

感染症予防と空調換気設備
～新型コロナウイルスの感染拡大抑止のためのポイント～

2020.05.08



日本における新型コロナウイルス感染の対策として、感染リスクがある空間、いわゆる3密（密閉、密集、密接）を避けることがあげられています。

本資料は、この中の一つである「換気の悪い密閉空間」を解消する方法について、ビル・マンション管理や空調換気設備の設計・管理運用に従事される方々が押さえるべきポイントを整理したものです。

なお、本資料は、公益社団法人 空気調和・衛生工学会が公表している換気の仕方に関する資料を主な典拠として作成していますが、欧州や米国における同等のガイドライン類との比較を行っているほか、当社が支援業務を行っているWELL Building Standardの関連項目にも触れています。一歩先の取り組みにもお役立ていただければ幸いです。

2020年5月8日

株式会社アイディアシップ
大柴 研太 (WELL AP)

感染経路について

感染症には、飛沫感染、接触感染、空気感染という3つの感染経路があります。

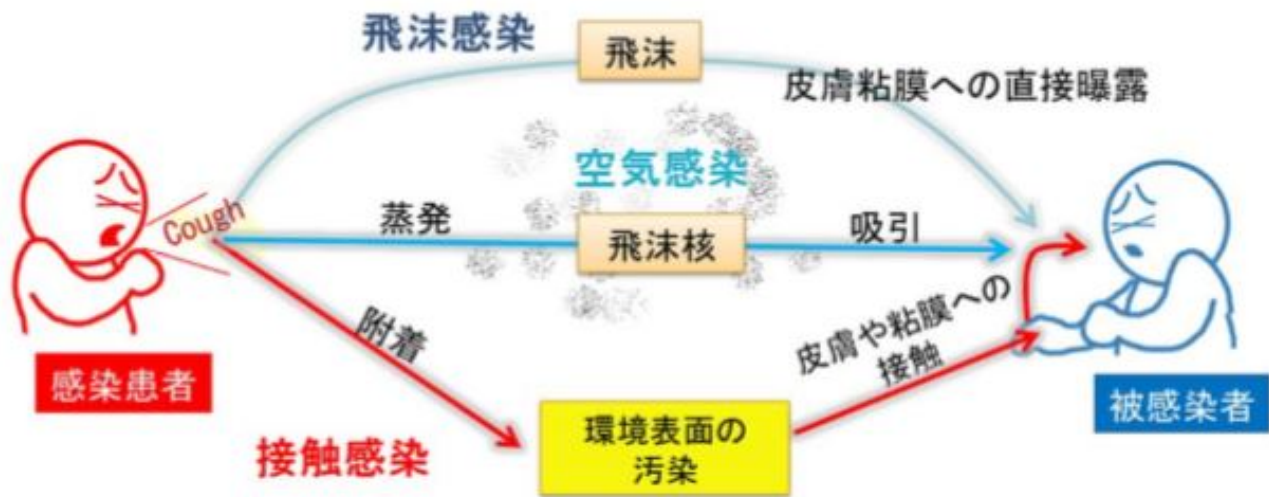
- ・ 空気感染・・・微生物を含む5 μ m以下の飛沫核が、長時間空中を浮遊し空気の流れによって広範囲に拡散し、その飛沫核を感受性のある人が吸入するところによって感染します。結核や麻疹などがあります。
- ・ 飛沫感染・・・感染している患者が咳やくしゃみ、会話などで放出した微生物を含む5 μ mより大きい飛沫によって感染します。インフルエンザ、マイコプラズマ肺炎、風疹などがあります。
- ・ 接触感染・・・直接接触感染と間接触感染があります。ロタウイルス、ノロウイルス、などがあります。

新型コロナウイルスの主要な感染経路は、飛沫感染と接触感染と言われていますが、感染者が発したウイルスを含むエアロゾル粒子が、空气中を浮遊した状態で3時間以上生きている可能性があることから、空気感染のための予防も視野に入れる必要があることが考えられます。また、換気回数が大きい患者の隔離室の空気中にはウイルスが観測されていないという示唆も見られます。

これらのことから、厚生労働省が推奨する換気を確実に実施することで、感染を予防することができることが考えられ、正しい換気の運用について整理することとします。

2020年3月30日に厚生労働省は、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、次のように定めています。

「機械換気による場合は、建築物衛生法におけるCO2の室内濃度基準1000ppmを満たしている条件、つまり一人当たり30m³/hの換気量が確保されていること、窓解放による場合は30分に1回、数分程度窓を全開にすることを実施していれば、感染を確実に予防できるとはいえないものの、換気の悪い密閉空間には当たらない」



