれば、必要換気量（一人あたり毎時 30m³）を満たすことになり、「換気が悪い空間」には当てはまらないと考えられる。このため、以下のいずれかの措置を講ずることを商業施設等の事業者に推奨すべきである。

なお、「換気の悪い密閉空間」はリスク要因の一つに過ぎず、一人あたりの必要換気量を満たすだけで、感染を確実に予防できるということまで文献等で明らかになっているわけではないことに留意する必要がある。

ア 機械換気（空気調和設備、機械換気設備）による方法

- ① ビル管理法における特定建築物（※）に該当する商業施設等については、ビル管理法に基づく空気環境の調整に関する基準が満たされていることを確認し、満たされていない場合、換気設備の清掃、整備等の維持管理を適切に行うこと。
- ② 特定建築物に該当しない商業施設等においても、ビル管理法の考え方に基づく必要換気量（一人あたり毎時 30m³）が確保できていることを確認すること。必要換気量が足りない場合は、一部屋あたりの在室人数を減らすことで、一人あたりの必要換気量を確保することも可能であること。

イ 窓の開放による方法

- ① 換気回数を毎時2回以上（30分に一回以上、数分間程度、窓を全開する。）とすること。
- ② 空気の流れを作るため、複数の窓がある場合、二方向の壁の窓を開放すること。窓が一つしかない場合は、ドアを開けること。

※ 特定建築物とは、興行場、百貨店、集会場、遊技場、店舗等の用途に供される延べ床面積が3,000m²以上の建築物等であって、多数の者が使用・利用するものをいう。

- (2) (1)の実施に当たっては、次に掲げる事項に留意すること。

- ア 特定建築物に該当する商業施設等の管理権原者は、ビル管理法に基づく空気環境の調整に関する基準に従って当該建築物の維持管理をしなければならないこと。基準を満たしていない場合は、建築物環境衛生管理技術者の意見を尊重して是正措置を講じ、当該建築物が基準を満たすように維持管理しなければならないこと。
- イ 特定建築物に該当しない商業施設等の管理権原者についても、ビル管理法に基づく空気環境の調整に関する基準に従って当該建築物の維持管理するように努めなければならないとされていること。これを踏まえ、機械換気による場合、換気設備を設計した者や換気の専門業者に依頼し、換気量がどの程度あるかを確認し、一人あたりの必要換気量が確保できるよう、部屋の内部の利用者数の上限を把握するよう努めなければならないこと。

参考文献

- ASHAE (2013) Literature Review: Room Ventilation and Airborne Disease Transmission. Edit. Memarzadeh F. Chicago.
- Bloch AB et al.(1985) Measles outbreak in a pediatric practice: airborne transmission in an office setting. Pediatrics, 75(4):676–683.
- CDC (2003). Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Morbidity and Mortality Weekly Report, 52 (RR-10).
- Li, Y., et al. (2007) “Role of Ventilation in Airborne Transmission of Infectious Agents in the Built Environment: A Multidisciplinary Systematic Review.” Indoor Air 17 (1): 2–18.
- Menzies D et al. (2000) Hospital ventilation and risk for tuberculous infection in Canadian health care workers. Annals of Internal Medicine, 133(10):779–789.
- Quin H, Li Y, Sun H, Nielsen PV, Huang X, Zheng X (2010) Particle removal efficiency of the portable HEPA air cleaner in a simulated hospital ward. Build. Simul. Vol. 3, No.3 pp.215-224
- WHO (2009) Natural ventilation for infection control in health-care settings. WHO Press Geneva
- WHO (2014) Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory infections in health care. World Health Organization, Geneva.
- 空気調和・衛生工学会(1972) 空気調査・衛生高学会規格 HASS 102 空気調和・衛生工学 第 46 巻第 12 号 pp.3-19
- 厚生労働省(2001) 健康局生活衛生課・建築物衛生管理検討会
- 豊田 誠(2003) 中学校結核集団感染の環境要因に関する検討 結核 第 78 巻第 12 号 pp.11-

渡瀬 博俊 (2010) 学習塾の結核集団感染に関連して、換気が感染リスクに与える影響 結核 第85号第7号 pp.591-593

(注) 本文書の取りまとめにあたり、ご意見を伺った有識者は以下のとおり。

国立保健医療科学院 建築施設管理研究分野 統括研究官 林 基哉

金沢大学理工研究域フロンティア工学系教授 瀬戸 章文

宮城大学大学院看護学研究科講師 松永 早苗

清水建設株式会社 執行役員 (建築総本部設計本部副本部長) 中村 和人

執行役員 (営業総本部営業担当) 山田 安秀 (元内閣審議官 新型インフルエンザ等対策室長)

～ 換気機能のない冷暖房設備を使っている商業施設等の皆さまへ ～

熱中症予防に留意した 「換気の悪い密閉空間」を 改善するための換気の方法

換気機能のない冷暖房設備（循環式エアコン）※¹しか設置されていない商業施設等の場合、外気温が高いときに、必要換気量を満たすための換気（30分ごとに1回、数分間窓を全開にする）※²を行うと、ビル管理法で定める居室内の温度および相対湿度の基準（28℃以下・70%以下）※³を維持できないときがあります。

新型コロナウイルス感染症のリスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気と、熱中症予防を両立するため、以下の点に留意してください。

窓を開けて換気する場合の留意点

- 居室の温度および相対湿度を28℃以下および70%以下に維持できる範囲内で、2方向の窓を常時、できるだけ開けて、連続的に室内に空気を通すこと※⁴。
 - この際、循環式エアコンの温度をできるだけ低く設定すること。
 - 1方向しか窓がない場合は、ドアを開けるか、天井や壁の高い位置にある窓を追加で開けること。
- 居室の温度および相対湿度を28℃以下および70%以下に維持しようとする、窓を十分に開けられない場合は、窓からの換気と併せて、可搬式の空気清浄機を併用※⁵することは換気不足を補うために有効であること。

空気清浄機を併用する際の留意点

- ◆ 空気清浄機は、HEPAフィルタによるろ過式で、かつ、風量が5m³/min程度以上のものを使用すること。
- ◆ 人の居場所から10m²（6畳）程度の範囲内に空気清浄機を設置すること。
- ◆ 空気のだよみを発生させないように、外気を取り入れる風向きと空気清浄機の風向きを一致させること※⁶。

熱中症の予防のためには、こまめな水分補給や健康管理など※⁷にも留意が必要です。

参考

換気機能を持つ冷暖房設備（空気調和設備）がある建築物の場合

建築物における衛生的環境の確保に関する法律（ビル管理法）における**空気環境の調整に関する基準**に適合するように**外気取り入れ量などを調整**することで、**必要換気量（一人あたり毎時30m³）**※²を確保しつつ、居室の温度および相対湿度を**28℃以下**および**70%以下**※³に維持してください。

ビル管理法における空気環境の調整に関する基準（抜粋）

項目	基準
二酸化炭素の含有率	100万分の1000以下（= 1000 ppm以下）
温度	1. 17℃以上28℃以下 2. 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

- ※ 1 エアコン本体に屋内空気の取り入れ口がある（換気用ダクトにつながっていない）エアコンは、室内の空気を循環させるだけで、外気を取り入れ機能はないことに注意してください。
- ※ 2 換気の方法の詳細については、リーフレット「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法」を参照してください。
URL: <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf> 
- ※ 3 ビル管理法で定める居室内の温度および相対湿度の基準（28℃以下・70%以下）を維持していれば、軽作業を連続で行う場合の熱中症予防の基準値（暑さ指数（WBGT値）29℃）を超えることはありません。
- ※ 4 窓を開ける幅は、居室の温度と相対湿度をこまめに測定しながら調節してください。また、窓を開けるときは、防犯などにも配慮してください。
- ※ 5 空気清浄機は、換気を補完する目的で使用するものですので、窓を閉めて空気清浄機だけを使用しても十分な効果は得られないことに留意してください。
- ※ 6 間仕切りなどを設置する場合は、空気の流れを妨げない方向や高さとするか、間仕切りなどの間に空気清浄機を設置するなど、空気がよどまないようにしてください。
- ※ 7 熱中症予防対策の詳細については、リーフレット「熱中症予防×コロナ感染防止で「新しい生活様式」を健康に！」を参照してください。
URL: <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000642298.pdf> 

熱中症予防に留意した「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について

令和2年6月17日

1 はじめに

- (1) 新型コロナウイルス感染症対策専門家会議の「新型コロナウイルス感染症対策の見解」（令和2年3月9日及び3月19日公表）によると、これまで集団感染が確認された場所で共通するのは、①換気の悪い密閉空間、②多くの人が密集していた、③近距離（互いに手を伸ばしたら届く距離）での会話や発声が行われたという3つの条件が同時に重なった場合であるとしている。
- (2) 新型コロナウイルス厚生労働省対策本部では、この見解を踏まえ、新型コロナウイルス感染症のリスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するための方法について、文献レビュー結果及びリーフレットを公表した（厚生労働省(2020)）。
- (3) 今般、新型コロナウイルス厚生労働省対策本部では、外気温が高い環境下において、換気の悪い密閉空間の改善と熱中症の防止をどのように両立するかについて、有識者の意見を聴取しつつ、文献、国際機関の基準、国内法令基準等を考察し、その結果を以下のとおりまとめた。

2 熱中症の防止のために維持すべき温度等の基準に関する文献

- (1) 平成25年以降、毎年約4万人が熱中症で緊急搬送されており、平成30年には約9万人が救急搬送された（総務省消防庁(2020)）。平成30年度の熱中症による死亡者数は1581人であり、そのうち65歳以上は1288人(81.5%)であった（厚生労働省(2020)）。熱中症の発生場所の約40%が住居、約9%は不特定者が出入りする室内空間となっており、室内における熱中症対策が重要となっている。
- (2) 米国国立労働安全衛生研究所(NIOSH(2016))は、熱中症予防のための熱ストレスに関する推奨警戒限界値(Recommended Alert Limits: RAL)と推奨ばく露限界値(Recommended Exposure Limits: REL)を示している。RAL及びRELは、鉱山レスキュー隊の熱ストレスの上限範囲を調べるために、作業要因と環境要因に関する生理学的なアプローチによる実験結果から求められたものとしている（Lind(1963), Dukes-Dobos and Henshel(1973)）。RELは、熱順化(acclimated)した健康な労働者の95%を防護するのに十分な値として設定され、熱順化していない労働者については、熱ばく露がRALを超えないようにすべきであるとしている（NIOSH(2016) p.93）。
- (3) NIOSHのREL及びRALは、標準的な男性(体重70kg、体表面積1.8m²)に対して、身体作業強度別の代謝熱(metabolic heat)と作業頻度(1時間あたりの作業時間)に応じて、限度となる環境熱ばく露(WBGT)を図で示すものである(Leithead and Lind(1964), Wyndham(1974), Ramsey(1975), Strydom(1975), ISO(1982), Spaul and Greenleaf(1984), ACGIH(1985)。Figure 8-1及び8-2参照。)

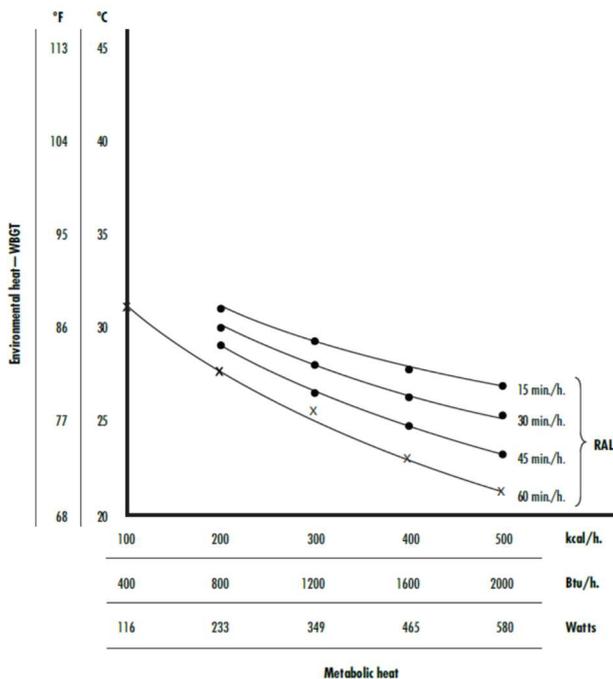


Figure 8-1. Recommended heat stress alert limits (RALs) for unacclimatized workers

