

医療機関における換気の評価と改善

1. はじめに

換気とは、屋内に新鮮外気を取り入れることによって、屋内に貯留した二酸化炭素 (CO₂)、ホルムアルデヒドや感染性微粒子などの汚染物質を排出、また、濃度を低下させることを指します。換気の方法には、空調換気設備を用いる機械換気と窓や扉を開ける自然換気があります。

2. 機械換気による良好な換気の維持

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）および建築基準法では、健康への悪影響を防ぎ、労働生産性を向上させるために、屋内の CO₂ 濃度を 1000ppm 以下に維持することが定められています。

人が事務作業程度の活動 (CO₂ 発生量 0.02 m³/時・人) を継続した場合、また、外気 (無人空間) における CO₂ 濃度を 350ppm と設定した場合に、屋内の CO₂ 濃度を 1000ppm 以下に保つために必要な換気量は 30 m³/時・人となります。厚生労働省はこの換気量を「良好な換気の目安」として推奨しています。換気のパフォーマンスは必要換気量だけでなく、換気回数でも評価されます。現在は、屋内の空気が 1 時間あたり 2 回以上、外気と入れ替わる換気回数 (2 回/時) が推奨されています。この 2 回/時という換気回数の根拠となっているのは、学校や医療機関において、換気回数がこれを下回る環境では、結核菌に感染するリスクが高まったという報告です。換気回数 2 回/時は、30 m³/時・人の換気量と概ね一致します。

機械換気による良好な換気を維持するために、機械換気装置の定期的な点検やフィルター清掃を行うことが勧められます。また、換気・空調設備を更新する際には、換気能力が高い製品や、熱交換機能をもつ製品への交換が推奨されます。また、同じ空間に滞在する人数を減らすことも、良好な換気の維持に役立ちます。

3. 二酸化炭素濃度の測定

屋内の CO₂ 濃度は、部屋の容積、部屋にいる人の数とその活動量によって変化します。また、調理器具や暖房器具も CO₂ を発生させますが、主な発生源はヒトの呼気です。したがって、屋内の CO₂ 濃度が 1000ppm を超えることが、即座に感染リスクの上昇を意味しませんが、換気不良の一つの目安として活用することが可能です。

食堂、休憩室、スタッフルーム、更衣室などは一度に複数人が利用し、換気不良となりやすい場所です。このような場所を選んで、定期的に CO₂ 濃度を計測するとよいでしょう。使用する二酸化炭素濃度測定器（CO₂ モニター）は、NDIR（非分散型赤外分光）センサーを用いた製品が推奨されます。

4. 空気清浄機

空気清浄機は、窓が開けられない病室や窓がない事務室などで、機械換気だけでは良好な換気を維持するのが困難な場合に、補助的に活用することができます。ただし、空気清浄機だけではエアロゾル粒子の吸入による感染を防ぐことは難しいため、ユニバーサル・マスクングをはじめとする個人防護具の着用や社会的距離の確保など、他の対策と組み合わせて用いる必要があります。

空気清浄機を設置することによって、新型コロナウイルスに感染するリスクをどの程度削減できるのかについてはまだよくわかっていませんが、シミュレーターを使った実験では、エアロゾル微粒子の発生源の左右に HEPA フィルター内蔵空気清浄機を 1 台ずつ設置し、ユニバーサル・マスクングを実施したところ、発生源の約 2 m 先で曝露するエアロゾル粒子量を約 90% 削減できたという報告があります。

空気清浄機は、その内部を通過する空気中に存在する微粒子を除去する装置です。空气中を浮遊するウイルスが付着した微粒子量を空気清浄機で減らすためには、粒径 0.1~1 μm の微粒子を除去するフィルターを内蔵し、部屋の大きさに見合った風量の製品を、適切な位置に置いて使う必要があります。

そのために、空気清浄機を使用する場合は、以下の点を守ることが推奨されています。

- 高性能フィルター（HEPA）または中性能フィルター（MERV14）内蔵の製品を使用
- 風量が 5 m³/分以上の製品を使用
- 人の居場所から約 10 m²（6 畳）以内に設置
- 空気のよどみを起こさないために、外気を取り入れる風向きと空気清浄機の風向きが一致する場所に設置

