

# 「新型コロナウイルス感染症予防のための夏期における室内環境対策」

建築衛生分野の研究者からの報告

北海道大学 林基哉，工学院大学 柳宇\*，\*\*，近畿大学 東賢一\*\*，\*\*\*，東京工業大学 鍵直樹\*，  
東京都立大学 尾方壮行\*，新菱冷熱工業株式会社 森本正一\*\*，北海道大学(羽山広文，森太郎，  
菊田弘輝)，早稲田大学 田辺新一，東京理科大学 倉渕隆，  
国立保健医療科学院(山田裕巳\*\*，小林健一\*\*，金勲\*，開原典子\*\*\*)

\*Ⅲ担当，\*\*Ⅳ担当，\*\*\*Ⅴ担当

## I. はじめに

2020年冬期に、新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）感染症（COVID-19）のパンデミックが発生し、わが国では緊急事態宣言が発出された。今後、中間期から夏期に向けて冷房の必要性が高まる中、換気の方法について広く周知する必要がある。

このため、建築衛生分野の研究者の協働によって、建物用途に対応した空調・換気制御、熱中症対策を踏まえた空調・換気について啓発すべき内容をまとめた。

## II. 概要

COVID-19 感染対策として、換気の必要性が示されたことから、工学系専門学会から緊急会長談話が発表され<sup>1)</sup>、その後も継続して情報が発信されている<sup>2, 3)</sup>。本報告では、SARS-CoV-2 の空中での挙動と室内の拡散特性、温湿度による影響などに関する知見を加え、空調・換気の対策について、以下のようにまとめている。

### II.1 空調・換気対策に関する事例・根拠

新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）感染症（COVID-19）が空気感染したことを示す報告はないが、換気の悪い空間や人が多く集まる環境では飛沫感染もしくは空気感染によって多くの感染者が発生する可能性がある。十分な換気が行われている空間や人が密集していない環境では空気中サンプルから SARS-CoV-2 が検出されないことが環境調査の結果から報告されている。予防的な対策として換気を励行することは重要である。

### II.2 建物用途に対応した空調・換気制御

COVID-19 感染対策として、換気の必要性が示されたことから、工学系専門学会から緊急会長談話が発せられ、その後も継続して情報が発信されている。本文では、空調・換気についてこれらの情報に最近の SARS-CoV-2 の空中での挙動と室内の拡散特性、温湿度による影響などに関する知見をとりまとめた。原則は取り入れ外気量を増やし、建築物衛生法の温湿度の管理基準値を満たすことである。外気量を増やせない場合、補助設備として空気清浄機の利用も有効である。

### II.3 熱中症対策を踏まえた換気と冷房

新型コロナウイルス感染症の予防には、日常生活において、「換気の悪い密閉空間」、「多数が集まる密集場所」、「間近で会話や発声をする密接場面」の3つの「密」が重ならないようにすることが重要とされている。そのため換気の悪い密閉空間にならないよう、こまめな換気が推奨されている（首相官邸、2020）。

一方、春から夏場にかけては気温の上昇とともに、熱中症のリスクが高まる。2013年以降、日本では毎年約4万人以上が熱中症で救急搬送されており、2018年には約9万人が救急搬送された（総務省消防庁、2020）。2018年度の熱中症による死亡数は1581名であり、そのうち65歳以上は1288名（81.5%）であった（厚生労働省、2019）。とりわけ高齢者で重症化しやすくなっている。また、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（総務省消防庁、2020）、熱中症予防のためには、室内では扇風機やエアコンを使って室温を適切に調節することや、室温をこまめに確認することが重要となっている（日本生気象学会、2013）。世界保健機関（WHO）は、2018年11月に住宅と健康のガイドラインを公表し、室内における過剰な暑さは睡眠障害、循環器疾患、血圧上昇のリスクを増加させることから、外気温が高い地域では、室内における過剰な暑さを防ぐための対策をとるよう勧告している（WHO、2018）。

しかしながら、新型コロナウイルス感染症の予防のため、窓を大きく開けて自然換気を行うと、室内での冷房効率が低下して室温が上昇する危険性がある。そこで、新型コロナウイルス感染症予防と熱中症対策を踏まえた換気と冷房、室内環境における熱中症予防策についてとりまとめた。

### 参考文献

- 1) 空調調和・衛生工学会、日本建築学会：新型コロナウイルス感染症制御における「換気」に関して 緊急会長談話、<https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2020/200323.pdf>
- 2) 空調調和・衛生工学会、日本建築学会：新型コロナウイルス感染症制御における「換気」に関して 「換気」に関するQ&A、<https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2020/200330.pdf>
- 3) 空調調和・衛生工学会：新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について、[http://www.shasej.org/recommendation/Operation\\_of\\_air-conditioning\\_equipment\\_and\\_other\\_facilities20200407.pdf](http://www.shasej.org/recommendation/Operation_of_air-conditioning_equipment_and_other_facilities20200407.pdf)

## III. 空調・換気対策に関する事例・根拠

### III.1 環境要因が感染を促進したと考えられる感染事例

#### ・中国広州レストランにおける感染事例<sup>1)</sup>

2020年1月26日から2月10日の間に、中国・広州のレストランで新型コロナウイルス感染症が発生し、3家族計10名が感染した。感染者（A1）は9人の友人と約1時間から1時間半夕食をとった。感染者と同じテーブルについての者の50%（10名のうち5名）が、次の7日間以内に感染が発覚した。隣接する風下のテーブルでは75%（4名のうち3名）が感染した。また、風上のテーブルでは7名のうち2名が感染した。エアコンから排気ファンまでの主な気流から外れた位置では感染はみられなかった（図1）。

著者はエアコンの気流によって飛沫感染が促されたと結論し、人と人の間の距離を確保し、換気を改善することを推奨している。

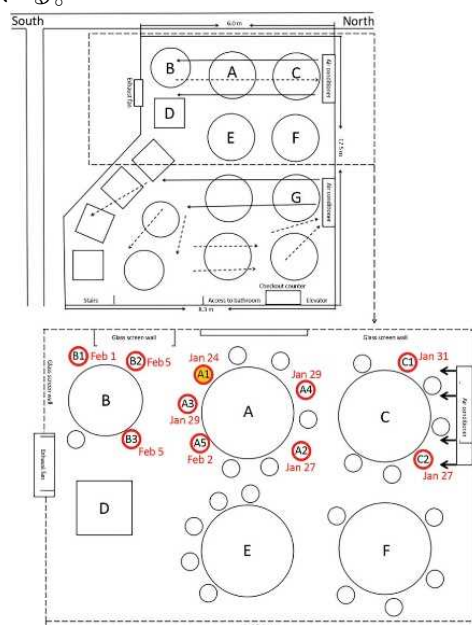


図1（出典 参考文献<sup>1)</sup>）

#### ・韓国コールセンターにおける感染事例<sup>2)</sup>

商業・住居混合用途ビルの11階で、1人の感染者が出勤した。同フロアには216人の従業員がおり、11Fの感染者が症状を発現した2月25日からビルが閉鎖される3月9日までの約2週間の間に、そのうち94人(43.5%：青色の座席)が感染した。94人のうち92人が発症し、2人のみが無症状であった。オフィスの片側が主に感染しているのに対し、反対側では感染者が非常に少なかったことから、コールセンターのような混雑したオフィス環境ではSARS-CoV-2が非常に伝播しやすいことを示している。また、エレベーターやロビー等において異なるフロアの労働者と多くの接触があったであろうにもかかわらず、感染はほとんどが1フロアに限定されており、接触時間がSARS-CoV-2の伝播を促進する主要因である可能性を指摘している(図2)。

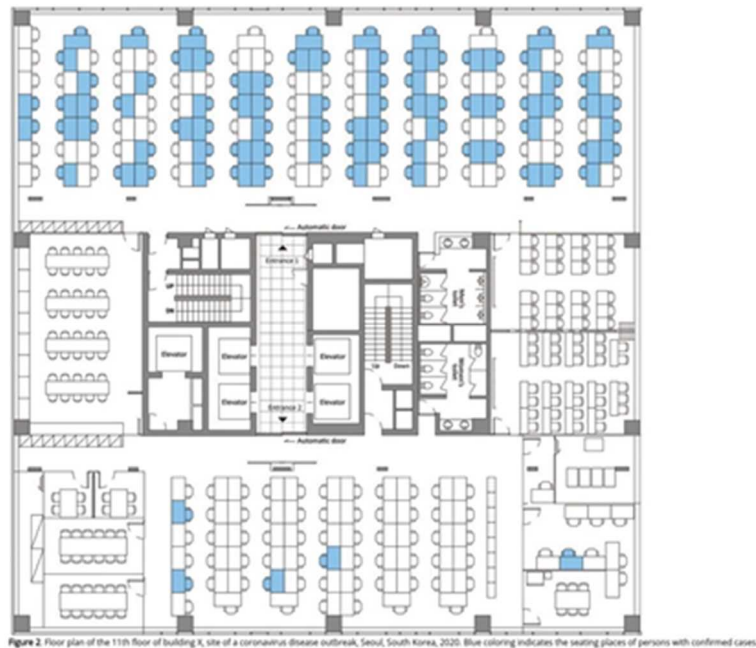


図2 (出典 参考文献<sup>2)</sup>)