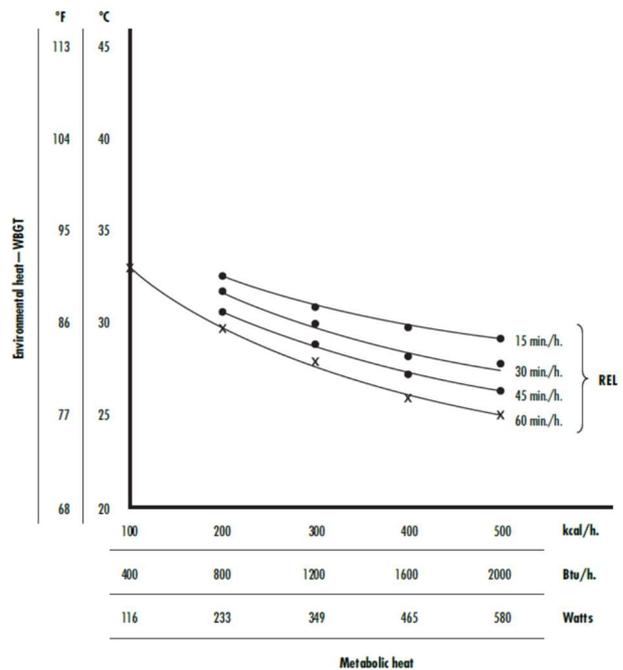


Figure 8-2. Recommended heat stress exposure limits (RELs) for acclimatized workers

(4) NIOSH(2016)は、熱ばく露に関連する疾病のリスクを高める要因として、60歳以上の高齢者 (Kenny ら(2010)、妊婦 (Meyer ら(1992)、Gagnon & Kenny(2011))、肥満 (Kenny ら 2010)、薬物 (アルコール等) の摂取を指摘している (NIOSH(2016) pp. v-vi)。

(5) ISO 7243(JIS Z8504)は、身体作業強度 (代謝率レベル) 別に、熱に順化している者としていない者に分けて、WBGT 基準値を表で示している。この基準値は、連続作業を行う場合の REL と RAL と整合している (ISO (1982))。厚生労働省(2009)は、WBGT 基準値を身体作業強度別の具体例と併せて示している (表 1-1 参照)。作業強度が高代謝者率作業以上の場合、気流を感じるときは、感じないときと比較して低

表 1-1 身体作業強度等に応じた WBGT 基準値

区分	身体作業強度 (代謝率レベル) の例	WBGT 基準値	
		熱に順化している人 °C	熱に順化していない人 °C
0 安静	安静	33	32
1 低代謝率	楽な座位; 軽い手作業(書く、タイピング、描く、縫う、簿記); 手及び腕の作業(小さいペンチツール、点検、組立てや軽い材料の区分け); 腕と脚の作業(普通の状態での乗り物の運転、足のスイッチやペダルの操作)。立位; ドリル(小さい部分); フライス盤(小さい部分); コイル巻き; 小さい電気巻き; 小さい力の道具の機械; ちょっとした歩き(速さ 3.5 km/h)	30	29
2 中程度代謝率	継続した頭と腕の作業(くぎ打ち、盛土); 腕と脚の作業(トラックのオフロード操縦、トラクター及び建設車両); 腕と胴体の作業(空気ハンマーの作業、トラクター組立て、しっくい塗り、中くらいの重さの材料を断続的に持つ作業、草むしり、草掘り、果物や野菜を摘む); 軽量の荷車や手押し車を押ししたり引いたりする; 3.5~5.5 km/h の速さで歩く; 鍛造	28	26
3 高代謝率	強度の腕と胴体の作業; 重い材料を運ぶ; シャベルを使う; 大ハンマー作業; のこぎりをひく; 硬い木にかななをかけたりのみで彫る; 草刈り; 掘る; 5.5~7 km/h の速さで歩く。重い荷物の荷車や手押し車を押ししたり引いたりする; 鋳物を削る; コンクリートブロックを積む。	気流を感じないとき 25	気流を感じるとき 22 気流を感じないとき 23
4 極高代謝率	最大速度の速さでとても激しい活動; おのを振るう; 激しくシャベルを使ったり掘ったりする; 階段を登る、走る、7 km/h より速く歩く。	23	25 18 20

い WBGT 基準値が設定されている。例えば、低代謝率 (117W-234W) の作業強度 (座位での書く、タイピング等といった事務作業) を行う場合で、熱順化していない者の WBGT 基準値は、29℃となる。ISO 7243(JIS Z8504)は、測定された WBGT 値が基準値を超えた場合、適切な方法 (環境温度の低下、作業強度の低下等) によって熱ストレスを軽減する必要があるとしている。

- (6) 厚生労働省(2009)は、測定された WBGT 値に、衣類の組み合わせに応じた補正值を加えた上で、WBGT 基準値と比較することを求めている (表 1-2 参照)。例えば、ポリオレフィン布製のつなぎ服の場合、測定された WBGT 値に 1℃を加えて評価する必要があるとしている。ただし、マスクなどの呼吸用保護具の着用に関して補正值は設定されていない。

表 1-2 衣類の組合せにより WBGT 値に加えるべき補正值

衣類の種類	WBGT 値に加えるべき補正值 (℃)
作業服 (長袖シャツとズボン)	0
布 (織物) 製のつなぎ服	0
二層の布 (織物) 製のつなぎ服	3
SMSポリプロピレン製のつなぎ服	0.5
ポリオレフィン布製のつなぎ服	1
限定用途の蒸気不浸透性つなぎ服	1.1

注 補正值は、一般にレベル A と呼ばれる完全な不浸透性防護服に使用してはならない。また、重ね着の場合に、個々の補正值を加えて全体の補正值とすることはできない。

NIOSH(2016)は、呼吸による熱放出は、極度に乾燥した環境で激しい作業を行う場合を除き、一般的に小さい結果しかもたらさない (minor consequence)としている (NIOSH(2016) p.13)。

- (7) 日本生気象学会(2013)は、室内で日射がない場合に、気温と相対湿度から WBGT 値を求めることができる表を示した (表参照)。これによると、建築物における衛生的環境の確保に関する法律 (ビル管理法) の空気環境の基準における居室における温度及び相対湿度の上限値である 28℃かつ 70%を超えた場合、例えば、29℃かつ 75%となると、WBGT 値は 29℃となり、熱順化していない者が低代謝率作業を連続して行う場合、WBGT 基準値に達する。この場合、熱中症を防止するため、熱ストレスを低減するための方策が必要となる。

		相対湿度 (%)																
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
気温 (℃) (乾球温度)	40	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
	39	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43
	38	28	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42
	37	27	28	29	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41
	36	26	27	28	29	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39	39
	35	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	38
	34	25	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	37
	33	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33	34	35	35	36
	32	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33	34	34	35
	31	22	23	24	24	25	26	27	28	29	30	30	31	32	33	33	34	34
	30	21	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	29	30	31	32	32	33
	29	21	21	22	23	24	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	31	32
	28	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	30	31
	27	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30
	26	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29
	25	18	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28
	24	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27
23	16	17	17	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	
22	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	
21	15	15	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	23	23	24	
WBGT 値	注 意 25℃未満		警 戒 25℃～28℃				厳 重 警 戒 28℃～31℃				危 険 31℃以上							

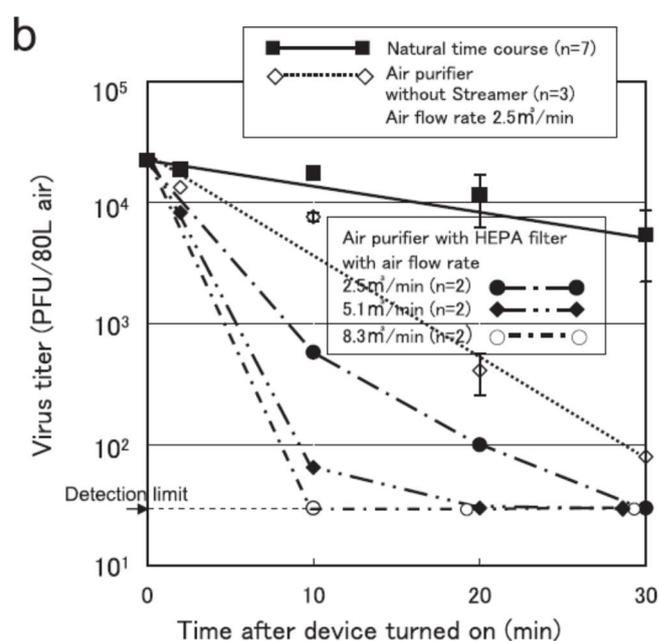
(ここで、28℃～31℃は、28℃以上31℃未満の意味)

ビル管理法におけるの空気環境の基準（抜粋）

二酸化炭素の含有率	100 万分の 1000 以下 (=1000 ppm 以下)
温度	(1) 17℃以上 28℃以下 (2) 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

3 HEPA フィルタを備えた可搬式空気清浄機の活用について

- (1) 米国熱冷凍空調学会(ASHRAE(2020))は、非医療設備における感染性エアロゾルに対応した空調設備の検討にあたっては、外気取り入れ量を増加することを第一に推奨しつつ、HEPA フィルタ等を備えた可搬式の空気清浄機について、清浄空気供給率(CADR)に適切に配慮した上で、通常の換気装置に追加して使用することを考慮すべきとしている(ASHRAE(2020) p.10)。
- (2) 欧州空調協会連合会(REHVA(2020))は、外気取り入れ量の増加の方がより効果的であることを強調しつつ、新型コロナウイルス感染症に対応した換気のための可搬式の空気清浄機の使用について、HEPA フィルタを備えた空気清浄機については、換気と同程度の粉じん除去効果があるとし、静電気フィルタを備えた空気清浄機についても同様の効果があるとしている。なお、それ以外の方式の空気清浄機については、効果が不十分であるとしている。また、空気清浄機の気流は狭い範囲（通常 10m²程度）でしか効果がないとし、空気清浄機を使用する場合は、呼吸域に近接した場所に設置することを推奨している(REHVA(2020)p.6)。
- (3) CDC(2003)は、医療施設における可搬式の HEPA フィルタユニットについて、①全体換気がない部屋における一時的な換気、②換気装置が適切な風量を提供できない場合の補強、③空気の流れの効率性の向上を図る場合には、使用できるとしている。ただし、その有効性は、部屋の構造、家具等の配置、ユニットの設置位置、吸排気口の位置等に依存するとしている (CDC(2003) p.30)。
- (4) 西村 (2011) は、市販されている HEPA フィルタ付きとそれ以外の 4 種類の空気清浄機のインフルエンザウイルス除去性能を実験によって検証した。これによると、インフルエンザウイルスを散布した容積 14.4m³のチャンバー内で空気清浄機を作動させ、経過時間ごとにサンプリングした



空気中の活性ウイルス量を測定した結果、HEPA フィルタ付きの空気清浄機については、風量に応じ、10 分後の活性ウイルス量は顕著に減少（10 分後の低減率は、 $2.5\text{m}^3/\text{min}$ で 10^{-2} 、 $5.1\text{m}^3/\text{min}$ で 10^{-3} 、 $8.3\text{m}^3/\text{min}$ で検出限界以下）したとしている（Fig. b 参照）。一方、HEPA フィルタ付き以外の空気清浄機は、HEPA フィルタ付きのもののウイルス減少効果に遠く及ばなかったとしている。

- (5) Qian ら(2010)は、模擬の隔離病室（床面積 40.2m^2 、天井高 2.7m ）に毎分 8.9m^3 の風量をもつ1台の可搬式 HEPA フィルタユニットを設置し、その効果を検証した。それによると、フルパワーで運転したときには良好な空気の流れを作り出し、換気回数も毎時 $2.5\sim 5.6$ 回に達したが、風量を落とす（ $6.1\sim 1.5\text{m}^3/\text{h}$ ）と、空気がよどむ箇所が発生したとしている（Qian ら(2010)）。