「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」公益社団法人空気調和・衛生工学会
http://www.shasej.org/recommendation/shase_COVID20200323.pdf

トイレ空間からの感染の恐れについて

● トイレ空間から別の住宅への感染例

SARSによる感染が拡大した香港では、感染者の便洗浄によって生じた感染性エアロゾル粒子が、排水トラップが破封した部屋の廃棄換気に伴って排水管を逆流し室内から室外に拡散し、気流に乗って別の住宅に侵入したというケースがみられたという報告があります。

● 日本におけるトイレ空間からの感染の恐れ

日本では、排水トラップに関して適切な排水トラップの深さの確保と通気対策がなされているため、破封によって排水管が感染性エアロゾル粒子の拡散経路となるリスクは低いと考えられていますが、感染者が排便して洗浄する際にウイルスを含むエアロゾル粒子が発生し、トイレ室内を汚染すること、室内を漏れ出て感染を引き起こす可能性があることは言われています。

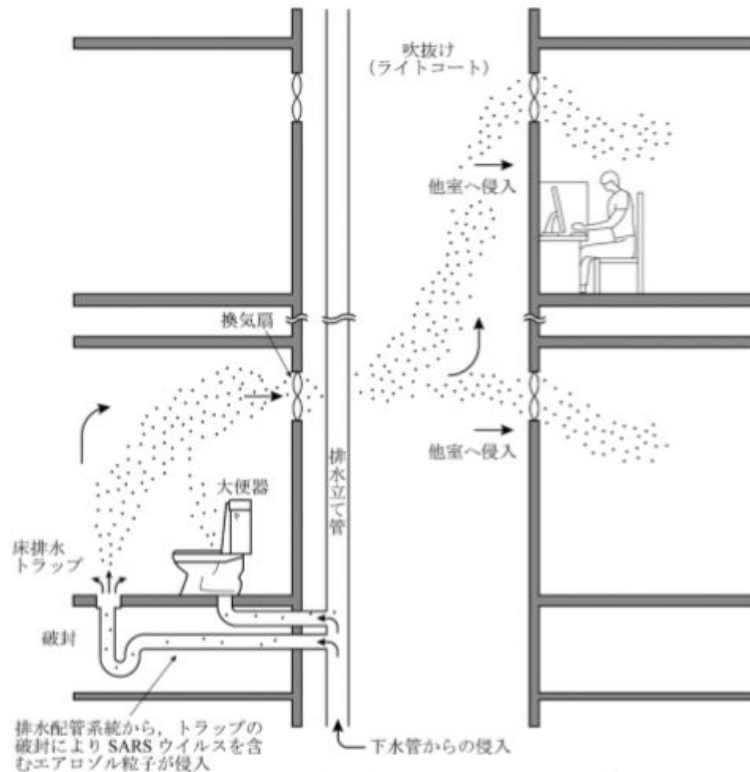


図 アモイガーデンにおける感染ルート¹⁵⁾

(原図に一部修正を加えた)

「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」公益社団法人空気調和・衛生工学会 換気設備委員会

http://www.shasej.org/recommendation/Operation_of_air-conditioning_equipment_and_other_facilities20200407.pdf

空気調和・衛生工学会では、建築設備の運用の仕方について、次の7つを推奨しています。

①個別換気方式の場合

- 取扱説明書を確認してより大きな風量で運転できるように調整すると効率的に換気できます。
- 排気用の換気扇が取り付けられている場合は、給気用の小窓や換気シャッターの開放を確認しましょう。
- 埃などによって目詰まりがしていないか確認しましょう。
- 窓開けによる換気を定期的に行いましょう。

②中央式空調設備の場合（大規模な建築物）

- 外気給気ファンと排気ファンの風量調整ダンパーをより大きく開きましょう。
- 外気量自動制御などを外して外気系統のCAV（定風量ユニット）を開く設定にしましょう。
- 運転モードを特強運転にしてできるだけ換気量を増やしましょう。
- 部屋からの還気中（室内の空気を空調機に戻す）のウイルスが室内へ再度侵入することを防ぐために、室内からの還気量はできるだけ減らし、全外気運転にしましょう。
- CO2濃度制御がある場合は、室内のCO2濃度を通常1,000ppmとなっていますが、設定値を900ppm、800ppmなどに下げると換気量が増加します。
- 外気冷房がある場合は、外気冷房運転を優先的に行うように調整しましょう。
- タイマーによる運転制御がある場合は、運転時間を早く運転を始め、遅めに停止しましょう。可能であれば24時間連続運転が望ましいです。