#### ・ワシントン州スカジット郡 聖歌隊の練習<sup>3)</sup>

3月10日の聖歌隊の練習に参加した61人のうち、1人の症状が確認された人のうち、確定症例33人、可能性のある症例20人を含む53人の症例が確認された(確定症例の二次感染率は53.3%、全症例の二次感染率は86.7%)。発症した53人のうち3人が入院(5.7%)、2人が死亡(3.7%)した。2時間半の歌唱練習では、メンバー同士が近くに座ったり、練習の終わりには椅子を重ねたりするなど、飛沫感染や接触感染の機会があった。歌うという行為自体が、発声の大きさに影響されるエアロゾルの放出によって感染に寄与した可能性がある。

#### ・国内でクラスター感染が発生した事例に共通する特徴<sup>4,5)</sup>

屋形船、ライブハウス、展示会場、スポーツジム、医療施設、福祉施設、飲食店など、密閉され、換気が悪く、人が密集する環境であったと考えられる。しかしながら、クラスターが発生した当日にその室内で換気が不足していたかは、今後検討されるべきである。

### III.2 環境調査

#### ・ダイヤモンドプリンセス号

国立感染症研究所の報告によれば、同クルーズの諸表面と空中のSARS-CoV-2の調査結果から、空気伝播を示唆する証拠は得られなかったが、廊下天井排気口からSARS-CoV-2 RNAが検出されており、特殊な環境でウイルスが遠方まで浮遊する可能性について更なる検討が必要であるとしている<sup>6)</sup>。米国疾病予防管理センター(CDC)は、ダイヤモンドプリンセスクルーズ船について、2月8日時点で空調機(エアハンドリングユニット)を介した室間のウイルスの伝播に関するエ

ビデンスがないとしている<sup>7)</sup>。アウトブレイクの主要な感染経路は飛沫・接触感染であり、中央空調システムを介した長距離の空気感染は起きていないと考えられる(Pengcheng et al., 2020)<sup>8)</sup>。

#### ・中国武漢市 Huoshenshan Hospital

武漢の2病院にて表面および空気のサンプルを捕集し、定量的リアルタイムPCRを行った。床、PCマウス、ごみ入れおよび病床手摺りの表面に広く分布していた。空気サンプルについてはICUで35%(14/40)、一般病室で12.5%(2/16)から検出され、一般病室において患者から最大4m離れた位置で検出された。また、患者近傍や下流の排気口近くにおいて検出率が高いこと、空間中の人員密度が低くなると検出されるウイルス量が低下することを報告している (Guo et al., 2020)<sup>9)</sup>。

#### ・中国武漢市 The Renmin Hospital of Wuhan University, Wuchang Fangcang Field Hospital

隔離個室と換気された病室で検出された空気中のSARS-CoV-2 RNA濃度は非常に低かったが、患者のトイレエリアでは上昇していた。一部の医療スタッフエリアでは、高濃度のウイルスRNAが検出されたが、厳格な除菌手順を実施した後、検出不可能なレベルにまで低下した。検出されたウイルスの感染性は確認されていないが、SARS-CoV-2はエアロゾルを介して感染する可能性があることが示唆された。公共エリアの大部分では、混雑しやすい2つのエリアで空気中のSARS-CoV-2 RNAが検出された (Liu et al., 2020)<sup>10)</sup>。

#### ・シンガポール SARS-CoV-2 アウトブレイク専用センター トイレ

トイレにおいても接触によるものと考えられる付着ウイルスが検出されている (Ong et al., 2020)<sup>11)</sup>。

SARSではトイレの飛沫が感染源となった可能性が示唆されており<sup>12)</sup>、SARS-CoV-2が気道で陰性となっても23%の患者の便は陽性のままだった報告があることから<sup>13)</sup>、トイレでの飛沫発生にも注意が必要と考えられる。

#### ・米国ネブラスカ大学病院

ネブラスカ大学病院でCOVID-19陽性と確認された13人の初期隔離の際に、隔離された患者からのウイルス拡散を調べるため、11の隔離室で空気中および表面のサンプルが採取された。一般的に使用されている多くの物品、トイレ設備、隔離個室および廊下の空気サンプルにウイルス汚染の証拠があり、SARS-CoV-2は、呼気に含まれる粒子、排泄、また環境表面との接触を通じて室内環境に排出されていることが示された。病院病室内患者から離れた窓際の空中のSARS-CoV-2のRNA濃度は3.76 copies/Lであった (Santarpia et al., 2020)<sup>14)</sup>。

#### ・空気中からは検出されない事例

Faridiらは、イランの病院において10室の病室をサンプリングしたところ、患者のベッドから2~5mの距離においてSARS-CoV-2は検出されなかったと報告している。しかし、サンプリングされた空気の量は90Lと少なかった<sup>15)</sup>。また、Ongらによるシンガポール病院感染隔離室の測定では、室内空気サンプルのSARS-CoV-2活性はなかったが、排気口表面からとったサンプルには活性があった<sup>11)</sup>。香港の病院において環境調査を行い、12回/時の換気を行う空気感染隔離室内では環境表面サンプル中からSARS-CoV-2 RNAが検出されたが、空気サンプルからの検出はないことを示す同様の報告がある(Cheng et al., 2020)<sup>16)</sup>。室内空気が換気設備により排出されることを考えれば、これらの結果から空気中に活性のあるSARS-CoV-2が存在していたことが示唆される。FaridiらやChengらが調査した隔離室の換気回数は12回/時であったことから、空気中に存在しても換気によって希釈され、検出下限以下になったと推察される。

以上の結果から十分な換気はSARS-CoV-2の空中濃度の低減に寄与することが示された。また、環境調査の結果のみから感染の有無を判断することはできないため、各環境における感染経路についてのさらなる研究が必要である。

### III.3 環境条件と SARS-CoV-2 の生存率

SARS-CoV-2 の安定性は、実験環境下では SARS-CoV-1 と同程度であった。粒径 5 $\mu$ m 未満のエアロゾルとして、3 時間程度（半減時間 1 時間程度）活性が、表面に付着した状態では、素材によるが 1-3、4 日程度活性が認められた<sup>17)</sup>。

一般環境中における SARS-CoV-2 に与える温湿度の影響はまだ分かっていない部分が多いが、コロナウイルス（transmissible gastroenteritis virus, mouse hepatitis virus）に関する実験では、表面付着ウイルスにおいて湿度を問わず、4 $^{\circ}$ C 時に比べ 20 $^{\circ}$ C 時のウイルスの不活化が急に上昇する。相対湿度については 20%と 80%時の生存率が最も高く、50%時の生存率が最も低いことが報告されている<sup>18)</sup>。

### III.4 環境条件と COVID-19 感染等の関係<sup>19-23)</sup>

COVID-19 については、大気の空気温度とは負または正の相関、湿度とは負の相関（湿度が高いとリスクが下がる）の関係が報告されている。インフルエンザと同様の傾向が認められている。

### III.5 感染経路に関する整理

#### ・ WHO 報告資料

COVID-19 ウイルスの主要な感染経路は飛沫感染と接触感染であり、エアロゾル発生手技が行われる環境においては、空気感染が起こる可能性があるとして述べている。空気サンプルからの SARS-CoV-2 の検出については、一部報道により空気感染が示唆されていることに触れ、活性のあるウイルスが発見されたか、それが感染にどのような役割を果たしているかを知ることが重要であり、慎重に解釈する必要があると指摘している<sup>24)</sup>。

中国における 75、000 人以上の COVID-19 患者を対象とした疫学的評価の結果、感染経路については同様に報告されている。閉鎖された環境での感染について、刑務所（湖北省、山東省、浙江省）や長期生活施設での COVID-19 感染報告があり、これらの環境での人々の近接性や接触、環境汚染の可能性が重要な要因であり、感染を増幅させる可能性があることを指摘し、さらなる研究が必要であると述べている<sup>25)</sup>。