4 考察（熱中症予防の基準等について）

- (1) 熱中症により約9万人が救急搬送され、約1600人が死亡し、そのうち約5割が室内で発生しているという状況を踏まえると、「換気の悪い密閉空間」を改善する換気と、熱中症予防を両立することは重要である。高齢、妊娠、肥満等の熱ばく露に対して脆弱な者にとっては、特に重要である。
- (2) ビル管理法に定める空気環境の基準のうち、居室における温度及び相対湿度の基準は、建築物内における熱中症を防止するための基準値として、合理性を有するといえる。NIOSH(2016)が定めている RAL は、熱順化していない標準男性のうち95%の者に対して、熱中症を防止することができるとしている。ISO 7243 の定める熱順化していない者に対する WBGT 基準値は、連続作業を行う場合の作業強度別の RAL に整合している。ビル管理法に定める空気環境の基準値（居室内の温度 28°C 、相対湿度 70%）を超える環境（例： 29°C かつ 75%）における WBGT 値は、 29°C 相当となり（日本気象学会(2013)）、熱順化していない者が低代謝率以上の作業強度の作業を連続して行っている場合の WBGT 基準値に達することになる。
- (3) 一時的にでも室温が 28°C を超えることを避けるため、外気温が非常に高いときに窓の開放によって外気取り入れを行う場合は、定期的に窓を全開する方法ではなく、常時、窓を少し開けて連続的に外気を取り入れつつ、循環式エアコンによって、常時、居室における温度及び相対湿度の基準を維持する方法が望ましい。

5 考察（空気清浄機の補助的な使用について）

- (1) 換気設備又は空気調和設備（換気設備の機能を有し、温度・湿度の調整を行う設備）を設けている建築物の場合、ビル管理法の空気環境基準を満たすように空気調和設備等を運転すれば、一人あたり毎時 30m^3 の必要換気量を維持しつつ熱中症を防止することが可能となる。しかし、換気機能のない冷暖房設備（以下、「循環式エアコン」という。）のみが設置されている建築物の場合、必要換気量を確保するためには窓を開ける

必要がある。真夏日（最高気温 30℃以上）や猛暑日（最高気温が 35℃）において、必要換気量を確保するために窓の開放による換気を行うと、循環式エアコンの冷却能力を最大に設定しても、温度及び相対湿度の基準を維持できなくなることが想定される。

- (2) 居室における温度及び相対湿度の基準を維持した上で、「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気を実施するためには、窓の開放による換気に加え、市販の空気清浄機を補助的に使用することが考えられる。米国、欧州の空調関係の学会は、外気取り入れを推奨しつつ、HEPA フィルタ付きの空気清浄機を換気の補助として使用することを推奨している(ASHRAE(2020), REHVA(2020))。ただし、HEPA フィルタ方式以外の空気清浄機は十分なウイルス除去機能が認められないと強調していることに留意する必要がある。
- (3) 空気清浄機の定量的なウイルス低減効果の評価については、さらなるデータの蓄積が必要であるが、HEPA フィルタ方式の空気清浄機に、空気中のウイルスを低減させる効果があることは明らかである。市販の空気清浄機を補助的に使用する場合、容積 14.4m³（一般的な建築物（天井高 2.4m）の床面積 6m²に相当。）のチャンバーでの実験では、市販の HEPA フィルタ付きの空気清浄機（風量 2.5～8.3m³/min）であれば、風量に応じ、ウイルス低減効果（10 分後の低減率 10⁻²～10⁻³。8.3m³/min の場合は検出限界以下。）が向上することが確認されている（西村（2011））。模擬の隔離病室（床面積 40.2m²、天井高 2.7m）における実験では、最大風量（8.9m³/min）で運転したときには良好な空気の流れを作り出し、相当換気回数も毎時 2.5～5.6 回に達したが、風量を落とす（6.1～1.5m³/min）と空気のよどみが発生したとしている(Quin ら(2010))。
- (4) 現時点の文献を踏まえると、居室の温度及び相対湿度の基準を維持できる範囲内で窓からの外気を取り入れを行いつつ、空気清浄機を使用する場合には、①HEPA フィルタ付きであり、かつ、風量が 5m³/min 程度以上である空気清浄機を使用すること、②人の居場所から 10m²程度の範囲内に空気清浄機を設置すること、③空気のよどみを発生させないように、外気取り入れの風向きと空気清浄機の風向きを一致させることに留意すべきである。なお、これら空気清浄の使用条件については、今後、メーカーの協力を得て、ウイルス量低減効果の実証試験などによって検証していくことが望まれる。

6 まとめ

新型コロナウイルス厚生労働省対策本部では、外気温が高いときに、新型コロナウイルス感染症のリスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気と、熱中症予防をどのように両立するかについて、有識者の意見を聴取しつつ、文献、国際機関の基準、国内法令基準等を考察し、推奨される方法をまとめた。

- (1) 換気機能のない冷暖房設備（以下「循環式エアコン」という。）^{*1}しか設置されてい

ない商業施設等の場合、最高気温が 30℃以上の真夏日や、35℃以上の猛暑日のように外気温が高いときは、必要換気量を満たすための換気（30分ごとに1回、数分間窓を全開にする）^{※2}を行うと、ビル管理法で定める居室内の温度（28℃以下）及び相対湿度（70%以下）^{※3}の基準を維持できないことが想定される。この場合、熱中症の発生を防止するため、以下に留意して換気等を行う必要がある。

ア 居室の温度及び相対湿度を 28℃以下及び70%以下に維持できる範囲内で、2方向の窓を常時、できるだけ開けて、連続的に室内に空気を通すこと^{※4}。この際、循環式エアコンの温度をできるだけ低く設定すること。1方向しか窓がない場合は、ドアを開けるか、天井や壁の高い位置にある窓を追加で開けること。

イ 居室の温度及び相対湿度を 28℃以下及び70%以下に維持しようとすると、窓を十分に開けられない場合は、窓からの換気と併せて、可搬式の空気清浄機を併用^{※5}することは換気不足を補うために有効であること。併用に当たっては、以下の点に留意すること。

- ① 空気清浄機は、HEPA フィルタによるろ過式で、かつ、風量が5m³/min程度以上のものを使用すること。
- ② 人の居場所から10m²(6畳)程度の範囲内に空気清浄機を設置すること。
- ③ 空気のよどみを発生させないように、外気を取り入れる風向きと空気清浄機の風向きを一致させること^{※6}。

(2) 換気機能を持つ空調設備が設置された建築物は、ビル管理法における空気環境の調整に関する基準に適合するように空調設備の外気取り入れ量等を調整することで、必要換気量(一人あたり毎時30m³)^{※2}を確保しつつ、居室の温度及び相対湿度を28℃以下及び70%以下に維持する。

(3) 熱中症の予防^{※7}のためには、こまめな水分補給や健康管理等にも留意が必要である。

※1 エアコン本体に屋内空気の取り入れ口がある（換気用ダクトにつながっていない）エアコンは、室内の空気を循環させるだけで、外気を取り入れ機能はないことに注意すること。

※2 リーフレット「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法」参照
URL: <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf>

※3 ビル管理法で定める居室内の温度および相対湿度の基準（28℃以下・70%以下）を維持していれば、軽作業を連続で行う場合の熱中症予防の基準値（暑さ指数（WBGT 値）29℃）を超えることはないこと。

※4 窓を開ける幅は、居室の温度と相対湿度をこまめに測定しながら調節すること。また、窓を開けるときは、防犯等にも配慮すること。

※5 空気清浄機は、換気を補完する目的で使用するものであり、窓を閉めて空気清浄機だけを使用しても十分な効果は得られないことに留意すること。

※6 間仕切り等を設置する場合は、空気の流れ妨げない方向や高さとするか、間仕切り等の間に空気清浄機を設置するなど、空気がよどまないようにすること。

※7 リーフレット「新しい生活様式における熱中症予防行動」参照

URL: <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000635213.pdf>

参考文献

- ACGIH (1985) TLVs®, threshold limit values for chemical substances and physical agents in the work environment and biological exposure indices with intended changes for 1985–86. Cincinnati, OH.
- ASHRAE (2020) ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols. Approved by ASHRAE Board of Directors, April 14, 2020
- CDC (2003). Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Morbidity and Mortality Weekly Report, 52 (RR-10).
- Gagnon D, Kenny GP (2011) Sex modulates whole-body sudomotor thermosensitivity during exercise. J Physiol 589(Pt 24):6205–6217.
- ISO (1982) Hot environments: estimation of heat stress on working man based on the WBGT index (ISO 7243).ISO. Geneva
- Kenny GP, Yardley J, Brown C, Sigal RJ, Jay O (2010) Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases. CMAJ 182(10):1053–1060.
- Leithead CS, Lind AR (1964). Heat stress and heat disorders. London: Cassell.
- Meyer F, Bar-Or O, MacDougall D, Heigenhauser GJ (1992) Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: effects of gender and maturation. Med Sci Sports Exerc 24(7):776–781.
- NIOSH (2016) NIOSH criteria for a recommended standard: occupational exposure to heat and hot environments. NIOSH Publication 2016-106
- Quin H, Li Y, Sun H, Nielsen PV, Huang X, Zheng X (2010) Particle removal efficiency of the portable HEPA air cleaner in a simulated hospital ward. Build. Simul. Vol. 3, No.3 pp.215-224
- Ramsey JD (1975). Heat stress standard: OSHA's Advisory Committee recommendations. Natl Safety News 89–95.
- REHVA (2020) REHVA COVID-19 guidance document, April 3, 2020. Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations.
- Strydom NB (1975). Physical work and heat stress. In: Zenz C, ed. Occupational medicine: principles and practical applications. Chicago: Year Book Medical

Publishers.

Spaul WA, Greenleaf JE (1984) Heat stress field study. US Navy Med 75:25–33.

Wyndham CH (1974). 1973 Yant memorial lecture: research in the human sciences in the gold mining industry. Am Ind Hyg Assoc J 35(3):113–136.

厚生労働省(2009) 職場における熱中症の予防について (平成 21 年 6 月 19 日付け基発第 0619001 号)

厚生労働省(2019) 熱中症による死亡者数 (人口動態統計)

厚生労働省(2020) 商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について

総務省消防庁(2020) 熱中症による救急搬送人員に関するデータ

<https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/post3.html>

西村秀一 (2011) 高性能の空中浮遊インフルエンザウイルス不活化を謳う市販各種電気製品の性能評価 感染症学雑誌 第 85 巻第 5 号 pp.537-539

日本生気象学会(2013) 「日常生活における熱中症予防指針 Ver.3 」

<http://seikishou.jp/pdf/news/shishin.pdf>

(注) 本文書の取りまとめにあたり、ご意見を伺った有識者は以下のとおり (50 音順)。

近畿大学医学部 環境医学・行動科学教室 准教授 東 賢一

国立保健医療科学院 生活環境研究部 主任研究官 開原 典子

東京工業大学 環境・社会理工学院 准教授 鍵 直樹

金沢大学理工研究域フロンティア工学系 教授 瀬戸 章文

北海道大学工学研究院 環境空間デザイン学研究室 教授 林 基哉

工学院大学 建築学部 建築学科 教授 柳 宇

～ 商業施設等の管理者の皆さまへ ～

冬場における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法

外気温が低いときに、「換気の悪い密閉空間」を改善する換気と、室温の低下による健康影響の防止を両立するため、以下の点に留意してください。

- ✓ 「換気の悪い密閉空間」は新型コロナウイルス感染症のリスク要因の一つに過ぎず、一人あたりの必要換気量を満たすだけで、感染を確実に予防できるわけではなく、人が密集した空間や密接な接触を避ける措置を併せて実施する必要があります。

推奨される換気の方法

① 窓の開放による方法

換気機能を持つ冷暖房設備※や機械換気設備が設置されていない、または、換気量が十分でない商業施設等は、以下に留意して、窓を開けて換気してください。

※ 冷暖房設備本体に屋内空気を取り入れ口がある（換気用ダクトにつながっていない）場合、室内の空気を循環させるだけで、外気を取り入れ機能はないことに注意してください。