③窓開け換気

- 1時間に数十回の換気回数が確保できると数分で室内空気は外気並みになります。
- 建物の異なる面の開口部を解放しましょう。
- 開口部と開口部にドアなどがある場合は、開きましょう。

④トイレ空間の洗浄と換気

- トイレでの洗浄時は、便器の蓋を占めて行いましょう。
- 感染を引き起こす可能性があるエアロゾル粒子が漏れ出て別空間を汚染しないように、トイレの排気ファンは常時運転としましょう。
- トイレに窓がある場合は、その窓が風上側になると漏れ出る可能性があるため、窓は開けないようにしましょう。

⑤空調温湿度の調整

- 室内の温度は、17～28℃、相対湿度は40～70%を保ちましょう。

⑥エアフィルタの保守管理

- 粒子を捕集するためのエアフィルタを導入しましょう。
- エアフィルタのレベルは、中性能フィルタ～高性能フィルタを活用することを推奨します。（下記の表のE-2が中性能とされています。）
- フィルタに捕集された粉塵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、必要に応じて早く交換することが推奨されます。

表 最小粒子捕集率 (MERV) と粒径別捕集率

MERV	0.3-1.0μm	1.0-3.0μm	3.0-10μm
カテゴリ E-3			
6	—	—	35~50%
7	—	—	50~70%
8	—	—	70~85%
9	—	—	>85%
カテゴリ E-2			
10	—	60~65%	>85%
11	—	65~80%	>85%
12	—	80%+	>85%
カテゴリ E-1			
13	<75%	>90%	>99%
14	75~85%	>90%	>99%
15	85~95%	>90%	>99%
17	99%	99%	99%

出典: ANSI/ASHRAE Standard 52.2-2007(ASHRAE 2007).

⑦空気清浄機の効果的な利用

- イオンを放出する空気清浄機のタイプは空中浮遊しているウイルスを減少させる効果が見られないとの見解が示されています。
- フィルタ式空気清浄機は、⑥のエアフィルタと同様ですが、空気清浄機の場合、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しくみとなっているため、捕集率と風量が重要となります。
- フィルタ式空気清浄機を設置する場合は、部屋の面積を勘案して風量や台数を決める必要があります。

参考までに、REHVA（欧州空調換気設備協会）では、ビルサービスでの空調機の運用について、感染症対策を踏まえて、換気を以下のように取り組むと有効であるとしています。

日本の空気調和・衛生工学会があげる推奨事項とは、相対湿度の設定基準、空調のメンテナンス時の注意点をあげている点で、差異がみられます。

※赤字は、空気調和・衛生工学会（日本）の推奨事項に含まれていない点です。

REHVAが提唱するビルサービスでの空調機運用に関する具体策

1. 外気のある場所の換気を確保する。
2. 建物の使用時間の少なくとも2時間前から換気をはじめ、建物使用の2時間後に低速に切り替える。
3. CO2濃度の設定値を400ppmという低い値に変更する。
4. 夜間と週末は換気をオフにせず、システムを低速で稼働させる。（24時間365時間換気を維持する。）
5. 窓による換気を定期的に行い空気を確保する。
6. 温度を30度、相対湿度を80%にしない。適度な相対湿度は40～60%とする。
7. トイレの換気を24時間回し続ける。
8. 正しい換気方向を確保するためにトイレの窓を開けない。
9. 建物の居住者に、ふたを閉じてトイレを推薦するように指示する。
10. 再循環のある空気処理ユニットを100%外気に切り替える。
11. 熱回収装置を点検し、漏れがないことを確認する。
12. ファンが継続的にオンになるようにする。
13. 暖冷房の設定値を変更しない。
14. ダクトの清掃をしない。
15. フィルタクラスF7またはF84、もしくはISO ePM2.5、ePM1のエアフィルタを導入する。
16. 定期的なフィルターの交換とメンテナンス作業は、システムをオフにした状態で、手袋、マスクを付けて行い、密閉されたケースに廃棄する。
17. 空気清浄機は、少なくともHEPAフィルタが付いたものにする。UV洗浄装置もウイルスに効果的。

ASHRA（アメリカ暖房冷凍空調学会）では、新型コロナウイルス感染症の拡大を受け、大規模感染対策特別委員会を設け、「感染症エアロゾルに関する文書」を公表しています。