人が多く閉鎖された環境では、空気感染の可能性もあり、今後検討が必要であると考えられる。

#### ・ 換気の必要性

Morawska らは、空気を介して感染が広がることを警告し、米国、欧州等で感染拡大抑制策としての換気の必要性が認識されていない状況に対して、換気の重要性を指摘している<sup>26)</sup>。

#### ・ 中国広州レストランにおける空気流動が原因とされる事例の分析

論文<sup>1)</sup>では Droplet infection として報告されているが、飛沫感染だけではアウトブレイクを説明できないとも指摘している。報告された 10 名の感染が図 1 に示された距離で起きたとすれば、空気感染の可能性も疑われるべきであると考えられる。空気中を漂う飛沫はごく短時間のうちに乾燥するため、感染を引き起こしたものは飛沫核である可能性もある。また、Yuguo Li らは加えて数値流体解析等により検討し、気流の流れだけでは感染を説明できず、換気不良を原因として指摘している<sup>27)</sup>。

#### ・ インフルエンザ流行期に共通する事項<sup>28, 29)</sup>

沖縄では、季節性インフルエンザ流行のピークが冬と夏 2 回来る。窓を閉じ空調された室内で過ごす人および時間が増えることが流行期に共通する特徴として考えられる。機械換気が適切に行われていない部屋において換気不足により感染者の飛沫、飛沫核への曝露量が増加し、感染拡大が促進される可能性がある。

以上のことから、SARS-CoV-2 は室内空気中の遠方まで拡散するが、十分な換気が行われればその濃度が低く制御されることが分かる。SARS-CoV-2 による COVID-19 の主な感染経路は接触感

染、飛沫感染であり、今のところ空気感染に関する報告はないとされている<sup>30)</sup>。それは、SARS-CoV-2 が拡散しているうちに濃度が低くなり、発症するほどの濃度（量）に達していないためであると考えられる。WHO も室内空気中の感染性ウイルス濃度の低減が重要であることを指摘している<sup>31)</sup>。しかし、換気の不十分な空間において、室内空気中のウイルス濃度が高くなることがあり、この場合感染のリスクが生じる可能性がある。このような状況は、従来はエアロゾル発生手技が行われる病院内でのみ起こると考えられていたが、COVID-19 の集団感染の事例から、3つの「密」（密閉空間＋密集場所＋密接場面）が重なる場では同様のリスクが生じる可能性があるとして分析されている<sup>32)</sup>。また、3つの「密」の重なる空間の患者は18.7倍感染させやすいと評価されている<sup>33)</sup>。従って、換気による対策は必要である。

### III.6 必要最低限の換気量

SARS-CoV-2 の感染経路を解明するためには多くの時間と犠牲がかかる。考えられるリスクに対しては予防的な対策を取ることが重要である。特に換気の悪い空間や人が多く集まる環境において飛沫感染の促進や飛沫核によって感染が疑われ、環境が感染を事例が報告されている。

SARS-CoV-2 についてはデータが少なくエビデンスに基づいて最低限要求すべき換気量を設定することは難しいが、人員密度の管理や人と人の距離の確保等が行われることを前提として、建築物衛生法が定める建築物環境衛生管理基準を保つ適切な換気が行われていれば、空気感染リスクは大きくないと考えられる。その上で、許容可能な範囲で換気量（取り入れ外気量）を増大させることが望ましい。

### III.7 空調・換気による制御に関する基本事項

#### III.7.1 エアロゾルの沈降特性

WHO は、5 $\mu$ m 以上のエアロゾル（respiratory aerosols）は飛沫、5 $\mu$ m 以下のエアロゾルは飛沫核と定義している<sup>34)</sup>。Liu ら<sup>10)</sup> は、集団感染が起きた中国武漢市内の病院における SARS-CoV-2 の粒径特性について調査を行い、SARS-CoV-2 はサブミクロン領域（0.25～1.0 $\mu$ m）と1 $\mu$ m 以上の領域（2.5 $\mu$ m～）にピークがあることを報告している。SARS-CoV-2 の主な発生源は咳とくしゃみである。呼吸器系感染症の殆どは大きな飛沫（large droplets）による短距離の感染と接触感染でとされている。大きな飛沫（>60 $\mu$ m）が空中で早く沈降するため、病原体の伝播が発生源近傍に限られる。また、小さい飛沫（ $\leq$ 60 $\mu$ m）は1m 以内の短い範囲（short-range）まで飛散する。一方、室内環境によっては水分が蒸発した後の10 $\mu$ m 以下のエアロゾルは空中で遠くまで（long-distance）拡散する<sup>35)</sup>。また、ヒトの発声、呼吸、咳に伴って放出するエアロゾルの粒径は0.3～20 $\mu$ m の範囲（正規分布、中位径：約0.8 $\mu$ m）に分布していることが報告されている<sup>36)</sup>。スピーチの時に音声高につれてエアロゾルを発生し、それによって呼吸器系感染症伝播に影響を及ぼす可能性が指摘されている<sup>37)</sup>。ここでは、エアロゾル粒子の室内空中での滞留時間とその終末沈降速度（以後沈降速度と略す）について述べる（図3）。

沈降速度を式（1）に示す。ヒトの口から放出される飛沫の殆どは水分であるため、ここではエアロゾルの密度を1g/cm<sup>3</sup>と仮定し、式（1）を用いて求めた沈降速度と無風状態での1.5mを落下するのに所要時間を図1に示す。粒径10 $\mu$ m 以下のエアロゾルは無風状態で室内に長時間浮遊することが分かる（1 $\mu$ m：14.4h；5 $\mu$ m：35min；10 $\mu$ m：9min）。また、10 $\mu$ m 以下のエアロゾルの沈降速度は0.3cm/s（0.003m/s）以下であり、室内の相対湿度にもよるが沈降中に水分の蒸発によって粒径が小さくなることから、より長い時間、空気中に漂うことになる。そのため、空調・換気設備が運転する室内の気流によって容易に遠くまで（最終は還気口）運ばれる。また、建築物衛生法の気流速度の管理基準値は0.5m/s以下であり、実測例<sup>38,39)</sup>では居住域で最大で0.4m/s強、平均で0.1m/s前後が多くみられることから、適正な室内気流計画によってウイルスを含むエアロゾルを制御することは可能であることが分かる。

$$v = \frac{gD_p^2\rho_p}{18\mu} \quad (1)$$

v：週末沈降速度 [cm/s]

$g$  : 重力加速度 [cm/s<sup>2</sup>]  
 $\rho_p$  : 粒子の密度 [g/cm<sup>3</sup>]  
 $D_p$  : 粒径[cm]  
 $\mu$  : 空気の粘度 [g/(cm·s)]

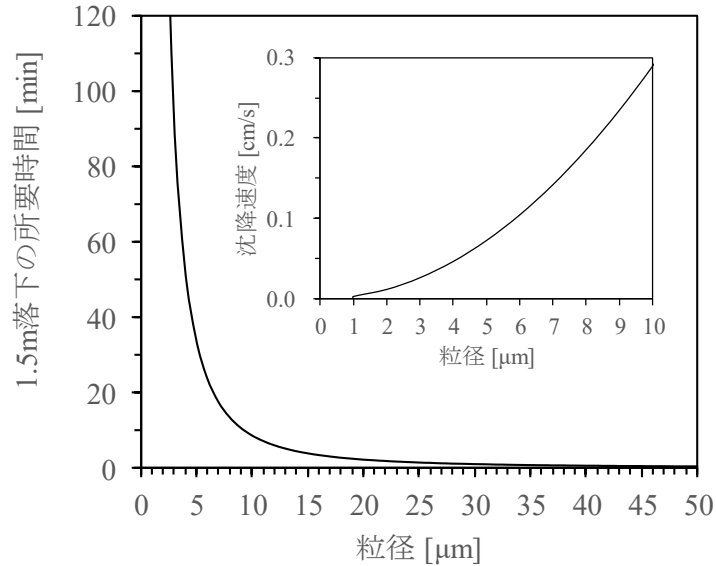


図3 エアロゾルの沈降特性と室内での滞在時間

### III.7.2 換気による対策の効果

前述した咳、くしゃみの到達距離と SARS-CoV-2 の粒径特性、エアロゾルの沈降速度と室内気流を考えれば、室内における 10 $\mu$ m 以下のエアロゾルに含まれる SARS-CoV-2 の濃度を低減させるには換気が最も有効な方法であるといえる。換気量（取り入れ外気量）が多ければ多いほど室内で発生する汚染物質の濃度が低下する。換気量が十分であれば、空中 SARS-CoV-2 濃度が希釈され、ヒトの被曝量が少なくなるため感染のリスクが低下する。このことは、SARS-CoV-1 流行期間中の北京大学人民医院観察室の事例などより説明できる<sup>40)</sup>。従って、COVID-19 流行期間中にできるだけ換気量を多くすることは最も有効である。