- 居室の温度および相対湿度を18℃以上かつ40%以上に維持できる範囲内で、暖房器具を使用※しながら、一方向の窓を常時開けて、連続的に換気を行うこと。

※ 加湿器を併用することも有効です。

- 居室の温度および相対湿度を18℃以上かつ40%以上に維持しようとすると、窓を十分に開けられない場合は、窓からの換気と併せて、可搬式の空気清浄機を併用すること。

窓開け換気による室温変化を抑えるポイント

- ◆ 一方向の窓を少しだけ開けて常時換気をする方が、室温変化を抑えられます。窓を開ける幅は、居室の温度と相対湿度をこまめに測定しながら調節してください。
- ◆ 人がいない部屋の窓を開け、廊下を経由して、少し暖まった状態の新鮮な空気を人のいる部屋に取り入れること（二段階換気）も、室温変化を抑えるのに有効です。
- ◆ 開けている窓の近くに暖房器具を設置すると、室温の低下を防ぐことができますが、燃えやすい物から距離をあけるなど、火災の予防に注意してください。

空気清浄機を併用する際の留意点

- ◆ 空気清浄機は、HEPAフィルタによるろ過式で、かつ、風量が毎分 5m^3 程度以上のものを使用すること。
 - ◆ 人の居場所から 10m^2 (6畳)程度の範囲内に空気清浄機を設置すること。
 - ◆ 空気のおどみを発生させないように、外気を取り入れる風向きと空気清浄機の風向きを一致させること※。
- ※ 間仕切り等を設置する場合は、空気の流れを妨げない方向や高さとするか、間仕切り等の間に空気清浄機を設置するなど、空気がよどまないようにしてください。

② 機械換気(空気調和設備、機械換気設備)による方法

必要換気量を満たすことのできる機械換気設備等が設置された商業施設等は、以下のとおり換気を行ってください。

- 機械換気設備等の外気取り入れ量等を調整することで、必要換気量(一人あたり毎時 30m^3)を確保すること。
- 冷暖房設備により、居室の温度および相対湿度を 18°C 以上かつ 40% 以上に維持すること。

参考

必要換気量を満たしているかを確認する方法として、二酸化炭素濃度測定器を使用し、室内の二酸化炭素濃度が 1000ppm を超えていないかを確認することも有効です。

- 測定器は、NDIRセンサーが扱いやすいですが、定期的に校正されたものを使用してください。校正されていない測定器を使用する場合は、あらかじめ、屋外の二酸化炭素濃度を測定し、測定値が外気の二酸化炭素濃度($415\text{ppm}\sim 450\text{ppm}$ 程度)に近いことを確認してください。
- 測定器の位置は、ドア、窓、換気口から離れた場所で、人から少なくとも 50cm 離れたところに行ってください。
- 測定頻度は、機械換気があり、居室内の人数に大きな変動がない場合、定常状態での二酸化炭素濃度を定期的に測定すれば十分です。
- 連続測定は、機械換気設備による換気量が十分でない施設等において、窓開けによる換気を行うときに有効です。連続測定を実施する場合は、測定担当者に測定値に応じてとるべき行動(窓開け等)をあらかじめ伝えてください。
- 空気清浄機を併用する場合、二酸化炭素濃度測定は空気清浄機の効果を評価するための適切な評価方法とはならない※ことに留意してください。

※ HEPAフィルタによるろ過式の空気清浄機は、エアロゾル状態のウイルスを含む微粒子を捕集することができますが、二酸化炭素濃度を下げることはできないためです。

冬場における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について

令和2年11月27日

1 はじめに

- (1) 新型コロナウイルス感染症対策専門家会議の「新型コロナウイルス感染症対策の見解」（令和2年3月9日及び3月19日公表）によると、これまで集団感染が確認された場所で共通するのは、①換気の悪い密閉空間、②多くの人が密集していた、③近距離（互いに手を伸ばしたら届く距離）での会話や発声が行われたという3つの条件が同時に重なった場合であるとしている。
- (2) 厚生労働省新型コロナウイルス感染症対策推進本部では、この見解を踏まえ、新型コロナウイルス感染症のリスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法について、本年3月、文献レビュー結果（厚生労働省(2020a)）及びリーフレットを公表した。さらに、本年6月には、熱中症予防に留意した「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法について、文献レビュー結果（厚生労働省(2020b)）及びリーフレットを公表したところである。
- (3) 今般、厚生労働省新型コロナウイルス感染症対策推進本部では、冬期の外気温が低い環境下において、換気の悪い密閉空間の改善と適切な室温及び相対湿度の維持をどのように両立するかについて、有識者の意見を聴取しつつ、文献、国際機関の基準、国内法令基準等を考察し、その結果を以下のとおりまとめた。

2 室温の低下による健康影響を避けるための温度等の基準に関する文献

- (1) 世界保健機関（WHO）は、低い室内温度は、冬期の死亡率や呼吸器系疾患等の罹患率の増加に寄与すること、特に高齢者については、呼吸器系と循環器系の疾患であり、子供については呼吸器系疾患がほとんどであるとしている（WHO(2018) p.32）。欧州11カ国における低室温による冬期の超過死者数は、年38,200人（10万人あたり12.8人）であるとしている（Braubachi et al. (2011)）。WHO(2018)は、呼吸器系疾患及び循環器系疾患に関する文献のレビュー結果を踏まえ、18℃は、室温の下限値として、一般住民の健康を守るために、安全でバランスのとれたものであると推奨している（WHO(2018) p.34）。
- (2) WHO(2018)は、呼吸器系疾患の罹患率と死亡率に関する4つの報告のうち3つにおいて、低室温が呼吸器系疾患の罹患率の上昇と関連があるとしている（WHO(2018) pp.35-36）。Osman et al. (2008)は、英国の慢性肺疾患患者について、寝室の温度が少なくとも9時間、18℃を超える群の肺機能に統計上有意な改善が見られたとしている。同様に、喘息の子供を対象とした無作為抽出調査に基づくモデルにおいて、室温1℃の上昇毎に、統計上有意な肺機能の改善が見られたとしている（Pierse et al. (2013)）。中国の慢性肺疾患患者のコホート調査においては、低室温と高湿度は、肺疾患のリスクを

有意に高めるとし、室温は 18.2℃以上、湿度は 70%未満であるべきであるとしている (Mu et al. (2017))。

- (3) WHO (2018)は、低室温と高血圧について調べた 6 つの報告の全てで、循環器系疾患の罹患率及び死亡率に関連があったとしている。日本の健康な者を対象にした無作為抽出調査によると、室温 24.2℃の実験室で一晩過ごした者の血圧は、室温 13.9℃の者と比較して有意に血圧が低かったとし (Saeki et al.(2013))、室温 24℃を目安とした高齢者の群の血圧は、温度を上げなかった群と比較して有意に低かったとしている (Saeki et al.(2015))。日本の高齢者を対象にしたコホート調査によると、1℃の室温低下と血圧の上昇には有意な関連があったとしている (Sakai et al. (2014a)、Sakai et al.(2014b))。スコットランドのコホート調査においては、室温 18℃未満の高齢者の血圧は、室温 18℃以上の場合と比較して有意に高かったとしている (Shiue (2016))。
- (4) そのほか、国内調査においては、室内温度が 1℃低下すると、高齢者の血小板数が有意に増加し、循環器系疾患のリスクが高まるという報告 (Saeki et al. (2017))や、室内温度が 18℃より高い群の夜間頻尿や過活発膀胱の頻度が 18℃より低い群より有意に低かったとする報告がある (Saeki et al. (2016), Ishimaru et al. (2020))。
- (5) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律 (ビル管理法) の空気環境の基準における居室における温度の下限值は 17℃となっているが、WHO(2018)等を踏まえ、18℃に改正すべきとの指摘がある (東ら(2018))。

ビル管理法における空気環境の基準 (抜粋)

二酸化炭素の含有率	100 万分の 1000 以下 (=1000 ppm 以下)
温度	(1) 17℃以上 28℃以下 (2) 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

3 感染症対策としての相対湿度の下限值に関する文献

- (1) ビル管理法においては、相対湿度の下限值として 40%を採用している。その根拠の一つとして、インフルエンザウイルスの不活性化率が最も高い相対湿度は約 40%～60%にあるとの報告 (Schaffer et al. (1976)) や、感染症患者から排出される飛沫中のインフルエンザウイルスを 3 時間で不活性化するには、室温 18℃の場合、相対湿度が 50%～60%とすることが必要との報告がある (中山ら(2009))。
- (2) エアロゾル状態での新型コロナウイルスの不活性化率と相対湿度との関係については、条件によって異なる結果が報告されている。Dabisch et al. (2020)は、日光を遮

断した状況下における室温 20°Cでの新型コロナウイルスのエアロゾルの不活性化率が、相対湿度が 70%のときに有意に高くなることを示している (Fig. 4)。Smither et al. (2020)は、細胞培養培地 (TCM)を使用した新型コロナウイルスのエアロゾルと人口唾液を使用したエアロゾルについて、日光を遮断した条件下での生存率を調べたところ、TCMについては、相対湿度 40-60%の生存率は 68-88%のときより高く、人工唾液の場合は逆の結果となったと報告している。

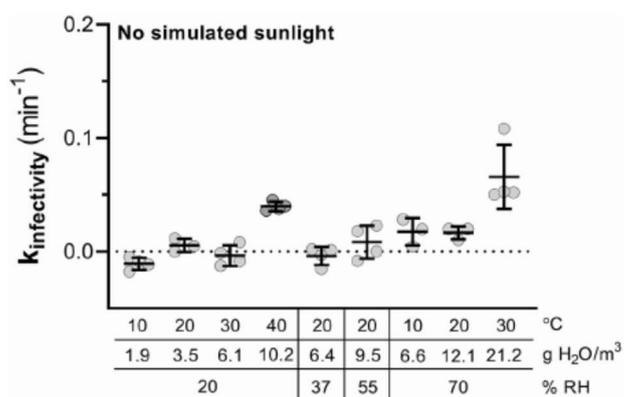
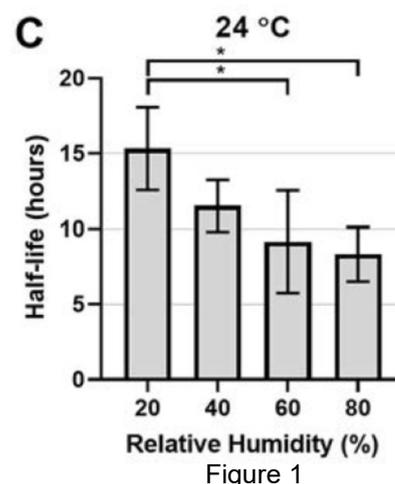


Figure 4. Decay constants for viral infectivity as a function of temperature and humidity without simulated sunlight. Both relative and absolute humidity levels are shown on the x-axis, along with temperature. Decay constants were near zero for most conditions, but increased at both 40°C/20% relative humidity and 30°C/70% relative humidity. Lines indicate arithmetic mean \pm one standard deviation.

