

🍴 飲食店

🎵 音楽会場



のための

実践！換気対策

ガイドブック



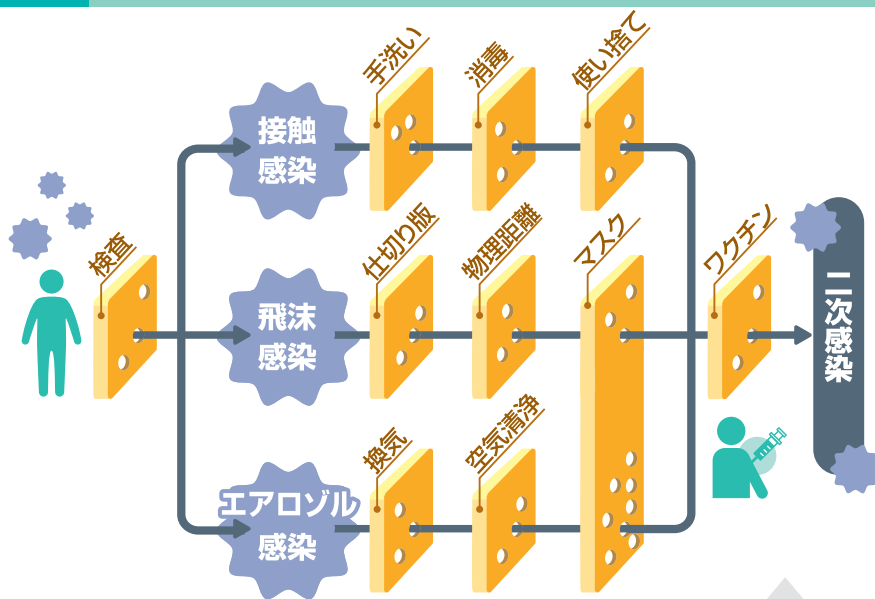
昭和大学
二木芳人先生 監修

制作 地域参加による換気の可視化～向上プロジェクト

電気通信大学 情報理工学研究科 特任准教授 石垣 陽

電気通信大学 i-パワードエネルギー・システム研究センター センター長・教授 横川 慎二

はじめに～多重防護を知ろう！



新型コロナウイルスの感染経路は「接触感染」「飛沫感染」「エアロゾル感染」の3つに分けられます。

左図は、感染経路毎に有効な防護策を整理したものです。

感染対策では、このように防護策を多重にすることが重要となります。

接触感染



手洗いはもちろん、よく触れるもの(例:机の上、ドアノブ、スマホ)の消毒、様々なものの非接触化(例:使い捨て手袋の着用など)など対策を多重化することが有効です。ウイルスの付いた手で**手や口の粘膜を絶対に触らない**よう、行動変容することも重要です。

飛沫感染



飛沫の拡散は**アクリルパネルやビニールシートなどの仕切板で止まります**。また重力で徐々に落下するため、せいぜい1.5mくらいしか飛びません。そのため、**物理的な距離(ディスタンス)を保つことや、サービスを非対面化することも有効です**。そもそも口から飛沫が出にくくするためには、**どんな種類のマスクでも有効です**。これら複数の防護策を多重化することが大切です。

エアロゾル感染



換気によって**マイクロ飛沫を素早く外に追い出すことが重要です**。併せて、**空気清浄機も有効です**。マスクも有効ですが、特にマイクロ飛沫のシャットアウトに関しては、**不織布マスクの性能が群を抜いて優れています**。これらの対策を複数組み合わせる事によって、目に見えないリスクを大きく低減できます。

CO2センサーの本当の役割とは？

CO2センサーはエアロゾル感染リスクを可視化できる非常に強力なツールです。**しかしCO2センサーは置いただけでは何の効果もありません。**エアロゾル感染のリスクを真に低減するためには、次の4つのステップが求められます。



CO2センサーの「選定」

電気通信大学の研究チームでは5,000円以下の安価なCO2センサー12台を購入し、CO2の測定精度を検証した結果、**安価なセンサーの過半数がCO2濃度を正確に測定できない粗悪な製品**であることが判明しました。

購入したCO2センサーが正しくCO2を測定できているかを誰でも簡易的に確認できる方法がありますので、以下に紹介します。これは、経済産業省・産業用ガス検知警報器工業会による「二酸化炭素濃度測定器の選定等に関するガイドライン」(2021年11月1日)でも推奨されています。

購入前に
確認!
Check!!