室内での SARS-CoV-2 の発生がなく、他室から空調経由で侵入する場合の室内濃度の推移を式(2)に示す。この式から計算される SARS-CoV-2 の除去に必要な時間を表1に示す。換気回数、1時間当たりの換気量を室容積で除した値である。2.3回空気が入れ替わるとに濃度が 1/10 に低減する効果があり、換気回数が多いほど除去に必要な時間が短くなる。

$$C_t = (C_1 - C_0) \exp\left[-\frac{Q}{V}t\right] + C_0 \quad (2)$$

$C_t$  :  $t$  時間後における室内空気中の SARS-CoV-2 濃度 [copies / m<sup>3</sup>]

$C_1$  :  $t=0$  における室内空気中の SARS-CoV-2 濃度 [copies / m<sup>3</sup>]

$C_0$  : 給気中の SARS-CoV-2 濃度 [copies / m<sup>3</sup>]

$Q$  : 給気量 [m<sup>3</sup>/s]

$V$  : 室容積 [m<sup>3</sup>]

$t$  : 経過時間 [h]

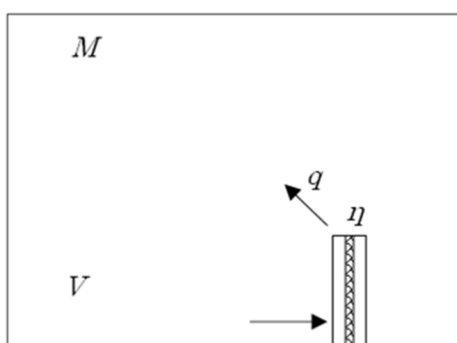
表1 換気回数と SARS-CoV-2 の除去に必要な時間

換気回数 (回/h)	除去に必要な時間 (分)	
	除去率 90%	除去率 99%
2	69	138

4	35	69
6	23	46
12	12	23
15	9	18
20	7	14
50	3	6

空調機に備えられているエアフィルタの場合、わずかなリークがあるがほとんど全ての給気がエアフィルタを通して室内に供給される。これに対して、空気清浄機は室内の空気を循環させながら空気中の浮遊粒子をろ過する仕組みとなっている（図4）。従って、フィルタろ過式空気清浄機の浄化性能はフィルタの捕集率のみならず、その風量にも関係する。式（3）にフィルタろ過式空気清浄機を設置する場合の室内浮遊汚染物質濃度の構成を示す。空気清浄機の浄化性能は  $q\eta/V$  で決まる。処理風量と捕集率の積が換気量に相当することになり、重要なファクターになる。従って、対象空間の容積を勘案して空気清浄機の風量や台数を選定する必要がある<sup>41)</sup>。

$$C = C_0 e^{-\frac{q\eta}{V}t} + \frac{M}{q\eta} \left[ 1 - e^{-\frac{q\eta}{V}t} \right] \quad (3)$$



- $C$  : 室内汚染物質濃度 [mg/m<sup>3</sup>] or [個/m<sup>3</sup>]
- $C_0$  : 室内初期汚染物質濃度 [mg/m<sup>3</sup>] or [個/m<sup>3</sup>]
- $M$  : 室内汚染発生量 [mg/h] or [個/h]
- $V$  : 室容積 [m<sup>3</sup>]
- $q$  : 空気清浄機の処理風量[m<sup>3</sup>/h]
- $t$  : 経過時間 [h]
- $\eta$  : 空気清浄機捕集率 [-]

図4 空気清浄機のろ過

### III.7.3 温湿度制御

これまで、相対湿度によるウイルスの影響に関する研究成果が多く報告されている。Noti らは相対湿度を40%以上に維持することは、ウイルスの感染力を著しく低減させると報告している<sup>42)</sup>。Schaffer らが行ったチャンバ実験では、インフルエンザウイルスのリカバリ率は相対湿度50%の時に最も低く、空中湿度がそれより低ければ低いほど、または高ければ高いほどリカバリ率が上昇することが明らかになっている<sup>43)</sup>。また、相対湿度が40~60%の場合、一般に微生物の生存にとって最も不利であるとの報告がある<sup>44)</sup>。

一般環境中における SARS-CoV-2 に与える温湿度の影響はまだ分かっていない部分が多いが、コロナウイルス (transmissible gastroenteritis virus, mouse hepatitis virus) に関する実験では、表面付着ウイルスにおいて湿度を問わず、4°C 時に比べ 20°C 時のウイルスの不活化が急に上昇する。相対湿度については 20%と 80%時の生存率が最も高く、50%時の生存率が最も低いことが報告されている<sup>18)</sup>。この結果（表面）は前述したインフルエンザウイルスの結果（空中）と同じ傾向を示している。これらのことを総合すると、インフルエンザなどのコロナウイルスにおいては、50%



前後の生存率が最も低く（リカバリ率が最も高い）、それより小さくなるにつれ、また高くなるにつれ生存率が高くなることが推察される。一方、温度については高温であればウイルスの生存率が下がるが、居住環境を考えれば冷房時に温度よりも湿度による制御が現実的である。

### III.7.4 エアフィルタによるろ過<sup>41)</sup>

エアフィルタは主として粒子が大きいほど効果が大きくなる慣性衝突、さえぎり、粒子が小さいほど効果が大きくなる拡散、静電気のメカニズムにより、フィルタろ材近傍の浮遊粒子を捕集する。そのため、0.2 $\mu\text{m}$ 前後の粒子に対する捕集率が最も低くなるが、大きさが約0.1 $\mu\text{m}$ のSARS-CoV-2や、さらに小さなウイルスも捕集が可能である。表2に粒径別浮遊粒子に対するエアフィルタの捕集率を示す。オフィスビルには一般的に中性能エアフィルタが使用されている（表中のMERV11～13に相当）。表中の捕集率はシングルパスの捕集率であり、循環しているうちに室内で発生するエアロゾルが次第にろ過され、室内濃度が低下する。また、排気中のウイルスによる汚染を防ぐ必要のある施設においてHEPAフィルタ（High Efficiency Particulate Air Filter）を用いる必要がある。

表2 最小粒子捕集率(MERV)と粒径別捕集率

MERV	0.3-1.0 $\mu\text{m}$	1.0-3.0 $\mu\text{m}$	3.0-10.0 $\mu\text{m}$
1	n/a	n/a	E3<20
2	n/a	n/a	E3<20
3	n/a	n/a	E3<20
4	n/a	n/a	E3<20
5	n/a	n/a	20 $\leq$ E3
6	n/a	n/a	35 $\leq$ E3
7	n/a	n/a	50 $\leq$ E3
8	n/a	20 $\leq$ E2	70 $\leq$ E3
9	n/a	35 $\leq$ E2	75 $\leq$ E3
10	n/a	50 $\leq$ E2	80 $\leq$ E3
11	20 $\leq$ E1	65 $\leq$ E2	85 $\leq$ E3
12	35 $\leq$ E1	80 $\leq$ E2	90 $\leq$ E3
13	50 $\leq$ E1	85 $\leq$ E2	90 $\leq$ E3
14	75 $\leq$ E1	90 $\leq$ E2	95 $\leq$ E3
15	85 $\leq$ E1	90 $\leq$ E2	95 $\leq$ E3
16	95 $\leq$ E1	95 $\leq$ E2	95 $\leq$ E3

出典: ASHRAE Standard 52.2-2017<sup>45)</sup>.