5. 自然換気の活用

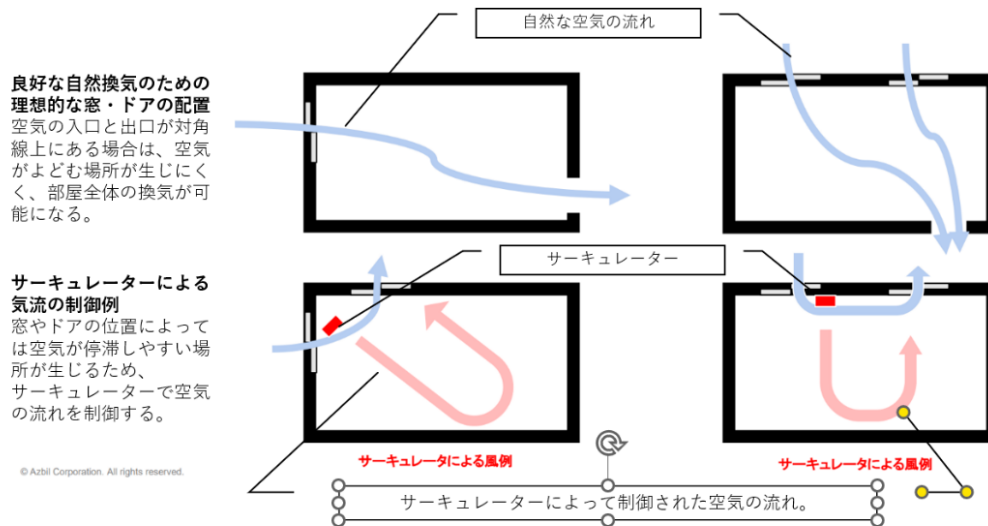
会議室や事務室、休憩室などでは、機械換気を補助するために、窓や扉を開けることによる自然換気を行うことができます。自然換気を行う場合は、空気が入り口（給気口）から出口（排気口）に向かって流れるように、気流を制御することが重要です。

空気の出入り口を 2 か所以上、可能であれば対角線上に作ると、空気がよどむ場所を作

らずに、換気を改善することができます。窓やドアが対角線上にない場合は、ファン（サーキュレーターや扇風機）を使って、気流を制御します（図1）。窓がない部屋では、ファンを空気の排出先（扉や排気口）に向けて回すとよいでしょう。

図1 窓の解放による換気方法例

第37回日本環境感染学会学術集会 委員会企画12 医療環境委員会主催シンポジウム、換気に関する基礎知識 - 換気の方法と評価 - よりアズビル(株)岡幸彦氏提供をもとに作成



エアロゾル粒子発生量の多い場所の風下では、吸入のリスクが高まります。これを避けるために、粒子発生量の少ない場所が風上（給気口）、多い場所が風下（排気口）となるように、空気の流れを制御します。エアコンのスイングやサーキュレーター・扇風機の首振り機能を使うと、一定の方角に微粒子が流れていくのを防ぐのに役立ちます。

窓や扉は約 15 cm 程度開けます。自然換気をしていても、室内環境は、温度 18°C~28°C、相対湿度 40%~70% が望ましいとされています。冬季は暖房器具を使用しながら、夏季は、熱中症をおこさないように、冷房を活用しながら換気を行います。

気流を確認する方法としては、スモークテスター、線香、細長い糸やティッシュなどの使用が比較的簡便です。

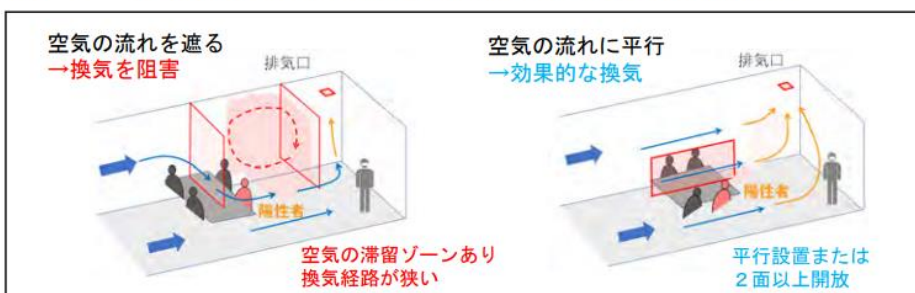
6. パーティション

パーティションは相手の口元から飛んでくる飛沫を避けるために有益ですが、設置する向きや高さによっては、空気の流れを阻害することがあります。使用する場合は以下の点に留意します（図2）。