センサーの測定原理として光学式を用いていること。具体的にはカタログや仕様書に**非分散型赤外線吸収(NDIR)**や**光音響方式(Photoacoustic)**と書かれているものを推奨します。

補正用の機能が付いていること。測定値のズレを自動的または手動により修正する機能が装備されている機種を推奨します。(メーカーによっては校正と呼ぶ場合もあります)

購入後に
確認!
Check!!

測定器に呼気を吹きかけると、測定値が大きく増加すること。

消毒用アルコールをかけた手や布を近づけても、CO2濃度の表示が大きく変化しないこと。光学式センサーを用いていれば、アルコールには反応しないはずです。

CO2センサーの「設置」

CO2センサーは「どこに置いても大丈夫」です。部屋の中央付近でも端でも良く、高さについても都合の良い位置に設置すれば良いでしょう。ただし、以下に示すような場所だけは避けてください。なお設置個数については、一般的な小規模店舗や会議室は1つの空間とみなして、1個のCO2センサーを設置すれば良いでしょう。ただし大きな商業施設や広いオフィスフロアでは場所によってCO2濃度が大きく異なることもあります。その場合は一度、CO2センサーを持ち歩いて濃度差を確認してみましょう。そのうえで、特に濃度が高いエリアを中心に置くようにしましょう。



過大な値が表示される場所

高い濃度のCO₂ガスが直接センサーに吹きかかるような場所に設置すると過大な値が表示されます。



- ▶ 人の息が直接かかる場所
(例:個人デスクの上)



- ▶ 燃焼物がある場所
(例:ガス調理器、固形燃料)



- ▶ 炭酸ガスボンベを使った
ビールサーバーの近く



過小な値が表示される場所

屋外の新鮮な空気は400ppm程度なので、外気が直接センサーにかかると過小な値が表示されます。



- ▶ 窓の近く
(窓が開かない場合は除く)



- ▶ ドアの近く



- ▶ 空気取入口の近く



センサーの精度が落ちる可能性がある場所

温湿度の急激な変化や、風が当たることによるセンサー内部の温度低下は、測定に悪影響を及ぼすことがあります。



- ▶ 常に風がかかる場所
(例:送風口付近)



- ▶ 温度が大きく変化する場所
(例:エアコンの吹出口付近)



- ▶ 湿度が大きく変化する場所
(例:加湿器の吹出口付近)

CO2センサーによる「可視化」

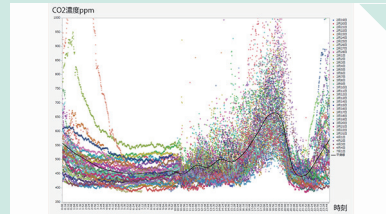
CO2センサーの測定値を可視化する方法には、次の3つの段階があります。いきなり段階3から始めると、思わぬトラブルになりかねません。段階1から順に行うことを推奨します。

段階

1

定期的に記録し「管理者」がグラフを見る

記録簿を付けて可視化します。グラフ描画機能を持つCO2センサーも非常に便利です。1時間に1回、延べ1週間程度のデータをグラフ化すれば、室内の推移や曜日毎の特徴をつかむことができます。



段階

2

「スタッフ」が見える位置に置き定期的に換気させる

スタッフが定期的にCO2濃度をチェックし、値が高かった場合には換気対策を行うように指導します。一定濃度を超えたらブザーが鳴るものや、メールで通知する機能を持ったCO2センサーも便利です。



段階

3

「お客様」に積極的に見せる

CO2濃度が概ね1,000ppm以下であることが確認できたら、換気対策をアピールするため、積極的にお客様にCO2濃度を見せるのも良いでしょう。



換気が悪い場合の対策

CO2センサーの測定結果から換気が悪い(例:1,000ppm以上)とされる場所や時間帯が見つかった場合は換気改善を行います。換気改善には「自然換気」「機械換気」それら2つによる改善が難しい時のための「空気清浄機」の3つの方法があります。

自然換気

自然換気の基本は「窓・ドアを開けて風を通すこと」です。**全開ではなく数センチ開けるだけでも効果があります。**窓が複数ある場合は対角線上を開けるとさらに効果的です。なお、開けたドアの先が内廊下につながっている場合は、その内廊下にある窓も空けないと風が通りませんので注意しましょう。

自然換気を補助する送風機(サーキュレーター)も効果的ですが、人に直接当たった結果、そこから飛沫が拡散してクラスターになった事例があります。**送風機は中から外に向かって汚い空気を押し出すように使いましょう。**