- (3) 物体表面における新型コロナウイルスの半減期を比較した研究(Biryukov et al. (2020))においては、物体の材質の違い (ステンレス鋼、プラスチック、ニトリル手袋) による有意な違いは認められないが、24°Cにおける半減期は相対湿度が高くなるに 応じて減少し、相対湿度 20%のときの半減期は、60%及び 80%のときの半減期と比較して有意に長かったとして いる (Fig.1 C)。
- (4) さらに、低温及び低湿の環境は、呼吸気管の感染症に対する防御機構に悪影響を与えることも広く知られている (例えば、Moriyama et al. (2020))。



4 感染症対策としての換気回数及び必要換気量の基準に関する文献

- (1) 厚生労働省(2020a)においては、一人あたり毎時 30m³は、「換気の悪い密閉空間」を改善するための必要換気量として、一定の合理性を有するとしている。その根拠として、CDC(2003) や WHO (2009)が急性呼吸機感染症(ARI)患者の隔離施設の基準の根拠としている文献において、「結核とはしかの拡散」と「換気回数 (居室に吸気または排気される時間あたりの空気の量を当該居室の容積で除したもの。以下同じ。) が毎時 2 回未満の診察室」の間に関連が見られたという報告(Menzies et al. (2000), Bloch et al. (1985)) をあげている。国内の文献では、豊田 (2003) が中学校での結核集団感染において、教室の換気回数が毎時 1.6~1.8 回と少なかったことを指摘している。一人あたり毎時 30m³の換気量は、標準的な商店売り場 (一人あたり占有面積 3.3m²で天井高さ 2.8m) と標準的なオフィス (一人あたり占有面積 5m²で天井高さ 2.8m) において(空気が調和・衛生工学会(1972))、それぞれ、毎時 3.2 回と毎時 2.1 回の換気回数に相当す

る。

- (2) 新型コロナウイルス感染症のクラスターが発生した施設について、換気回数が報告されている文献は少ないが、広州のレストランの調査(Li et al. (2020))では、店内の換気回数は毎時 0.56-0.77 回と極端に少なかったと報告している。

5 感染症対策としての二酸化炭素濃度の基準及び測定に関する文献

- (1) 人体から発生する二酸化炭素に基づき計算すると、室内の二酸化炭素濃度を 1000ppm に維持することは、1人あたりの換気量として毎時約 30m³を確保することに相当する（空気調和・衛生工学会(1972)）。ビル管理法の空気環境基準においては、換気量ではなく、二酸化炭素の濃度を 1000ppm 以下とすることを規定し、二酸化炭素濃度を定期的に測定することを求めている。
- (2) 欧州空調協会連合会 REHVA(2020b)は、窓開けによる換気を行っている学校の教室において、二酸化炭素モニターを設け、さらなる窓の開放の必要性を視覚化することを推奨している。基準値としては、800ppm でオレンジ、1000ppm で赤に光る視覚指示を推奨している。
- (3) 英国政府の緊急時科学助言グループ(SAGE)の環境モデリンググループ(EMG)は、二酸化炭素濃度の測定が、多人数が利用する空間における不十分な換気を明らかにするための効果的な方法であるとしている(SAGE-EMG (2020)p.2)。ただし、二酸化炭素濃度は、換気に加えて空気清浄機や紫外線殺菌を活用する場合は、感染リスクを過大に評価するため、適切な指標ではないとしている(SAGE-EMG (2020)p.19)。
- (4) SAGE-EMG (2020)は、二酸化炭素測定では、非分散型赤外線吸収法によるセンサー（以下「NDIR センサー」という。）が安価で使いやすい測定器であるが、測定結果は目安として使用し、適切な対照値を使用した場合を除き、正確な測定値として扱うべきでないとしている。測定器の設置場所としては、ドア、窓、換気口から離れた場所で、人から少なくとも 50cm 離れた場所とすべきとしている(SAGE-EMG (2020)p.19)。ビル管理法は、二酸化炭素の測定点として、部屋の中央部の床上 75cm 以上 150cm 以下の位置、と規定している。
- (5) SAGE-EMG (2020)は、二酸化炭素濃度の連続モニタリングについては、ほとんどの環境下において感染リスクの指標として信頼できないとしつつ、同じ集団が定期的に集まる空間（例：オフィス、学校）においては、感染リスクの指標として用いてもよいとしている(SAGE-EMG (2020)p.6)。学校における調査では、二酸化炭素連続モニタリングが、視覚的な反応をもたらし、窓の開放頻度が向上したという報告（Heeboll et al. (2018)）があるが、測定に当たっては、測定器を使用する者に対してモニタリングの意味と適切な行動をあらかじめ理解させるための慎重な指導が必要であるとしている(SAGE-EMG (2020)p.19)。
- (6) SAGE-EMG (2020)は、二酸化炭素濃度の基準値として、多人数が定期的に利用する

空間においては、1500ppm 超（一人あたり毎時 18m³未満）を換気の基準とすべきとしている。エアロゾルの発生が高まる場面（歌唱、大声、有酸素活動）においては、二酸化炭素濃度を 800ppm 未満（一人あたり毎時 36-54m³以上）とした上で、顔を覆う措置や人数制限や時間制限を行うべきとしている(SAGE-EMG (2020)p.3)。800ppm の根拠としては、感染症リスクを評価する Willes-Riley モデル (Riley et al. (1978)) による解析を用いている。具体的には、一人あたり専有面積 1.7m² の高密度空間において 30 人が、一人あたりの毎時 36m³の換気量下で、高エアロゾル発生活動（歌唱、大声、有酸素活動）を行った場合、1 時間で平均見込み新規感染症例数(average likely number of new cases)が 1 を超えることを根拠としている(SAGE-EMG (2020) pp.17-18)。また、基準として示されている値は、目安 (approximate guidance)として提案されたもので、厳格に適用されるべきではないとしている(SAGE-EMG (2020) p.19)。

6 感染症対策としての HEPA フィルタを備えた可搬式空気清浄機の活用に関する文献

- (1) 厚生労働省(2020b)は、空気清浄機の定量的なウイルス低減効果の評価については、さらなるデータの蓄積が必要であるが、HEPA フィルタ方式の空気清浄機に、空気中のウイルスを低減させる効果があることは明らかであるとしている。市販の空気清浄機を用いた容積 14.4m³（一般的な建築物（天井高 2.4m）の床面積 6m²に相当。）のチャンバーでのインフルエンザウイルスを使用した実験では、HEPA フィルタ付きの空気清浄機（風量 2.5～8.3m³/min）であれば、風量に応じ、ウイルス低減効果（10 分後の低減率 10⁻²～10⁻³。8.3m³/min の場合は検出限界以下。）が向上することが確認されているが、それ以外の機種のパフォーマンスは、HEPA フィルタ付きのものに遠く及ばないとしている（西村 (2011)）。模擬の隔離病室（床面積 40.2m²、天井高 2.7m）における実験では、最大風量（8.9m³/min）で運転したときには良好な空気の流れを作り出し、相当換気回数も毎時 2.5～5.6 回に達したが、風量を落とす（6.1～1.5m³/min）と空気のよどみが発生したとしている(Quin ら(2010))。
- (2) 米国熱冷凍空調学会(ASHRAE(2020))は、HEPA フィルタを備えた可搬式の空気清浄機について、通常の換気装置に追加して使用することを考慮すべきとしている(ASHRAE(2020) p.10)。欧州空調協会連合会(REHVA(2020))は、HEPA フィルタを備えた空気清浄機については、換気と同程度の粉じん除去効果があるとしつつ、空気清浄機の気流は狭い範囲（通常 10m²程度）でしか効果がないとし、空気清浄機を使用する場合は、呼吸域に近接した場所に設置することを推奨している(REHVA(2020a)p.6)。
- (3) Mousavi et al.(2020)は、模擬の病室（床面 6.3m×3.9m 高さ 3.0m）をプラスチックシートで前室と隔離室に分離し、それぞれの室に 1 台の HEPA フィルター付きの可搬式空気清浄機（風量毎時 1500m³）を設置（屋外排気）した場合のエアロゾルの除去率を調べた。この結果、空気清浄機を 2 台同時に稼働させた場合、隔離室の負圧が維持され、99%のエアロゾルを除去したとしている。空気清浄機が 1 台しかない場合は、エア

ロゾル発生器に近い場所（隔離室）に設置することが最も効果的であるとしている。

- (4) 米国環境庁（USEPA）は、新型コロナウイルス感染症対策として、室内温度や相対湿度への悪影響を与えることなく外気による追加的な換気を行うことが不可能な場合、可搬式の空気清浄機は、特に役に立つとしている(USEPA (2020))。可搬式空気清浄機
の選択に当たっては、部屋の大きさに適合するとともに、HEPA フィルタを備えているもの、または、粒径 1 μm 以下の粒子のほとんどを取り除くことができることを製造者が示しているもの等のいずれかに当てはまるものを選ぶべきとしている(USEPA (2020))。

7 考察（室温及び相対湿度の基準等について）

- (1) 低い室内温度により、呼吸器系と循環器系の疾患の罹患率と死亡率が上昇すること
について多くの報告があることを踏まえると、「換気の悪い密閉空間」を改善するための
換気と、室温を適切に維持することを両立することは重要である。高齢者、子供等、
低室温に脆弱な者にとっては、特に重要である。
- (2) ビル管理法に定める空気環境の基準のうち、居室における温度の下限値は 17℃である
が、呼吸器系と循環器系疾患の罹患率と低室温との関連があるとの多くの報告と
WHO(2018)の推奨を踏まえると、健康影響を防止するため、一般的な商業施設等にお
いては、室内温度を 18℃以上に維持することが推奨される。
- (3) 相対湿度については、ビル管理法において、40%が下限値として採用されている。こ
の値は、インフルエンザウイルスの不活性化率が最も高い相対湿度は約 40%～60%に
あるとの報告や、低温低湿度環境が呼吸器官の感染症に対する防御機構に悪影響を与
えることに基づいて設定されている。
- (4) エアロゾル状態での新型コロナウイルスの不活性化率と相対湿度との関係について
は、十分に知見が蓄積されていないが、40%を相対湿度の下限値とすることは現時点
の知見では妥当であると判断される。エアロゾル状態での新型コロナウイルスの不活
性化率と相対湿度との関係については、条件によって異なる結果が報告されているが、
相対湿度 40%未満の環境における新型コロナウイルスの生存率が湿度 40%以上の環
境より高いことを否定する報告は見られない。また、物体表面における新型コロナウイ
ルスについても、相対湿度 40%未満の環境では、それ以上の湿度環境下と比較して、
半減期が有意に長いことが報告されている。
- (5) 外気温が非常に低いときに窓の開放によって外気取り入れを行う場合は、一時的に
でも室温が 18℃を下回ることを避けるため、また、室温が急激に変動することを避
けるため、定期的に窓を全開する方法ではなく、常時、窓を少し開けて連続的に外気を取
り入れつつ、暖房器具によって、常時、居室における温度及び相対湿度を 18℃以上か
つ 40%以上に維持する方法が望ましい。また、加湿器を併用することも有効である。
人がいない部屋の窓を開け、廊下を經由して、少し暖まった状態の新鮮な空気を人のい

る部屋に取り入れること（二段階換気）も、室温を維持するために有効である。

8 考察（換気量、換気回数の基準について）

- (1) 厚生労働省(2020a)においては、CDC(2003)や WHO(2009)が根拠とする、換気回数が毎時2回以下となったときに、結核とはしかの拡散に有意な関連があったという報告(Menzies et al. (2000), Bloch et al. (1985))を踏まえ、一人あたり毎時 30m³は、「換気の悪い密閉空間」を改善するための必要換気量として、一定の合理性を有するとしており、その判断は、現状の知見においても妥当である。新型コロナウイルス感染症のクラスターが発生した施設について、換気量や換気回数が報告されている文献は少ないが、必要換気量（一人あたり毎時 30m³）と矛盾するものはない。
- (2) なお、「換気の悪い密閉空間」はリスク要因の一つに過ぎず、一人あたりの必要換気量を満たすだけで、感染を確実に予防できるわけではない。密集した環境や近距離（手を伸ばしたら届く距離）での会話等を避ける、という感染リスク低減対策が併せて実施されることを前提として、必要換気量が定められていることに留意する必要がある。
- (3) この意味で、SAGE-MEG(2020)の提案する「一人あたり毎時 36-54m³以上（二酸化炭素濃度 800ppm 未満）」は、一人あたり専有面積 1.7m²（1.3m×1.3mの正方形）という手を伸ばせば届く距離で 30人が歌唱、大声や有酸素活動を行う場面を想定した換気量であり、必要換気量（一人あたり毎時 30m³）が前提とする場面とは異なる。このような場面では、飛沫感染や接触感染による感染リスクが支配的であることは明らかであり、換気量増加の有益性は否定されないものの、まずは、このような状態とならないよう、密集、密接な接触を避ける方策を優先すべきである。