### 参考文献

- 1) Lu J, Gu J, Li K, Xu C, Su W, Lai Z, et al. COVID-19 outbreak associated with air conditioning in restaurant, Guangzhou, China, 2020. *Emerg Infect Dis.* 2020 Jul [date cited]. <https://doi.org/10.3201/eid2607.200764>
- 2) Park SY, Kim YM, Yi S, Lee S, Na BJ, Kim CB, et al. Coronavirus disease outbreak in call center, South Korea. *Emerg Infect Dis.* 2020 Aug [date cited]. <https://doi.org/10.3201/eid2608.201274>
- 3) Hamner L, Dubbel P, Capron I, et al. High SARS-CoV-2 Attack Rate Following Exposure at a Choir Practice — Skagit County, Washington, March 2020. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2020;69:606–610. DOI: <http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm6919e6>
- 4) [Preprint] Hiroshi Nishiura, Hitoshi Oshitani, Tetsuro Kobayashi, Tomoya Saito, Tomimasa Sunagawa, Tamano Matsui, Takaji Wakita, MHLW COVID-19 Response Team, Motoi Suzuki, Closed environments facilitate secondary transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19), medRxiv 2020.02.28.20029272; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272>
- 5) 全国クラスターマップ, 2020年3月31日時点, <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618504.pdf>
- 6) 「国立感染症研究所：ダイヤモンドプリンセス号環境検査に関する報告（要旨）」, 2020年5

月 3 日公表, <https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ka/corona-virus/2019-ncov/2484-idsc/9597-covid19-19.html> 2020 年 5 月 3 日閲覧

- 7) <https://www.princess.com/news/pdfs/alert-cdc-letter-for-diamond-princess.pdf>
- 8) [Preprint] Pengcheng Xu, Hua Qian, Te Miao, Hui-ling Yen, Hongwei Tan, Benjamin J. Cowling, Yuguo J Li, Transmission routes of Covid-19 virus in the Diamond Princess Cruise ship, medRxiv 2020.04.09.20059113; <https://doi.org/10.1101/2020.04.09.20059113>
- 9) Guo Z-D, Wang Z-Y, Zhang S-F, Li X, Li L, Li C, et al. Aerosol and surface distribution of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 in hospital wards, Wuhan, China, 2020. *Emerg Infect Dis.* 2020 Jul [date cited]. <https://doi.org/10.3201/eid2607.200885>
- 10) Liu, Y., Ning, Z., Chen, Y. et al. Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. *Nature*, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2271-3>
- 11) Ong SWX, Tan YK, Chia PY, et al. Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) From a Symptomatic Patient. *JAMA.* 2020;323(16):1610–1612. doi:10.1001/jama.2020.3227
- 12) Ignatius T.S., et al., Evidence of Airborne Transmission of the Severe Acute Respiratory Syndrome Virus. *The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE*, 350;17, pp.1731-1739, 2004 doi:10.1056/NEJMoa032867
- 13) Fei Xiao, et al., Evidence for Gastrointestinal Infection of SARS-CoV-2. *Gastroenterology*, 158, pp.1831–1833, 2020, doi:10.1053/j.gastro.2020.02.055
- 14) [Preprint] L Santarpia, Danielle N Rivera, Vicki Herrera, M. Jane Morwitzer, Hannah Creager, George W. Santarpia, Kevin K Crown, David Brett-Major, Elizabeth Schnaubelt, M. Jana Broadhurst, James V. Lawler, St. Patrick Reid, John J. Lowe, Transmission Potential of SARS-CoV-2 in Viral Shedding Observed at the University of Nebraska Medical Center, medRxiv 2020.03.23.20039446; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.23.20039446>
- 15) S. Faridi, S. Niazi, K. Sadeghi, K. Naddafi, J. Yavarian, M. Shamsipour, et al., A field indoor air measurement of SARS-CoV-2 in the patient rooms of the largest hospital in Iran, *Sci. Total Environ.*, 725, 2020, 138401, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138401>
- 16) Cheng, V., Wong, S., Chen, J., Yip, C., Chuang, V., Tsang, O., Yuen, K. et al., Escalating infection control response to the rapidly evolving epidemiology of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) due to SARS-CoV-2 in Hong Kong. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 41(5), pp.493-498, 2020, doi:10.1017/ice.2020.58
- 17) van Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH, Holbrook MG, Gamble A, Williamson BN, et al. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med.* 2020, <https://doi.org/10.1056/NEJMc2004973>
- 18) L. M. Casanova, et al., Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Coronavirus Survival on Surfaces, *Applied and Environmental Microbiology*, May 2010, pp.2712–2717, 2010. doi:10.1128/AEM.02291-09
- 19) Yueling Ma, Yadong Zhao, Jiangtao Liu, Xiaotao He, Bo Wang, Shihua Fu, Jun Yan, Jingping Niu, Ji Zhou, Bin Luo, Effects of temperature variation and humidity on the death of COVID-19 in Wuhan, China, *Science of The Total Environment*, 724, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138226>.
- 20) David N. Prata, Waldecy Rodrigues, Paulo H. Bermejo, Temperature significantly changes COVID-19 transmission in (sub)tropical cities of Brazil, *Science of The Total Environment*, 729, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138862>
- 21) Hongchao Qi, Shuang Xiao, Runye Shi, Michael P. Ward, Yue Chen, Wei Tu, Qing Su, Wenge Wang, Xinyi Wang, Zhijie Zhang, COVID-19 transmission in Mainland China is associated with temperature and humidity: A time-series analysis, *Science of The Total Environment*, 728, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138778>
- 22) Peter Jüni, Martina Rothenbühler, Pavlos Bobos, Kevin E. Thorpe, Bruno R. da Costa, David N. Fisman, Arthur S. Slutsky, Dionne Gesink, Impact of climate and public health interventions on the COVID-19 pandemic: A prospective cohort study, *CMAJ*, 2020, <https://doi.org/10.1503/cmaj.200920>
- 23) Yu Wu, Wenzhan Jing, Jue Liu, Qiuyue Ma, Jie Yuan, Yaping Wang, Min Du, Min Liu, Effects of temperature and humidity on the daily new cases and new deaths of COVID-19 in 166 countries, *Science of The Total Environment*, 729, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139051>
- 24) WHO/2019-nCoV/Sci\_Brief/Transmission\_modes/2020.2

- <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>
- 25) World Health Organization. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) 16-24 February 2020 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2020, [https://www.who.int/publications-detail/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-\(covid-19\)](https://www.who.int/publications-detail/report-of-the-who-china-joint-mission-on-coronavirus-disease-2019-(covid-19))
  - 26) Morawska L and Cao J, Airborne transmission of SARS-CoV-2: The world should face the reality, *Environmental International*, 139, 2020, 105730, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105730>
  - 27) [Preprint] Yuguo Li, Hua Qian, Jian Hang, Xuguang Chen, Ling Hong, Peng Liang, Jiansen Li, Shenglan Xiao, Jianjian Wei, Li Liu, Min Kang, Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant, Posted April 22, 2020., <https://doi.org/10.1101/2020.04.16.20067728>
  - 28) <https://medical.nikkeibp.co.jp/leaf/all/special/flu/topics/201303/529503.html>
  - 29) <https://www.jmedj.co.jp/journal/paper/detail.php?id=3799>
  - 30) IS THE CORONAVIRUS AIRBORNE? EXPERTS CAN'T AGREE, *Nature*, Vol 580, 9 April 2020, <https://www.nature.com/articles/d41586-020-00974-w>
  - 31) World Health Organization. Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory infections in health care. Geneva: World Health Organization; 2014 Available from: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112656/9789241507134\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112656/9789241507134_eng.pdf?sequence=1)
  - 32) 新型コロナウイルス感染症対策専門家会議：新型コロナウイルス感染症対策の見解（2020年3月9日），<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000606000.pdf>
  - 33) Hiroshi Nishiura, et al., Closed environments facilitate secondary transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19). <https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272>
  - 34) World Health Organization. Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory infections in health care. Geneva: World Health Organization; 2014 Available from: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112656/9789241507134\\_eng.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/112656/9789241507134_eng.pdf?sequence=1)
  - 35) Xu et al., Saliva: potential diagnostic value and transmission of 2019nCoV, *International Journal of Oral Science*, (2020) 12:11
  - 36) G. R. Johnson et al., Modality of human expired aerosol size distributions, *Journal of Aerosol Science*, Volume 42, Issue 12, pp.839-851, 2011
  - 37) Sima Asadi, et al., Aerosol emission and superemission during human speech increase with voice loudness, *Scientific Reports*, (2019) 9:2348, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38808-z>
  - 38) 鶴飼真成, 野部達夫：事務所ビルにおける温熱環境の不均一性に関する研究, *日本建築学会環境系論文集*, 第 82 巻, 第 738 号, pp.739-746, 2017, <http://doi.org/10.3020/aije.82.739>
  - 39) 中野淳太, 林基哉, ほか：事務所建築の室内空気環境管理に関する調査, その 5 建築物衛生法と国際温熱環境基準による室内熱環境評価の比較, 2019 年空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp.57-60, 2019
  - 40) 柳宇, 池田耕一, 吉澤晋：中国における SARS 対策. *空気調和・衛生工学会*, 第 78 巻, 第 5 号, pp.51-59, 2004
  - 41) 空気調和・衛生工学会：新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について, [http://www.shasej.org/recommendation/Operation\\_of\\_air-conditioning\\_equipment\\_and\\_other\\_facilities20200407.pdf](http://www.shasej.org/recommendation/Operation_of_air-conditioning_equipment_and_other_facilities20200407.pdf)
  - 42) Noti JD, et al., High humidity leads to loss of infectious influenza virus from simulated coughs, *PLoS One*. 2013;8(2):e57485. doi: 10.1371/journal.pone.0057485. Epub 2013 Feb 27.
  - 43) F. L. Schaffer, M. E. Soergel, and D. C. Straube : Survival of Airborne Influenza Virus: Effects of Propagating Host, Relative Humidity, and Composition of Spray Fluids, *Archives of Virology* 51, pp.263—273, 1976
  - 44) ASHRAE: ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols, Approved by ASHRAE Board of Directors, April 14, 2020
  - 45) ASHRAE: ASHRAE Standard 52.2-2017, Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size, January, 2017.