日本の空気調和・衛生工学会があげる推奨事項とは、建設当初から感染症対策を盛り込んだ設計を求める点、高効率のフィルタを使用する点において差異がみられます。

※赤字は、空気調和・衛生工学会（日本）の推奨事項に含まれていない点です。

ASHRAE（アメリカ暖房冷凍空調学会）における感染症エアロゾルに関する主な対策

1. 感染性エアロゾル伝搬のリスクが高い施設は、適切な緩和設計が組み込まれること。
2. HVAC設計者を含む設計、建設チームは、設計段階から適切な感染制御ができる設計をする。
3. より強化されたフィルタ（MERV）をつかう。
4. 発生源を管理するために局所的に換気を行う。
5. 独立型高効率微粒子エアフィルタ(HEPAフィルタ)を使用する。
6. UVGIを使用する。
7. 温度と湿度を制御する。（相対湿度は40～60%が適切）
8. 外気の換気を増やす（デマンドコントロール換気を無効にし、屋外のダンパーを100%開く。）
9. HVACフィルタをMERV13または達成可能な最高レベルのものにする。
10. HEPAまたは高MERVフィルタを備えたポータブル空気清浄機を追加する。
11. 待合室、シェルターなどの高密度スペースの室内ファンに接続し、ダクトまたはエアハンドリングユニットに取り付けられた上部の部屋にUVGIデバイスを追加する。
12. 緊急対応の計画を策定する。

● WELL Building Standardと感染症対策の関係

- WELL Building Standard（以降、WELLと略します）では、10のコンセプト（取り組み分野）のうち「空気」に、換気に関する要件が設けられています。
- 換気以外にも、手洗いや消毒（清掃）、適度な運動や食事・睡眠といった職場での免疫強化に関するサポートを行っているかなど、感染症の対策につながる要件もいくつか含まれています。
- しかし、これまでは健康全般に関する側面が強く新型コロナウイルスのような感染症への対策を考慮した健康までは考えられてこなかったため、結果的に感染症の抑制につながる部分も一部見られるものの、十分な感染症対策が施されている認証とは言えないのが現状です。

● WELLにおける「換気」に関わる要件

- WELLにおいて換気に関する要件は、主に次の5つに整理できます。
 - ① 機械換気システムの場合は、必要な換気量を満たしていること
 - ② デマンドコントロールの場合はCO2濃度を900ppm未満とすること
 - ③ 自然換気の場合は、PM2.5が $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満、PM10が $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満、一酸化炭素が9ppm未満、オゾンが51ppb未満が1年を通して達成されていること
 - ④ 開閉可能な窓は、通常使用される空間の少なくとも75%を占める、または窓全体の面積のうち開閉可能な窓の面積が実質使用床面積の少なくとも4%を占めること
 - ⑤ PM2.5の濃度に合わせて適切なレベルのフィルタを導入すること
 - ⑥ 活性炭フィルタ付きの空気清浄機を導入すること
 - ⑦ 相対湿度を常時30～60%に維持する空調設備を導入していること
 - ⑧ トイレは別の空間と扉によって隔離されている、もしくはトイレに換気扇が備え付けられていること
- しかし、これらの基準は、満たせていたとしても感染症対策という側面を踏まえると不十分であると考えられます。6つの中でも感染症に直接効果があるのは⑥活性炭フィルタ付きの空気清浄機の導入くらいでしょう。

●WELLの「換気」に関する要件において感染症対策として不十分な点

- WELLの「換気」に関する要件が、感染症対策という観点からどのような点で不十分なのか、具体的には下記のようなことがあげられます。すでにWELLに取り組まれている方も、感染症対策として追加的に取り組めるものは取り入れるとよいかもかもしれませんので、参考にさせていただければ幸いです。

①機械換気システムの場合

- WELLでは、ASHRAE62.1 2013に基づいた必要換気量を算出する必要がありますが、感染症対策には、ダンパーの開放率を上げる、CO2濃度を測定して濃度を把握する、24時間換気にするなど、よりきめ細かな運用を行う必要があります。
- CO2濃度については、WELLではデマンドコントロール式の場合のみ適用された基準ですが、感染症予防の観点から、機械換気システムの場合でも測定し記録しておくことをお奨めします。