9 考察（二酸化炭素濃度の基準、測定方法について）

- (1) 二酸化炭素濃度については、人体から発生する二酸化炭素に基づき計算すると、室内の二酸化炭素濃度を 1000ppm に維持することは、1人あたりの換気量として毎時約 30m³を確保することに相当する。このため、二酸化炭素濃度の測定は、多人数が利用する空間における不十分な換気を明らかにするための効果的な方法である。ただし、換気に加えて空気清浄機や紫外線殺菌等を併用する場合、二酸化炭素濃度測定はこれら措置の効果を評価することができないため、適切な評価方法とはならないことに留意する必要がある。
- (2) 二酸化炭素濃度の測定については、NDIR センサーが比較的安価で扱いやすい測定器として推奨されるが、測定結果は目安として使用し、測定器の製造者等によって定期的に校正が行われている場合を除き、正確な測定値として扱うべきでない。校正が行われていない場合、屋外の二酸化炭素濃度を測定し、測定値が外気の二酸化炭素濃度と大きく乖離しないことを確認することも有効である。外気の二酸化炭素濃度は、地域、季節、時間によって異なるが、気象庁の国内3地点の測定結果（2019年平均）では、412-

415ppm 程度であった (気象庁(2020))。首都圏及び名古屋の外気二酸化炭素濃度は、これら3地点と比較して 20-30ppm 程度高い (林ら(2019)) ことから、都市部での外気二酸化炭素濃度は、435-445ppm 程度であると推定される。

- (3) 二酸化炭素測定器の設置場所としては、ドア、窓、換気口から離れた場所で、人から少なくとも 50cm 離れた場所とすべきである。なお、ビル管理法で定める二酸化炭素濃度の測定として実施する場合は、部屋の中央部の床上 75cm 以上 150cm 以下の位置で測定を行う必要がある。
- (4) 二酸化炭素濃度の測定の頻度については、ビル管理法や SAGE-EMG(2020)は、二酸化炭素濃度の連続測定を求めていることに注意が必要である。機械換気設備があり、居室内の人数に大きな変動がない場合には、定常状態において二酸化炭素濃度を定期的に測定すれば足りる。二酸化炭素濃度の連続測定は、機械換気がない、または換気量が十分でないため、窓開けによる換気を行う場合に、感染リスクの指標として用いることが推奨されている(SAGE-EMG (2020))。二酸化炭素濃度の連続測定を実施する場合、測定担当者に連続測定の値に基づいてとるべき適切な行動をあらかじめ慎重に指導する必要がある。

10 考察 (空気清浄機の補助的な使用について)

- (1) 換気機能を持つ冷暖房設備又は機械換気設備を設けている建築物の場合、外気取り入れ量を適切に調整すれば、一人あたり毎時 30m³ の必要換気量を維持しつつ室温 18°Cを維持することが可能である。しかし、冷暖房設備に換気機能がない場合、機械換気設備が設置されていない場合又は設置されていても換気量が不十分な場合には、必要換気量を確保するためには窓を開ける必要がある。外気温が低い場合に、必要換気量を確保するために窓の開放による換気を行うと、暖房器具の能力を最大に設定しても、温度及び相対湿度の基準を維持できなくなることが想定される。
- (2) 室温 18 度以上及び相対湿度 40%以上を維持した上で、「換気の悪い密閉空間」を改善するためには、窓の開放による換気に加え、市販の空気清浄機を補助的に使用することが有効である。米国 EPA や米国、欧州の空調関係の学会は、外気取り入れを推奨しつつ、HEPA フィルタ付きの空気清浄機を換気の補助として使用することを推奨している(USEPA (2020), ASHRAE(2020), REHVA(2020))。
- (3) 厚生労働省(2020b)は、空気清浄機の定量的なウイルス低減効果の評価については、さらなるデータの蓄積が必要であるが、HEPA フィルタ方式の空気清浄機に、空気中のウイルスを低減させる効果があることは明らかであるとしている。その根拠として、インフルエンザウイルスを使用した実験や、模擬隔離病室における実験結果を挙げている (西村 (2011)、Quin et al.(2010)、Mousavi et al.(2020))。
- (4) HEPA フィルタによるろ過式以外の捕集方式では、その捕集性能にばらつきが大きく、性能を一律に評価することが困難である。なお、捕集効率が HEPA フィルタより

も低くても、風量を上げることで、相当換気量（捕集効率×風量）を増やすことが理論上可能ではあるが、現時点では、どの程度の捕集効率であれば感染リスクを低減させることができるかという定量的な議論を行うことは困難である。

- (5) 以上を踏まえると、居室の温度及び相対湿度の基準を維持できる範囲内で窓からの外気の取り入れを行いつつ、空気清浄機を使用する場合には、①HEPA フィルタ付きであり、かつ、風量が 5m³/min 程度以上である空気清浄機を使用すること、②人の居場所から 10m²程度の範囲内に空気清浄機を設置すること、③空気のよどみを発生させないように、外気取り入れの風向きと空気清浄機の風向きを一致させることに留意すべきである。なお、これら空気清浄機の使用条件については、今後、メーカーの協力を得て、ウイルス量低減効果の実証試験などによって検証していくことが望まれる。

11 まとめ

厚生労働省新型コロナウイルス感染症対策推進本部では、外気温が低い環境下において、新型コロナウイルス感染症のリスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気と、室温の低下による健康影響の防止をどのように両立するかについて、有識者の意見を聴取しつつ、文献、国際機関の基準、国内法令基準等を考察し、推奨される方法をまとめた。

なお、「換気の悪い密閉空間」はリスク要因の一つに過ぎず、一人あたりの必要換気量を満たすだけで、感染を確実に予防できるわけではなく、人が密集した空間や密接な接触を避ける措置を併せて実施する必要がある。

- (1) 換気機能を持つ冷暖房設備^{*1}や機械換気設備が設置された商業施設等は、機械換気設備等の外気取り入れ量等を調整することで、必要換気量（一人あたり毎時 30m³）^{*2}を確保しつつ、居室の温度及び相対湿度を 18℃以上かつ 40%以上に維持する。
- (2) 換気機能を持つ冷暖房設備や機械換気設備が設置されていない商業施設等、または、機械換気設備等が設けられていても換気量が十分でない商業施設等は、暖房器具を使用しながら窓を開けて^{*3}、居室の室温 18℃以上かつ相対湿度 40%以上^{*4}を維持しつつ、適切に換気を行う必要がある^{*2}。室温及び相対湿度を維持するため、以下に留意する。

ア 居室の温度及び相対湿度を 18℃以上かつ 40%以上に維持できる範囲内で、暖房器具を使用しながら^{*3}、一方向の窓を常時開けて、連続的に換気を行うこと^{*5}^{*6}。また、加湿器を併用することも有効である。

イ 居室の温度及び相対湿度を 18℃以上かつ 40%以上に維持しようとする、窓を十分に開けられない場合は、窓からの換気と併せて、可搬式の空気清浄機を併用^{*7}することは換気不足を補うために有効であること。併用に当たっては、以下の点に留意すること。

- ① 空気清浄機は、HEPA フィルタによるろ過式で、かつ、風量が 5m³/min 程度

以上のものを使用すること。

- ② 人の居場所から 10m²(6 畳)程度の範囲内に空気清浄機を設置すること。
 - ③ 空気のだよみを発生させないように、外気を取り入れる風向きと空気清浄機の風向きを一致させること^{※8}。
- (3) 換気が必要換気量を満たしているかを確認する方法として、室内の二酸化炭素濃度を測定し^{※9※10}、その値が 1000ppm^{※11}を超えないことを監視する^{※12} ことも有効である。ただし、窓開け換気に加えて空気清浄機を併用する場合、二酸化炭素濃度測定は空気清浄機の効果を評価することができず、適切な評価方法とはならない^{※13}。

※1 冷暖房設備本体に屋内空気の取り入れ口がある（換気用ダクトにつながっていない）ものは、室内の空気を循環させるだけで、外気を取り入れ機能はないことに注意すること。

※2 一人あたり毎時 30m³ は、「換気の悪い密閉空間」を改善するための必要換気量として、一定の合理性を有するとされていること。換気の方法の詳細は、リーフレット「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法」参照。

URL: <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf>

※3 暖房器具の近くの窓を開けると、入ってくる冷気が暖められるので、室温の低下を防ぐことができること。なお、暖房器具の種類や設置位置の決定に当たっては、カーテン等の燃えやすい物から距離をあけるなど、火災の予防に留意すること。

※4 18℃は、室内温度の下限値として、世界保健機関（WHO）等により、一般住民の健康を維持するためにバランスのとれたものと推奨されていること。また、40%を相対湿度の下限値とすることは、新型コロナウイルス感染症の拡大防止のため、現時点の知見では妥当であると判断されていること。

※5 定期的に窓を全開にするよりも、一方向の窓を少しだけ開けて常時換気を確保する方が、室温変化を抑えられること。この場合でも、暖房によって室内・室外の温度差が維持できれば、十分な換気量を得られること。窓を開ける幅は、居室の温度と相対湿度をこまめに測定しながら調節すること。また、窓を開けるときは、防犯等にも配慮すること。

※6 人がいない部屋の窓を開け、廊下を経由して、少し暖まった状態の新鮮な空気を人のいる部屋に取り入れること（二段階換気）も、室温を維持するために有効であること。

※7 空気清浄機は、換気を補完する目的で使用するものであり、窓を閉めて空気清浄機だけを使用しても十分な効果は得られないことに留意すること。

※8 間仕切り等を設置する場合は、空気の流れを妨げない方向や高さとするか、間仕切り等の間に空気清浄機を設置するなど、空気がよどまないようにすること。

※9 二酸化炭素濃度の測定については、NDIR センサーが扱いやすい測定器である

が、測定器の製造者等によって定期的に校正されたものを使用することが望ましく、校正されていない場合、測定値は目安として扱うこと。校正されていない測定器については、あらかじめ、屋外の二酸化炭素濃度を測定し、測定値が外気の二酸化炭素濃度（地域、季節、時間によって異なるが、415ppm～450ppm程度。）と大きく乖離しないことを確認すること。

※10 測定器の設置場所としては、ドア、窓、換気口から離れた場所で、人から少なくとも50cm離れた場所とすべきであること。なお、ビル管理法で定める二酸化炭素濃度の測定として行う場合は、部屋の中央部の床上75cm以上150cm以下の位置で行うこと。

※11 人体から発生する二酸化炭素に基づき計算すると、室内の二酸化炭素濃度を1000ppmに維持することは、1人あたりの換気量として毎時約30m³を確保することに相当すること。

※12 二酸化炭素の測定頻度は、機械換気があり、居室内の人数に大きな変動がない場合、定常状態での二酸化炭素濃度を定期的に測定すれば足りること。二酸化炭素濃度の連続測定は、機械換気がない商業施設等や機械換気設備による換気量が十分でない施設等において、窓開けによる換気を行う場合に行うことが有効であること。連続測定を実施する場合は、測定担当者に測定値の意味と、測定値に応じてとるべき行動（窓開け等）をあらかじめ慎重に指導しておく必要があること。

※13 HEPA フィルタによるろ過式の空気清浄機は、エアロゾル状態のウイルスを含む粒径0.3μmの粒子の99.97%を捕集することができるが、二酸化炭素濃度を下げることはできない。このため、二酸化炭素濃度の測定は、空気清浄機による感染拡大防止効果を評価することはできないこと。

参考文献

ASHRAE (2020) ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols. Approved by ASHRAE Board of Directors, April 14, 2020

Biryukov J, Boydston JA, Dunning RA, Yeager JJ, Wood S, Reese AL, et al. (2020) Increasing temperature and relative humidity accelerates inactivation of SARS-CoV-2 on surfaces. mSphere 5:e00441-20. DOI: 10.1128/mSphere.00441-20.

Bloch AB et al.(1985) Measles outbreak in a pediatric practice: airborne transmission in an office setting. Pediatrics, 75(4):676–683.

Braubach M, Jacobs DE, Ormandy D. (2011) Environmental burden of disease associated with inadequate housing. Geneva: World Health Organization

CDC (2003). Guidelines for environmental infection control in health-care facilities.