## IV. 建物用途に対応した空調・換気制御

### IV.1 事務所

#### (1) 中央方式空調設備を有する建物<sup>1)</sup>

##### 1) 取り入れ外気量

取り入れ外気量を増やす方向で調整することを原則とし、エアバランスと温湿度制御に留意して外気給気ファンと排気ファンの風量調整ダンパー開度を上げ、風量がインバータ制御の場合は給気ファン、排気ファンの電流値、インバータを上げる、外気量自動制御等を外して外気系統の定風量制御装置等を開固定とする。あるいは、プーリーを介してモータで駆動しているファンに対してはモータ側のプーリー径を大きいものに交換する。発生騒音に支障がない範囲で、運転モードを特強運転にするなどして、換気量を増やす。外気系統のフィルタの更新が風量の増加につながる場合もある。室からの還気中のウイルスが室内へ再度侵入することを回避するため室内からの還気量を減らし、全外気に近い運転とすることで換気量を確保することができる。

CO<sub>2</sub>濃度制御がある建物の換気設備では、室内CO<sub>2</sub>濃度設定値(通常1000ppm)を引き下げると換気量は増加する(外気濃度以下にすると換気量は最大になる)。外気冷房がある場合は、外気冷房許可条件の上限値を上げ、下限値を下げ、外気冷房運転を優先的に行うように調整する。また、タイマーによる運転制御のある場合は在室時間以上に換気の運転時間を伸ばす方向で調整し、通常よりも数時間早く運転を開始し、停止時間も在室者が残っている場合を考慮して遅めにし、可能ならば24時間連続運転とすることで換気量を確保することができる。

全熱交換器がある場合、静止形の場合は個別換気方式と同様の対応とするが、回転形の場合もパージセクターが設定され、圧力バランスが適切に調整されている(還気系圧力<給気系圧力)場合はウイルスの漏洩リスクは少ないと考えられる。従って、有効換気量が大きくなるモードでの運転を実施し、必要に応じて運転状況の確認・調整を行うことが望ましい。

##### 2) 温湿度

温湿度の制御について、建築物衛生法との管理基準値を満たすことを原則とする。特に、相対湿度の基準値は40~70%であるが、可能であれば40~60%の範囲に制御する。

##### 3) エアフィルタ

エアフィルタの保守管理について、全外気運転の場合通常通りでよいが、還気を取り入れる場合、フィルタに捕集された粉じんがフィルタを通過し室内に侵入しないように、フィルタの差圧をこまめにチェックし、必要に応じて通常より早く交換することが望ましい。

#### (2) 個別方式を有する建物

##### 1) 取り入れ外気量

パッケージ型空調機と外気ファンを組み合わせた場合、外気ファンの運転を空調運転と同時に運転モードにする。また、パッケージ型空調機の室内機のフィルタは一般的に中性能以下のろ過性状しかないので、必要に応じて補助設備としてポータブル空気清浄機の利用も有効である。なお、近年ではイオンを放出するなどのタイプもあるが、空中浮遊している活性ウイルスの減少効果において、既存のフィルタろ過技術に遠く及ばなかったとの報告があり<sup>2)</sup>、フィルタ式の空気清浄機の使用が望まれる。

##### 2) 温湿度

温湿度の制御について、建築物衛生法の管理基準値を満たすことを原則とする。また、可能であれば相対湿度を40~60%の範囲に制御する。

### IV.2 学校

ここでは、建築物衛生法の対象となる学校(延べ床面積8000m<sup>2</sup>以上)の対応について述べる。なお、対象外の学校についてはそれに準じて対応するほか、文部科学省から出されている「学校環境衛生管理マニュアル、平成30年度改訂版」<sup>3)</sup>を参照に換気と温湿度制御を行う。

#### 1) 取り入れ外気量

前述した事務所と同様に、取り入れ外気量を増やす方向で調整することを原則とする。自然換気ができる日は外側の窓と廊下に面している窓(ある場合)を開放すると、換気効率がよい。できない日は、換気装置による換気を行うことで換気量を確保することができる。

## 2) 温湿度

前述したオフィスビルと同様に、建築物衛生法の管理基準値を満たすことを原則とする。また、可能であれば相対湿度を 40~60%の範囲に制御する。

### IV.3 美術館・博物館

美術館・博物館の展示室は、温湿度制御と空気清浄度に対する要求が高い空間であり、一般に空調設備と換気設備が備えられている。美術館・博物館の展示室の取り入れ外気量、エアフィルタの運用は前述した事務所と同様に行う。温湿度の設定については、展示物の材質によって適切な温湿度が異なる。従って、展示物の適切な温湿度と前述した 40~70%のバランスを考慮した運用が望ましい。

### IV.4 映画館・劇場

映画館、劇場は大空間であるが、一人当たりの専有面積は 0.5~1m<sup>2</sup>であり<sup>4)</sup>、多くの観客が集まると密集空間になる。静かに鑑賞する場合は飛沫の発生の増加はないと考えられるが、不特定多数の人々が長時間同一空間に居住することから、ソーシャルディスタンスが重要である。満席の人数に合わせた換気設備を有していることから、密集を避けられる観客数の場合、取り入れ外気量、エアフィルタの運用は前述した事務所と同様に行う。密集する場合や応援上映のような飛沫の発生が増加する鑑賞スタイルの場合、換気と温湿度の制御がより重要になるため、十分な外気量の導入が必要である。また、映面上映と演劇の間に一定の時間を空けておくと、その間の換気による室内濃度の低減において有効である。

### IV.5 居酒屋、カラオケ、クラブ、ライブハウス、ジムなど

居酒屋、カラオケ、クラブ、ライブハウス、ジムは密集空間となる可能性があり、飛沫の発生を伴う発声などが増加するため、換気と温湿度の制御がより重要になる。これらの施設の空調は規模によって異なるが、十分な外気量の導入が必要である。また、空気清浄について、小さい部屋または個室においては補助設備としてフィルタ式ポータブル空気清浄機の利用が有効である。

### IV.6 医療施設

国内で SARS-CoV-2 による院内感染（クラスター感染）が多く発生している。海外では、病院の諸表面と空中から SARS-CoV-2 が検出され、環境面での対策が重要であることが示唆されている<sup>5~7)</sup>。

病院には、手術室、中央材料室などのような特殊用途の部屋があるほか、外来待合室、診察室、病室など多数の人が利用する空間も共存している。従って、病院の空調・換気の設計と運用は、清浄度の要求が異なる区域に対応した方法で行うことが重要である。

病院の空調・換気の設計と運用について、病院設備設計ガイドライン（HEAS-02-2013）<sup>8)</sup> が出されており、空気清浄度の制御において、清浄度クラス別に最小外気量・室内循環風量、最終フィルタ捕集率、室内圧（陽圧、等圧、陰圧）が定められている。室内圧力が設定されることが他の建物と異なる点であり、清浄度クラスの低い区域から高い区域へ汚染の逆流を防ぐためである。従って、病棟などで窓開けによる自然換気を行う際にエアバランスが崩れることによって汚染ゾーンから清浄ゾーンへの汚染流入について留意する必要がある。

また、海外では ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers、アメリカ暖房冷凍空調学会) の設計マニュアルでは、空気清浄度の制御において、同じく、換気による希釈、フィルタによるろ過、気流計画（室間圧力差の確保、図 1）が示されているほか、紫外線による殺菌も補助設備として推奨している<sup>9,10)</sup>。