②デマンドコントロールの場合のCO2濃度の閾値

- WELLでは、デマンドコントロール式での換気の場合には、CO2濃度を900ppm未満で1点、750ppm未満で2点、600ppm未満で3点とする基準が設けられています。より低いCO2濃度に設定すると感染症対策には有効でしょう。日々測定し記録することも有効であると考えられます。
- 日本では、CO2濃度を1,000ppmとしています。より低い水準を目指す場合には、WELLの基準は有効と考えます。

③自然換気の場合

- WELLにおける自然換気によって満たすべき基準は、PM2.5やPM10、一酸化炭素、オゾンの濃度が年間を通して閾値未満であることとしています。これに加えて、窓開けによる換気を1日数回行うことや、開口部と開口部の間にドアがある場合は開ける等の取り組みを行うと感染症対策として有効でしょう。

④開閉可能な窓について

- WELLに取り組むと、開閉可能な窓として必要な面積が分かります。感染症対策という観点からWELLが求める窓の面積が充分かどうかは、今後検討が必要と考えられますが、これまで筆者が携わったプロジェクトから、日本のオフィスが取り組む基準としてはハードルが高い印象を持っています。このことから、開閉可能な窓を設ける場合には、WELLの基準は参考にされるとよいと考えます。

⑤エアフィルタについて

- WELLでは、年間平均屋外PM2.5の閾値に応じてエアフィルタのレベルが定められています。例えば、年間平均屋外PM2.5が $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の場合にはMERV8、 $19 \sim 23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の場合にはMERV12となっています。
- しかし、感染症対策という観点を考慮すると、PM2.5濃度にとらわれず、よりレベルの高いフィルタを導入することが有効でしょう。
- なお、日本では、MERVフィルタを扱う業者が少なく馴染みがありませんが、JIS B 9908-2011の基準でもMERVレベルと同等のものとWELLも認めています。

⑥活性炭フィルタ付き空気清浄機について

- WELLでは、活性炭フィルタ付きの空気清浄機を設置する、もしくは空調機のエアダクトに活性炭フィルタを付けることで加点が得られます。感染症対策としてもこの基準は有効と考えられ、すでにWELLに取り組まれている方で、導入されていない方、導入を検討されている方は前向きに検討されると良いでしょう。

⑦相対湿度を常時30～60%に維持できる空調設備を導入

- WELLでは、相対湿度を常時30～60%に維持することができる空調設備を導入していると加点が得られます。しかし、ASHRAEやREVHAでは感染症対策には40～60%が適用とされています。
- 日本では相対湿度40～70%が基準とされていますが、40～60%に常時維持できるように設定されると、感染症対策としても有効であり、日本の基準にもWELLの基準にも適用できます。

⑧トイレの換気

- WELLでは、トイレ空間を隣接する空間と扉などで隔離する、もしくはトイレに換気扇を備え付けることで加点が得られます。これに加えて、換気扇は常時運転させること、トイレの窓は開けないこと、トイレの蓋を閉じてから洗浄することを利用者に伝えるといった取り組みを行うと感染症対策に有効でしょう。

●感染症対策を含めた新たなWELL Building Standardへの検討

今、WELL Building Standardは、認証機関であるIWBI（International WELL Building Institute）が中心となり、このコロナ禍による今後のあり方について大きな問いを投げかけており、検討が進められています。

アイディアシップでは、IWBIが立ち上げているタスクフォースに参加しており、感染症に強い空間につながる新たなWELL Building Standardへのアップデート作業をお手伝いしています。

タスクフォースを通じて得られた情報や新たなWELL Building Standardが公開となった際には、改めて本資料も見直していきたいと考えています。

公益社団法人 空気調和・衛生工学会

「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」（2020年3月23日）

<https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2020/200323.pdf>

公益社団法人 空気調和・衛生工学会 換気設備委員会

「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」（2020年4月8日）

http://www.shasej.org/recommendation/Operation_of_air-conditioning_equipment_and_other_facilities20200407.pdf

REHVA “COVID-19 Guidance”

<https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance>

REHVA “COVID-19 guidance document”, April 3, 2020

https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_COVID-19_guidance_document_ver2_20200403_1.pdf

ASHRAE “COVID-19 (Coronavirus) Preparedness Resources”

<https://www.ashrae.org/technical-resources/resources>

ASHRAE “ASHRAE Position Document on Infectious Aerosols” April 14, 2020

https://www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/pd_infectiousaerosols_2020.pdf

WELL v2™ pilot

<https://v2.wellcertified.com/v/en/overview>

ご感想、ご意見、ご要望をぜひお寄せください。

<https://www.ideaship.info/contact-us/>