- Morbidity and Mortality Weekly Report, 52 (RR-10).
- Dabisch P, Schuit M, Herzog A, Beck K, et al. (2020): The influence of temperature, humidity, and simulated sunlight on the infectivity of SARS-CoV-2 in aerosols, *Aerosol Science and Technology*, DOI:10.1080/02786826.2020.1829536
- Heeboll, A., Wargocki, P. and Toftum, J. (2018) ‘Window and door opening behavior, carbondioxide concentration, temperature, and energy use during the heating season in classrooms with different ventilation retrofits.ASHRAE RP1624’, *Science and Technology for the Built Environment*, 24(6), pp. 626.637. doi: 10.1080/23744731.2018.1432938.
- Ishimaru T, Ando S, Umishio W, Kubo T, Murakami S, Fujino Y, and Ikaga T. (2020) Impact of Cold Indoor Temperatures on Overactive Bladder: A Nationwide Epidemiological Study in Japan. *UROLOGY* 145: 60–65.
- Li Y et al. Evidence for probable aerosol transmission of SARS CoV 2 in a poorly ventilated restaurant. medRxiv preprint 2020.04.16.20067728; doi: 10.1101/2020.04.16.20067728
- Menzies D et al. (2000) Hospital ventilation and risk for tuberculous infection in Canadian health care workers. *Annals of Internal Medicine*, 133(10):779–789.
- Moriyama M, Hugentobler WJ, Iwasaki A. (2020) *Annu. Rev. Virol.* 7:83–101
- Mousavi ES, Godri Pollitt KJ, Sherman J, Martinello RA.(2020) Performance analysis of portable HEPA filters and temporary plastic anterooms on the spread of surrogate coronavirus. *Build Environ.*183:107186. doi:10.1016/j.buildenv.2020.107186
- Mu Z, Chen P-L, Geng F-H, Ren L, Gu W-C, Ma J-Y, et al.(2017) Synergistic effects of temperature and humidity on the symptoms of COPD patients. *International Journal of Biometeorology.* 61(11):1919–25.
- Osman LM, Ayres JG, Garden C, Reglitz K, Lyon J, Douglas JG. (2008) Home warmth and health status of COPD patients. *European Journal of Public Health.* 18(4):399–405.
- Pierse N, Arnold R, Keall M, Howden-Chapman P, Crane J, Cunningham M, et al. (2013) Modelling the effects of low indoor temperatures on the lung function of children with asthma. *Journal of Epidemiology & Community Health.* 67(11):918–25.
- Quin H, Li Y, Sun H, Nielsen PV, Huang X, Zheng X (2010) Particle removal efficiency of the portable HEPA air cleaner in a simulated hospital ward. *Build. Simul.* Vol. 3, No.3 pp.215-224
- REHVA (2020a) REHVA COVID-19 guidance document, April 3, 2020. Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations.
- REHVA (2020b) Guidance for Schools.

https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_Guidance_School_Buildings.pdf

- Riley EC, Murphy G, Riley RL.(1978) Airborne spread of measles in a suburban elementary school. *Am.J. Epidemiol* . 107 : 421-432.
- SAGE-EMG (2020) Role of Ventilation in Controlling SARS-CoV-2 Transmission. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/928720/S0789_EMG_Role_of_Ventilation_in_Controlling_SARS-CoV-2_Transmission.pdf
- Saeki K, Obayashi K, Iwamoto J, Tanaka Y, Tanaka N, Takata S, et al. (2013) Influence of room heating on ambulatory blood pressure in winter: a randomised controlled study. *Journal of Epidemiology & Community Health*.67:484–490.
- Saeki K, Obayashi K, Iwamoto J, Tone N, Okamoto N, Tomioka K, et al. (2014a) Stronger association of indoor temperature than outdoor temperature with blood pressure in colder months. *Journal of Hypertension*. 32(8):1582–9.
- Saeki K, Obayashi K, Iwamoto J, Tone N, Okamoto N, Tomioka K, et al. (2014b) The relationship between indoor, outdoor and ambient temperatures and morning BP surges from inter-seasonally repeated measurements. *Journal of Human Hypertension*. 28(8):482–8.
- Saeki K, Obayashi K, Kurumatani N. (2015) Short-term effects of instruction in home heating on indoor temperature and blood pressure in elderly people: a randomized controlled trial. *Journal of Hypertension*. 33:2338–43.
- Saeki K, Obayashi K, Kurumatani N. (2016) Indoor cold exposure and nocturia: a cross-sectional analysis of the HEIJO-KYO study. *BJU Int* 117:829-35.
- 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. *Journal of Epidemiology* 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. *Environmental Science & Pollution Research International*. 23(7):7055–9.
- Schaffer, F.L., Soergel, M.E. & Straube, D.C. (1976) Survival of airborne influenza virus: Effects of propagating host, relative humidity, and composition of spray fluids. *Archives of Virology* 51: 263-273.
- Smither SJ, Eastaugh LS, Findlay JS, Lever MS. (2020) Experimental aerosol survival of SARS-CoV-2 in artificial saliva and tissue culture media at medium and high humidity, *Emerging Microbes & Infections*, 9:1, 1415-1417
- USEPA (2020) Air Cleaners, HVAC Filters, and Coronavirus (COVID-19).

<https://www.epa.gov/coronavirus/air-cleaners-hvac-filters-and-coronavirus-covid-19>

WHO (2009) Natural ventilation for infection control in health-care settings. WHO Press Geneva

WHO (2108) WHO Housing and health guidelines. World Health Organization Geneva.

東賢一、林基哉、樺田尚樹(2018) 「建築物環境衛生管理基準の検証に関する基準」 分担研究報告書 1. 基準案の検証.

<https://mhlw-grants.niph.go.jp/niph/search/NIDD00.do?resrchNum=201826010A>

気象庁 (2020) 日本付近の二酸化炭素濃度の増加が続いています。令和2年3月24日

URL: <http://www.jma.go.jp/jma/press/2003/24c/2020co2.pdf>

厚生労働省(2020a) 商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について 2020年3月30日

URL: <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000616069.pdf>

厚生労働省 (2020b) 熱中症予防に留意した「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について 2020年6月17日

URL: <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000640920.pdf>

空気調和・衛生工学会(1972) 空気調査・衛生高学会規格 HASS 102 空気調和・衛生工学 第46巻第12号 pp.3-19

豊田 誠(2003) 中学校結核集団感染の環境要因に関する検討 結核 第78巻第12号 pp.11-16

中山幹男、斉藤恵子 (2009) 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

西村秀一 (2011) 高性能の空中浮遊インフルエンザウイルス不活化を謳う市販各種電気製品の性能評価 感染症学雑誌 第85巻第5号 pp.537-539

林基哉、金勲、開原典子、小林健一、鍵直樹、柳宇、東賢一 (2019) 特定建築物における空気環境不適率に関する分析 日本建築学会環境系論文集 84(765): 1011-1018

(注) 本文書の取りまとめにあたり、ご意見を伺った有識者は以下のとおり (50音順)。

近畿大学医学部 環境医学・行動科学教室 准教授 東賢一

国立保健医療科学院 生活環境研究部 主任研究官 開原典子

東京工業大学 環境・社会理工学院 准教授 鍵直樹

金沢大学理工研究域フロンティア工学系 教授 瀬戸章文

北海道大学工学研究院 環境空間デザイン学研究室 教授 林基哉

工学院大学 建築学部 建築学科 教授 柳宇

新型コロナウイルス感染症のクラスター発生空間の換気性状の調査 コールセンターの空調換気設備と室内空気環境の概要

北海道大学大学院工学研究院
環境空間デザイン学研究室
林基哉、菊田弘輝

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染拡大の当初から、コールセンターにおけるクラスター感染の発生が続いている。

本報告では、厚生労働省クラスター対策班及び関係自治体保健所の対策においてエアロゾル感染が疑われる2例のコールセンターの空調換気に関する調査結果（2021年6～7月）の概要を示す。

2. 調査の概要

表1及び図1に、クラスター感染が発生した中高層建物と対象階の室(Room)構成の概要を示す。各Roomの間は、使用状況に応じて間仕切りが設置され、複数のRoomを一室化して使用している。また、同一階は、複数のテナントまたは複数の業務グループが使用する空間で構成されている。

対象Aでは、エアハンドリングユニットAHUとパッケージエアコンPACが使用されていた。対象階の2系統のAHUは、可変風量装置VAV(Room毎)が用いられ、省エネを目的としたCO₂制御(還気RAが800ppm以下の場合に外気量OAを減らす制御)と外気冷房制御(停止)が用いられ、9～19時に稼働していた。天井吹出口から給気され、天井チャンバー経由で集中排気された。RAの一部は再循環されていた。窓には開放機能が無く、ドアはセキュリティ機能によって出入り時以外は施錠されていた。また、空気清浄機6台とサーキュレーター2台が設置されていた。Room3～7でクラスター感染が発生し、別テナント使用のRoom2,8,9では感染者が確認されなかった。なお、Room1は休憩所として使われていた。

対象Bでは、外気処理空調機OHUと電気式ヒートポンプエアコンEHPが使用されていた。OHUはダンパ制御(階毎)・定風量装置CAVが用いられ、9～18時に稼働していた。オールフレッシュの外調機から天井吹出口を介して給気され、天井チャンバー経由で集中排気されていた。天井チャンバーをフロア全体に一体的に設け、各Room及び通路の間に欄間を設けることで、室間通気が確保される設計となっている。Room1,2,3は一室として使用されていた。隣室との間の欄間は防音のために目張りされ、外部騒音のために窓開けの頻度が低かった。Room4は窓がなく、欄間は目張りされていた。Room5,6,7には、外気が直接供給されず、通路からRoom5の欄間を介して間接的に供給されていた。感染者は複数のRoomで発生したが、Room1,2,3が全体の7割以上であった。

表2に、調査項目を示す。コールセンター事業者・建物管理者へのヒアリング、図面・ビルエネルギー管理システムBEMSのデータを利用した、空気の流れとCO₂濃度シミュレーションを行った。対象Aでは、運用停止中に感染発生時の状況を再現し、トレーサガス濃度減衰法を用いて換気量を測定した。また、対象A,Bで運用再開後の在室人数を調査すると共にCO₂濃度を測定した。

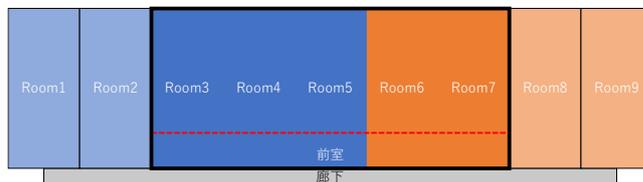
3. 調査結果

3.1 クラスター感染発生時の換気性状(対象A)

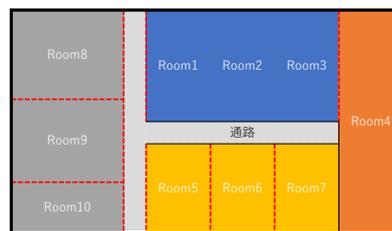
対象Aでは、室内のCO₂初期濃度を約1,100ppmまで上げた後の濃度減衰から算出したRoom3～7の外気量OAは約3,000m³/hであった。BEMSではRoom3～7への給気量SAは約10,000m³/hで制御されており、外気量と再循環量の比率は3:7となった。これはAHUの機器表内の送風量SAと外気量OAの関係と概ね一致した。Room3～7は125席で運用されていたが、建築物衛生法(ビル管

表1 調査対象

対象	A	B
築年数	5年以内	30年以上
陽性者数	約80名	約100名
陽性率	約35%	約50%
室容積	約1,800m ³	約2,200m ³
執務室	一室化	一室化+個室化
最大収容人数	約0.23人/m ²	約0.34人/m ²
空調換気	AHU+PAC VAV, CO ₂ 制御	OHU+EHP CAV



対象A(黒太線): Room3～7で感染発生、Room3～7は一室化、執務室と前室の間にある壁と扉の上部に欄間有(赤破線)、AHUは2系統(青、橙)



対象B(黒太線): Room1～7で感染発生、Room1～3は一室化、Room4～10はそれぞれ個室化、一部の壁の上部に欄間有(赤破線)、OHUは1系統

図1 クラスター感染が発生した階の平面

表2 調査項目

対象	A	B
現地確認(ヒアリング)	6/3, 6/7, 7/15	6/16, 6/25
換気量(濃度減衰法)	6/3, 6/7	—
CO ₂ 濃度(温湿度含む)	6/18～7/14	6/17～24
BEMSデータによる濃度計算	○	○