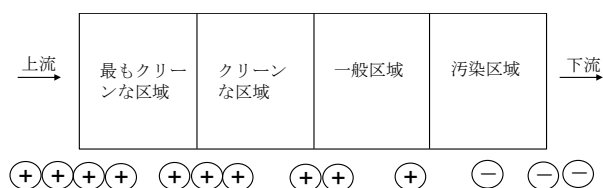


図 1 気流制御による室間圧力差の確保

温湿度制御については対象室の用途によって異なるが、冷房期に多数の人が利用する待合室、病棟、管理部部門においては温度 26℃、相対湿度 50%が推奨されている<sup>8)</sup>。

#### IV.7 高齢者施設

高齢者施設は建築物衛生法という特定建築物ではないため、建築物環境衛生管理基準に基づいた維持管理は義務づけられていない。しかし高齢者は発症した場合には重症化することから、特段の注意が求められる。

高齢者施設の類型は多様化しており、施設の規模や空間構成もさまざまである。今日の高齢者施設の理念は「住まい」を志向するものであり、換気空調設備も住宅のそれと同様のものであることが多いことから、換気や外気の取り入れについては、住宅における対策を基準に考えればよい。ただし食堂やデイルームなど、多人数が集うことが多い共用空間においては、上記の「居酒屋、カラオケ等」に準じた対応が望まれる。

なお接触感染・飛沫感染については、高齢者施設では介護・介助の場面で入所者と職員が濃厚接触することは避けられないので、入所者ひとりに対応するごとに手洗い等の基本的対策<sup>11)</sup>を確実に行う必要がある。

#### IV.8 公園や遊園地などの屋外空間

屋外空間に換気設備はないが、SARS-CoV-2 が発生しても広い空間へ拡散して希釈されるため、空気感染のリスクは低いと考えられる。ただし、患者のそばでは希釈される前の高濃度の飛沫が存在する可能性があるため、ソーシャルディスタンスが重要である。

#### IV.9 住宅

住宅内での感染予防のために、意図的に換気を行うことが必要である。2003年7月竣工以降の住宅には、建築基準法に基づいて常時換気設備（24時間換気システム）が設置されている。また、ほとんどの住宅には、トイレや浴室に換気扇が設置されている。これらの換気設備の運転によって、最小限の換気量を確保することが出来る。しかし、この程度の換気で十分な効果が得られるかは不明であるため、外気条件などを踏まえて窓開けなどを行って、より多くの換気量を確保することが望まれる。

##### 【常時換気設備が設置されている住宅】

2003年7月以降に建てられた住宅は、常時換気設備（24時間換気システム）が設置されているので、原則として常時運転をする。

常時換気設備が設けられているか分からない場合は、マニュアルや住宅供給会社に確認する。運転スイッチが設けられている場合は、切られていることもあるため、必ず運転状態を確認する。なお強弱切り替えがついている場合は、強モードにて運転を行うことが望ましい。給気口が設置されている場合は、閉じられていないかを確認した上で必ず開放する。これら給気口や排気口の掃除を行うとともに、フィルタの清掃を実施する。なお常時換気設備の設計風量は 0.5 回/h 以上もしくは 0.7 回/h 以上であり、これは 2 時間に 1 回程度空気が入れ替わる量であるため、感染予防の観点から、常時換気設備が設置されている場合でも、トイレ・浴室の換気扇の常時運転を行うとともに、窓開け換気を実施するとよい。窓開け換気により数十回/h の換気回数が確保された場合、数分で室内空気清浄度は外気並み（室容積の 3 倍の外気を取り入れたとすると、室内空気の 95%が入れ替わる）となる。

##### 【常時換気設備が設置されていない住宅】

常時換気設備（24時間換気システム）が設置されていない住宅は、トイレ・浴室については常時運転するとともに、先に示した窓開け換気を定期的実施する。

窓が 1 つしかない居室においても、入り口のドア並びにそのほかの部屋の窓を開けると風が流れ、扇風機や換気扇を併用すると、換気の効果がさらに得られる。また、一般的な家庭用エアコンは、空気を循環させるだけで換気を行っていないことに注意する。

## 参考文献

- 1) 空気調和・衛生工学会：新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について, [http://www.shasej.org/recommendation/Operation\\_of\\_air-conditioning\\_equipment\\_and\\_other\\_facilities20200407.pdf](http://www.shasej.org/recommendation/Operation_of_air-conditioning_equipment_and_other_facilities20200407.pdf)
- 2) 西村秀一：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, 2011
- 3) 文部科学省：学校環境衛生管理マニュアル「学校環境衛生基準」の理論と実践 [平成 30 年度改訂版], 2018
- 4) 東京都建築設備行政に関する設計・施工上の指針, 2003 年版
- 5) Liu, Y., Ning, Z., Chen, Y. et al. Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. Nature, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2271-3>
- 6) Ong SWX, Tan YK, Chia PY, et al. Air, Surface Environmental, and Personal Protective Equipment Contamination by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) From a Symptomatic Patient. JAMA. 2020;323(16):1610–1612. doi:10.1001/jama.2020.3227
- 7) [Preprint] L Santarpia, Danielle N Rivera, Vicki Herrera, M. Jane Morwitzer, Hannah Creager, George W. Santarpia, Kevin K Crown, David Brett-Major, Elizabeth Schnaubelt, M. Jana Broadhurst, James V. Lawler, St. Patrick Reid, John J. Lowe, Transmission Potential of SARS-CoV-2 in Viral Shedding Observed at the University of Nebraska Medical Center, medRxiv 2020.03.23.20039446; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.03.23.20039446>
- 8) 一般社団法人日本医療福祉設備協会：病院設備設計ガイドライン（空調設備編）, 病院空調設備の設計・管理指針 HEAS-02-2013, 2013
- 9) ASHRAE :HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics, Second Edition, 2013
- 10) 柳 宇：院内感染予防における空調・換気の設計法, 臨床環境医学, 第 27 巻, 第 2 号, pp.67-76, 2019
- 11) 厚生労働省：高齢者介護施設における感染対策マニュアル改訂版（2019 年 3 月）  
[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi\\_kaigo/kaigo\\_koureisha/ninchi/index\\_00003.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hukushi_kaigo/kaigo_koureisha/ninchi/index_00003.html), 2019

## V. 熱中症対策を踏まえた換気と冷房について

### 1) 夏場の室温の目安と換気と冷房について

熱中症予防では、①28℃以下の室温を目安にエアコンや扇風機を上手に使用すること、②部屋の温度をこまめに確認すること、の2つがポイントである(日本生気象学会, 2013; 2016)。

新型コロナウイルス感染症の予防では、窓がある場合、風の流れることができるように窓を2方向、数分間程度全開にし、それを1時間に2回以上行うことが推奨されている(首相官邸, 2020)。もし、窓を開けて換気することで室温が28℃を超えるようであれば、まずは、エアコンの設定温度を下げて様子を見る。それでも室温が高い場合は、窓を開ける時間や窓を開ける回数を減らすなどして、室温が28℃を超えないように心掛けることが重要である。換気をすることは重要ではあるが、真夏日(最高気温が30℃以上)や猛暑日(最高気温が35℃以上)になるような予報が出ている場合、室温が外気温と同じになる程の窓開けは、熱中症予防の観点から危険である。やむを得ず窓開けの時間や回数を減らす場合には、室内で「密集」しないよう、人と人の距離を2メートル以上確保するなど、人と人の距離をとるよう心掛ける必要がある。また、会話をするときにはマスクをする、交通機関で移動中は会話を慎むなど、「密接」場面での会話や発声に注意する必要がある。

全館空調や業務用エアコン等、法令に定められた換気量を確保するための機械換気設備や空調設備を有する建物では、法令に定められた環境衛生管理基準値である28℃を超えないよう、機械換気設備や空調設備を維持管理するとともに、28℃を超えない範囲で窓やドアを適宜開けて新型コロナウイルス感染症の予防を心掛けることが重要である。

## 2) 室内環境における熱中症予防策（日本生気象学会による「日常生活における熱中症予防指針」および「日常生活における熱中症予防」小冊子をもとに作成）

### 【室内で涼しく過ごす工夫をする】

#### ・西向きの壁や窓に入る熱を遮る：

夏場は、外気温の上昇する午後に西向きの壁や窓に日射が当たるので、注意が必要である。窓がある場合は、簾やよしず、植物を利用した「緑のカーテン」などを利用することで、建物や窓にあたる日射熱を減らすことが期待できる。

#### ・風通しを利用する：

地域の主方向に合わせて、主方向とその反対方向の窓の両方を開けることで風が通りやすくなる。また、吹き抜けや高窓などの高さの異なる向かい合う窓を開けると、風が弱くても低い窓から入った風が高い窓へと通り抜け、上の方にたまった熱を排出することができる。