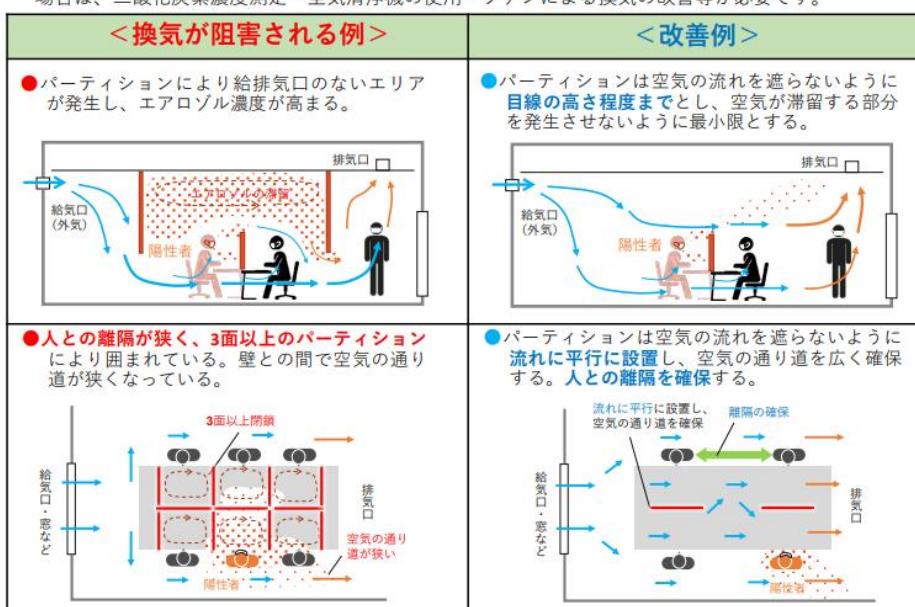
図2 換気を阻害しないパーティションの配置

新型コロナウイルス感染症対策分科会（第17回）令和4年7月14日（木）資料3 効果的な換気の提言。

●パーティションの配置や形状により、換気が感染対策に有効に働かない場合があります。



●以下のような場合もパーティションによる換気阻害の恐れがあります。マスクや離隔距離の確保に加え、パーティション設置も工夫しましょう。やむを得ず、高いパーティションと壁で囲まれてしまう場合は、二酸化炭素濃度測定・空気清浄機の使用・ファンによる換気の改善等が必要です。



[高いパーティション^{注1}を用いる場合]

注1) 天井からつり下げるパーティションや目の高さよりも高いパーティション

- 空気の流れを遮らないよう、気流に対して平行に配置します。
- パーティションと壁で囲まれた空間にはCO₂が貯留しやすいため、CO₂濃度を定期的に測定します。濃度が高い（目安として1,000ppm以上）場合は、空気清浄機やファン（扇風機、サーキュレーター、エアコンの送風）を用いて改善を図ります。ファンを使用する場合は、首振りやスイング機能を用いて、風下でのエアロゾル粒子の吸入リスクを下げます。
- パーティションの間には空気がたまりやすいため、その風下には席を配置にしないようにします。

[低いパーティション^{注2}を用いる場合]

注2) 目の高さよりも低いパーティション

- 隣との距離を約1m以上離すことが可能なら、3方向（左右と前面）を塞がないように配置します。

7. おわりに

換気は空間に滞留するエアロゾル粒子を排出し、濃度を低下させることで、吸入による感染のリスクを下げる重要な感染対策です。一方、発生源の近くで起こる吸入や飛沫への粘膜曝露を換気のみで防ぐことは困難です。そのため、個人防護具の活用や社会的距離の確保、体調不良時の休養といった基本的な対策を押さえながら、換気を改善することが勧められます。

参考文献（URL は 2022 年 12 月 28 日時点のもの）

- ・ 厚生労働省. 「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法.
<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000618969.pdf>
- ・ 古屋 博行: 室内 CO2 濃度測定による結核感染リスクの 推定に関する総説. Kekkaku. 93; 479-483, 2018.
- ・ Lindsley WG, Derk RC, Coyle JP, et al. Efficacy of Portable Air Cleaners and Masking for Reducing Indoor Exposure to Simulated Exhaled SARS-CoV-2 Aerosols — United States, 2021. MMWR Morb Mortal Wkly Rep 2021;70:972–976.
- ・ 新型コロナウイルス感染症対策分科会（第 17 回）令和 4 年 7 月 14 日（木）資料 3 効果的な換気の提言.
<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/taisakusuisin/bunkakai/dai17/gijisidai.pdf>

2022 年 12 月 28 日 発行
一般社団法人 日本環境感染学会 医療環境委員会