法)に基づいて厚生労働省が示した1人あたりの必要換気量30m³/h算出した適切な人員は約80名程度(前室除く)であった。

BEMSによると、換気量測定中の還気CO₂濃度はRoom1~5の系統が800ppm以下、Room6~9の系統が600ppm以下とRoom3~7における室内濃度の測定値に比べ顕著に低かった。クラスター感染発生時にも室内のCO₂制御が十分に機能していなかった可能性がある。設計図には、1つの空調機系統を複数のテナントが使用する場合にはCO₂制御を無効にすると記載されているが、感染発生時にCO₂制御が行われていた。一方、空調設計図のデータを用いた濃度計算によって、複数のテナントが使用していても再循環があれば、室間の濃度差が大きくなることを確認された。

このことから、制御用のCO₂濃度測定誤差の影響の可能性が指摘された。また、一部の室で冷暖房負荷が減少すると、その室のAHU、PACの給気風量が抑制され、再循環量が減少することになる。クラスター感染発生時は暖房から冷房モードに切り替わる時期で再循環量が抑制された可能性が考えられる。実際に室内側と制御側のCO₂濃度の乖離が生じ、AHUのOAダンパが60%開度まで絞られ、外気量OAは抑制されたことが確認された。また、19時以降にも多くの就業者がいたが、AHUが停止し外気が供給されていなかった。

3.2 運用再開後のCO₂濃度測定(対象A,B)

図2に、対象AのCO₂濃度と就業人数を示す。運用再開のために、サーキュレーターによって空気の攪拌を行い、AHUの系統毎に間仕切りを設けて二室化したことで、Room3,5、Room6,7それぞれの濃度差が少なくなった。しかし、7/3以降にRoom6,7の就業人数が大幅に増加したことで、CO₂濃度が高くなった。運用再開後に感染対策を一層強化した中でも、外気量不足が発生した。感染発生時にも、換気量不足が発生した可能性がある。

図3に、対象BのCO₂濃度と就業人数を示す。運用再開のために一部の欄間の目張りを撤去し、窓開け換気を積極的に行った。しかし、就業者がいたにもかかわらずOHUが稼働していない9時以前、18時以降のCO₂濃度は著しく上昇した。朝方にかけての濃度低下も緩やかであったため、夜間の換気量(OA)を推定したところ、30~110m³/hと非常に少なかった。一方、Room5,6,7には、直接給気できていなかったが、OHUと共にEHPが稼働し、通路から欄間を介した空気の流入によって、CO₂濃度上昇が抑えられていた。ただし、満席を想定した場合には機械換気だけではなく窓開け換気を併用する必要があることが確認された。

4. おわりに

本調査では、空調換気に関する複数の問題点が指摘された。換気性状がクラスター感染にどの程度影響したかは明らかになっていないが、同一空間内でのエアロゾル感染、空調換気による室間の空気移動にともなうエアロゾル感染の可能性は否定できない。コールセンターでは、発声によって連続的にエアロゾルが発生する。対象では、建物設計時の想定を超える人数、AHU停止中での就業によって、必要な外気量OAが確保できない状況があったことが明らかになった。

このことから、コールセンター事業者側は基本的な感染対策に加え、就業人数の適正管理、HEPAフィルター相

当の空気清浄機やサーキュレーターの増設、換気の日安となるCO₂センサーを用いた換気量と在室者数に関する状況把握が必要である。また、運転スケジュールの見直し等、建物管理者側と共に空調換気対策を行うことが重要である。

最後に、当時の変異株の比率から、調査対象のクラスター感染はアルファ株によって発生した可能性が高いと考えられる。今後、デルタ株等の感染力がより強いウイルスの場合、エアロゾル感染のリスクは一段と高まるため、空調換気の運用管理を再度確認し、必要に応じて対策を講じていくことが急務である。

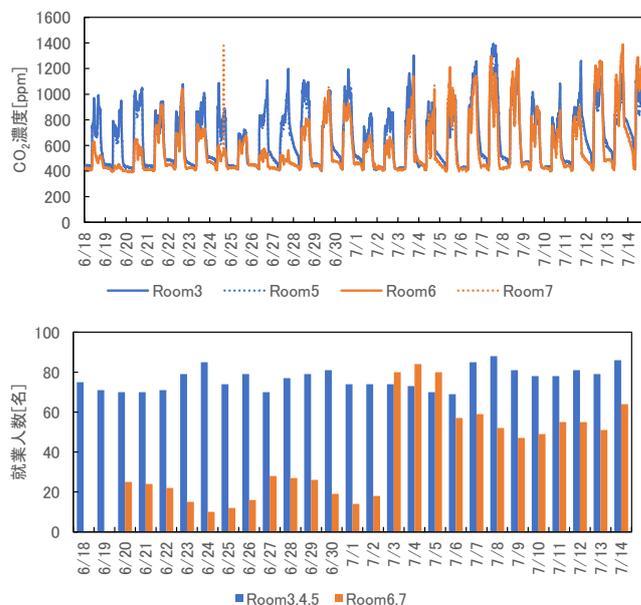


図2 対象AのCO₂濃度と就業人数

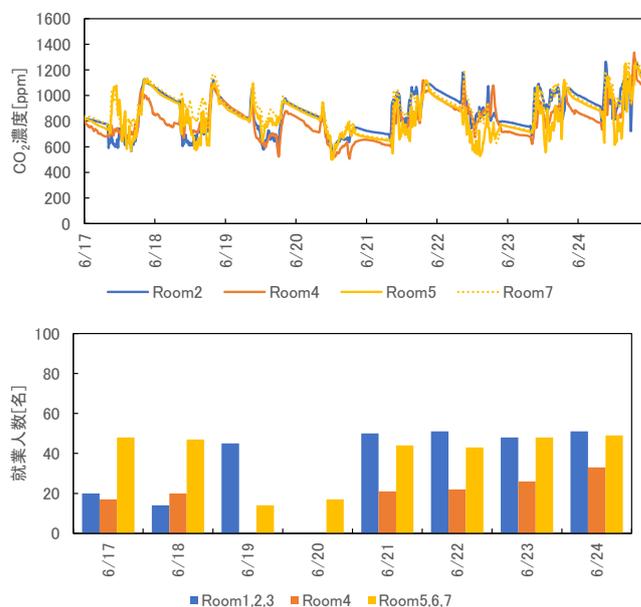


図3 対象BのCO₂濃度と就業人数

謝辞

本調査は、国立感染症研究所、関係自治体保健所、対象のコールセンター事業者、建物管理者、長谷川麻子氏(熊本大学)の協働によって行われたことを記し、謝意を表す。



高い累積罹患率を認めた札幌市内コールセンターでの新型コロナウイルス感染症アウトブレイク（2021年5月）—健康管理、感染管理、換気を確認する重要性について

(IASR Vol. 42 p206-207: 2021年9月号)

2021年4月から新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の第4波を迎えていた札幌市で、市内コールセンターAでCOVID-19アウトブレイクが確認された。コールセンターは、比較的密な環境で時に大声を出して勤務していることから、海外でもアウトブレイクが報告されており¹⁾、安全な勤務体制の構築が課題である。今回、調査で判明した課題を整理し、改善点を検討した。

症例を、2021年5月3日～6月10日までに、コールセンターA（派遣合わせた従業員260名）で勤務した職員のうち、検査でCOVID-19と診断された人と定義し、札幌市保健所に報告された調査票と同センター職員へのインタビューの情報を利用した。また、現地視察を行い、オフィス業務が行われていた同じ状況で、対象空間内にCO₂ガスを発生させ、その濃度減衰から換気量（外気量）を換算した。

症例定義に86例が合致し、女性が56例（65%）、年齢は中央値44歳（範囲32-55歳）であり、社員が11例（13%）で、残りは委託会社からの派遣社員であった。大多数はオペレーター（64例、74%）であったが、他にスーパーバイザーが7例（8%）、統括・庶務が4例（5%）であった。累積罹患率は、オペレーター64例/182例（35%）、スーパーバイザー7例/25例（28%）、統括・庶務が4例/21例（19%）であり、社員5例/16例（31%）、派遣会社82例/225例（36%）であった。検体採取時の有症状者は77例（90%）であり、症状出現後も出勤を継続した職員が8例（9%）いた。症例は4週間にわたり、継続的に確認されていた。勤務中に全員が何らかのマスクをしていたということで、当初濃厚接触者は職場外の接触者に留まっていたが、症例発生が継続したことから、全従業員を濃厚接触者扱いとして対応が行われた。

オフィスは125席の窓が開けられない空間で、日替わりで席が変わっていた（図）。席同士は1.5m程度の距離があり、高さ60cmのパーティションが机上に左右と前とを区切る形で置かれていたが、左右や斜めの人とは対面会話ができる状況であった。オフィス内の換気は、外調機によって中央管理されており、導入した外気は、間仕切りで分けられた各ブースにそれぞれ供給されていた。今回実施した換気量の測定では、室内濃度を1,100ppmまで上げた後の濃度減衰から算出した換気量は2,965m³/h（前室含む）であり、外調機から一定の外気が導入されることが確認された。しかし、外調機は9時～19時まで運転されていたが、19時以降も残業していた人もいた〔症例中では7例（8%）〕。

オフィス入口に擦式手指消毒剤が設置され、各自の机には成分不明の消毒剤が設置されていたが、訪問時には実際に消毒をしている職員は観察されなかった。マイク付きのヘッドセットは共有されており、清掃・消毒は会社からの指示があったものの、管理は個人に任されていた。職員の体調管理に関しては、体温測定が行われていたが、記録はされていなかった。休憩室は黙食が励行されていたが、席はお互いに話ができる構造になっていた。約20名が使用していたとのことだが、人数制限や利用者の把握はされていなかった。

本事例は、ユニバーサルマスク下で行っていた屋内のコールセンター業務により、80例を超過COVID-19感染者が確認された事例であった。休憩や勤務中のマスクを外した時の飛沫感染、および不十分な消毒下でのヘッドセット共有や、不十分な手指衛生による接触感染による感染拡大の可能性が高いと考えられた。また、不十分な換気条件下で長時間声を出す活動をしていたことにより、マスクでは防げなかった感染経路（空気感染、眼からの感染）による感染が否定できなかった。有症状勤務が感染拡大に影響していた可能性もあり、呼吸器症状を含めた適切な健康管理が重要であると考えられた。

一方、換気に関して、建築物衛生法（ビル管理法）に基づく1人当たりの必要換気量30m³/hから算出した結果、当該オフィスでの適切な人員は約80人程度（前室除く）であった。また、省エネを目的とした換気量制御（排気のCO₂濃度が800ppm以下の場合に外気導入量を減らす制御）が行われている中で、対象空間内のCO₂濃度と制御側のCO₂濃度との乖離が確認されており（データ掲載無し）、換気量が適切に制御されていなかった可能性がある。さらに、19時以降は外調機が稼働していなかったことから、この時間帯の換気がほとんど行われていない状況であったと考えられる。

今回の結果から、屋内でのオフィス作業では、室内CO₂濃度に応じた適切な換気量の確保と、室内換気量に応じた在室者数の調整が必須であると考えられた。特に、大声で話すことから飛沫粒子がより多く、そして長距離飛散する可能性があることから²⁾、室内で大声での対応を時に必要とするコールセンター業務等では、これらを徹底していく必要がある。また、職場において、手指衛生の徹底、清掃や適切な消毒薬による環境整備、個人の健康観察に加え、組織として実施する健康観察も、一層進めていく必要がある。

謝辞:本調査にご協力頂いた札幌市都市局の皆様へ感謝を申し上げます。

参考文献

1. Park SY, et al., Emerg Infect Dis 26 (8) : 1666-1670, 2020

2. Anfinrud P, *et al.*, N Engl J Med 382 (21) : 2061-2063, 2020

札幌市保健福祉局医療対策室

中西香織 熊谷優子 小池典久 大久保卓磨 白水 彩 西條政幸

山口 亮 館石宗隆

国立感染症研究所実地疫学専門家養成コース

高橋賢亮

同薬剤耐性研究センター

黒須一見 山岸拓也

北海道大学大学院工学研究院建築都市部門

菊田弘輝 林 基哉

Copyright 1998 National Institute of Infectious Diseases, Japan