#### ・冷房する：

熱中症は半数以上が自宅（居室）で発生しているともいわれている。最近の都市部では冷房なしには暑さをしのげないことも多いので、我慢せずに冷房を使用することが重要である。室温とエアコンの設定温度は異なるため、室温を温度計で確認することも重要である。新型コロナウイルス感染症の対策として、窓を開けている場合には、エアコンの設定温度をより低くすることになる可能性がある。ただし、冷え過ぎにも注意が必要である。外出時には、内外の温度差によって温熱生理的に人体に影響を与えるヒートショックを受けないために、室内と屋外の温度差も確認するとよい。屋外の温度が高すぎる場合は、不要不急の外出を見合わせることも熱中症予防の一つの対策となる。また、日中、建物に蓄えられた熱が夜間に徐々に放熱され、夜間の熱中症も増えている。就寝前に部屋を冷房し、冷やしてから窓を閉めるようにすることで、夜間の寝苦しさを緩和することが期待できる。夜間に外気温があまり下がらない日には、冷房を使用する。本格的なエアコンを使用する前に、必ず試運転をするとよい。運転前には、ほこりをとるなどの清掃を実施する。リモコンが正しく操作できる状態にあるか、エアコンから冷たい風が出ているかなどを確認することも重要である。

#### ・湿度を観察する：

室温を確認する温度計を選ぶ際には、湿度表示のあるものを選ぶとよい。湿度が高い時には、体に熱がこもりやすくなっている。室内の湿度を少し低めにすると過ごしやすくなる。また、汗をかいていないと思っても体の表面からは、常に水分が失われている。エアコンを使用している部屋にいる場合でも、のどの渇きを感じる前に、水分を補給することが重要である。

#### ・衣服による熱放散の促進：

屋外では皮膚の露出を抑え、日射を遮るために日傘やつば広の帽子などを使用することで、暑さを防ぐことができる。室内では、タンクトップに短パンなど、皮膚の露出が大きく、被服面積が小さい衣服を選ぶと体からの熱を逃がしやすくなる。また、衣服の襟元・袖などから衣服内の空気が抜ける。特に空気が抜けやすいのは、衣服の垂直方向の上下におおきな開口がある場合である。衣服の形ばかりではなく素材の性質も重要で、衣服内の高温高湿な空気・水分を外に出すために、通気性の良い材料を使用した衣服を身につけることも熱を逃がす効果がある。室内では、体からの熱を放散させやすく汗を蒸発させやすい素材の衣服を選択するのもよい。ただし、体の冷えすぎには注意が必要である。

### 【特に注意を要する事項】

#### ・熱中症に係りやすい人：

高齢者、乳幼児や学童、仕事やスポーツを頑張りすぎる人、仕事で厚着などをする人、持病のある人、肥満者、体調不良の人などは熱中症を発症しやすいと言われている。通常の熱中症予防に比べて、より積極的な対策が必要である。寝たきりの人も熱中症を発症しやすいともいわれている。また、体温調節機能が未発達の場合や低い場合など、周りの人も暑さに対する特性を理解し注意をすることが必要になる。訪問や電話による安否確認も場合によっては必要である。

### 参考資料

WHO. Housing and health guidelines. Geneva: World Health Organization; 2018.

厚生労働省. 熱中症による死亡者数（人口動態統計）；2019.



<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000121413.html>

首相官邸. 新型コロナウイルス感染症に備えて; 2020.

<https://www.kantei.go.jp/jp/headline/kansensho/coronavirus.html>

総務省消防庁. 熱中症による救急搬送人員に関するデータ; 2020.

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

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

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

日本生気象学会. 「日常生活における熱中症予防」小冊子; 2016.

<http://seikishou.jp/pdf/message/heatstroke.pdf>

### 3) 新型コロナ対策を踏まえた室内の熱中症予防策

厚生労働省が公表している熱中症予防リーフレット (<https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/necchushoyobou.pdf>) に新型コロナ対策を踏まえた以下の対策を加える。

#### 【暑さを避ける】

1) 28℃以下の室温を目安にエアコンや扇風機を上手に使用する。

##### ①窓がある場合

- ・窓を開けて換気することで28℃を超える場合は、エアコンの設定温度を下げる
- ・エアコンの設定温度を下げても28℃を超える場合は、窓を開ける時間や窓を開ける回数を減らす。
- ・真夏日（最高気温が30℃以上）や猛暑日（最高気温が35℃以上）になるような予報が出ている場合は、室温が外気温と同じになるような窓開けにならぬよう、窓を開ける時間や窓を開ける回数を減らし、エアコンや扇風機を上手に使用する。
- ・熱帯夜の予報が出ている場合は、就寝前に部屋をエアコンにより冷やす。
- ・窓を開けて換気する際には、（地域の主方向に合わせて主方向とその反対方向の窓の両方を開けることで風が通りやすくなり、吹き抜けや高窓などの高さの異なる向かい合う窓を開けると上の方にたまった熱が排出できる）風の入る窓と風の出る窓の両方を開ける。
- ・やむを得ず窓開けの時間や回数を減らす場合には、室内で「密集」しないよう、人と人の距離を2メートル以上確保するなど、人と人の距離をとるよう心掛ける。
- ・また、会話をするときにはマスクをする、交通機関で移動中は会話を慎むなど、「密接」場面での会話や発声に注意する。

##### ②機械換気がある場合

- ・機械換気がある場合には、法令に定められた環境衛生管理基準値である28℃を超えないよう、機械換気設備や空調設備を適切な運用・維持管理を行うとともに、28℃を超えない範囲で窓やドアを適宜開けて新型コロナウイルス感染症の予防を心掛ける。
- ・本格的な運用が開始されるまでに試運転を行う。

##### 2) 部屋の温度をこまめに確認する

- ・暑さを感じることで衰えている場合もあるので、体感だけに頼らず、温度計により、室温を確認する。
- ・温度を確認する際は、湿度表示のあるものを選び、湿度が高くなっている場合、体に熱がこもりやすくなっているため、エアコンや扇風機を上手に使用する。
- ・外出時には、内外の温度差によって温熱生理的に人体に影響を与えるヒートショックを受けないために、室内と屋外の温度差も確認し、屋外の温度が高すぎる場合には、不要不急の外出を見合わせる。

### 【こまめに水分を補給する】

汗をかいていないと思っても体の表面からは、常に水分が失われているため、エアコンを使用している部屋にいる場合でも、のどの渇きを感じる前に、水分を補給する。

### 【注意が必要なこと】

- ・暑さの感じ方は、その日の体調によってもかわるため、自分は大丈夫と思いきまない
- ・高齢者、乳幼児や学童、仕事やスポーツを頑張りすぎる人、仕事で厚着などをする人、持病のある人、肥満者、体調不良の人などは熱中症を発症しやすいと言われているため、通常の熱中症予防に比べて、より積極的な対策を心掛ける。
- ・寝たきりの人や、体温調節機能が低い場合など、周りの人も暑さに対する特性を理解し注意をするとともに、訪問や電話による安否確認も場合によっては必要である。

### 参考資料

厚生労働省熱中症関連情報

[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/nettyuu/index.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/nettyuu/index.html)

厚生労働省熱中症予防リーフレット（熱中症予防のために）

<https://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/necchushoyobou.pdf>

## VI. おわりに

本報告では、新型コロナウイルスに関連した最新のエビデンスの収集・整理に基づいて、夏期冷房時の換気対策についてまとめた。現時点でのエビデンスからは、換気量等の具体的な基準値を示すことが難しいため、状況に応じて推奨される空調・換気の対策を示している。今回の取りまとめ内容以外に留意すべきことも含めて、以下のような推奨と注意喚起が必要であると考えている。

### 【すべての室内空間について】

- i. 新型コロナウイルスの感染防止のためには、換気の確保が必要である。
- ii. 窓等の開放は換気に有効であり、より大きくより長く開放することが望まれる。
- iii. 夏期には、熱中症対策など健康維持のために冷房が必要である。（冬期には、ヒートショック対策など健康維持のために暖房が必要である。）
- iv. 一般のエアコンでは換気が行えないため、機械換気及び窓等の開放が必要である。
- v. 窓等の開放時には、虫や鼠などの衛生動物に対する対策が必要である。

### 【空調・換気設備を有する場合】

- vi. 設備の維持点検によって、設計換気量が得られることを確認する。
- vii. 1人当たりの換気量を確保するために、在室人数を制御する。また、在室時間を短くする。
- viii. 空調・換気設備の調整による換気効果の向上、空気清浄器の利用、冬期の加湿器の利用などの対策については、建物用途、空調・換気設備、使用状況に応じた検討が必要である。

以上