もし寒い風が入る場合は、写真のように窓の内側にカーテンや衝立を置くと、温かい空気と自然に熱交換され、より快適に過ごせます。



機械換気

いわゆる換気扇や熱交換機（ロスナイ）による換気方法です。ここでは、機械換気装置が有効に作動しているかどうかを調べるポイントを3つ紹介します。

1. 換気スイッチは「オン」「強」ですか？

入れ忘れていた例が非常に多いので注意してください。



2. 排気口にティッシュが吸い付きますか？

ティッシュが吸い付かないほど排気が弱い場合は、奥に見える弁が閉まっているか、ファンやフィルターが埃だらけになって、能力が低下している可能性があります。



3. ドアにある通風口を塞いでいませんか？

これは大切な空気の通り道です。絶対に塞がないでください。



空気清浄機

空気清浄機はマイクロ飛沫を捕集してくれるのでエアロゾル感染対策に有効です。特に、窓やドアを開けられないような換気が悪い場所にはぜひ導入してください。ただし空気清浄機を用いてもCO2濃度は低下しません。空気清浄機の導入にあたっては次の3つを目安にすると良いでしょう。

※厚生労働省資料: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／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、を参考にしています。

POINT

01

HEPAフィルターを採用していること

HEPA(へパ)はJIS規格によって『定格風量で粒径が0.3 μ mの粒子に対して99.97%以上の粒子捕集率を有しており、かつ初期圧力損失が245Pa以下の性能を持つエアフィルター』と規定されています。メーカーによってはHEPAの基準を満たしていないにも関わらず「HEPAタイプ」などの紛らわしい表記をしている事例も確認されていますので、注意が必要です。

POINT

02

風量が毎分5m³(=毎時300m³)程度以上であること

一定の風量がないと、部屋全体の空気を効率的に循環濾過することができません。**風量が毎分5m³(=毎時300m³)程度以上**であることを目安にすると良いでしょう。空気清浄機によっては、一部の空気しかフィルターで濾過していない場合があります。購入時には、「表記された風量の全てがフィルターを通過しているか」をメーカーに確認すると良いでしょう。

POINT

03

十分な台数を設置すること

明確なガイドラインはありませんが、換気の悪い空間で使うのであれば、**少なくとも50m³(30畳)につき1台以上は欲しいところ**です。(天井高を3m、必要換気回数を毎時2回として、換気の代替として空気清浄機を用いると仮定しています)

逆効果にもご注意を!



飛沫感染を恐れるあまりビニールシートで空間を遮蔽した結果、逆に換気が悪くなり、エアロゾル感染クラスターが起きたとされる事例があります。

また、換気を良くしようと強い送風機を従業員の居るエリアに向けて動かした結果、逆に飛沫が拡散してクラスターが起きた事もあります。

飛沫感染とエアロゾル感染は異なりますのでバランスの良い多重防護を考えましょう。

もっと詳しく!

本ガイドブックの詳細版: <https://www.design4humanity.com/kanki>



実際のクラスター発生事例、換気についての最新の研究成果、改善のためのDIYアドバイス、ノウハウ事例などを情報発信しています。

制作 地域参加による換気の可視化～向上プロジェクト
電気通信大学 情報理工学研究科 特任准教授 石垣 陽
電気通信大学 i-パワーエネルギー・システム研究センター センター長・教授 横川 慎二

監修 昭和大学 医学部内科学講座臨床感染症学部門 客員教授 二木芳人

協力 東京大学 生産技術研究所 教授 野城 智也
産業医科大学 産業医実務研修センター 准教授 喜多村 紘子
公益財団法人 宮城県結核予防会 齋藤 彰
一般社団法人 日本音楽会場協会 代表 阿部 健太郎
渋谷区議会議員 橋本 ゆき
棚橋よしかつ+泌尿器科 院長 棚橋 善克
シー・エイチ・シー・システム株式会社 代表取締役 渋谷 俊彦

デザイン 株式会社TOBBY LABO



本ガイドブックに対してのご提案、疑問点あるいは店舗の換気について不安な事などがありましたら、国立大学法人 電気通信大学特任准教授の石垣 陽(ishigaki@uec.ac.jp)までご遠慮なくメールを頂ければ、必ずご返信いたします。いつか新型コロナウイルスの脅威が消え去り、店舗の皆様の努力が喜びに変わる事を心からお祈り致します。

本ガイドブックについて

制作・協力・監修したメンバーの所属団体の見解を示すものではありません。

記載内容は2021年11月現在の情報に基づいていますが、今後の研究結果によっては修正・追加される可能性があります。

東京都政策企画局 令和3年度 東京都と大学との共同事業「地域参加による換気の可視化～向上プロジェクト」の研究結果が含まれています。