

2020年3月30日
一般社団法人 日本建築学会
環境工学委員会空気環境運営委員会
主査 大岡龍三
公益社団法人 空気調和・衛生工学会
換気設備委員会
委員長 山中俊夫

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

厚生労働省の新型コロナウイルス感染症対策専門家会議において、クラスター（集団）感染発生リスクが高い場所として換気の悪い密閉空間があげられていました。しかしながら、換気の方法や学術情報は示されていませんでした。一般社団法人日本建築学会と公益社団法人空気調和・衛生工学会は、2020年3月23日に共同で緊急会長談話「新型コロナウイルス感染症制御における「換気」に関して」を発出し（文献1）、換気に関する情報提供を行っていくことを表明しました。本報告では、換気について一般の人が間違いやすい点、誤解しやすい点を中心にQ&A方式で解説を行いました。

自分が生活している住居や職場が換気の良い空間なのか或いは悪い空間なのか、効率の良い換気をするにはどのようにすればよいのか、不安を感じる人は多いと思います。現状では新型コロナウイルスの感染を制御するために、どの程度の換気を行えば十分なのかについては科学的根拠のある情報が得られていないため、その情報提供は行われていませんが、正しい換気の方法は汚染物質が何であっても大きくは変わりません。今回の報告ではより深い換気の知識と運用法（文献2, 3）についてQ&A形式で解説します。換気を行うにあたりこの報告が参考になれば幸いです。

本報告の内容

- 問1 換気とは何ですか？
- 問2 室内汚染物質にはどんなものがあるのですか？
- 問3 空気中の汚染物質濃度はいくらまでなら大丈夫ですか？
- 問4 換気の方法にはどのようなものがあるのですか？
- 問5 換気のパフォーマンスはどのように評価するのですか？
- 問6 必要換気量とは何ですか？

問7 住宅やオフィスなどの普通の部屋はどの程度換気されているのですか？

問8 換気効率とは何ですか？

問9 換気経路とは何ですか？

問10 計画換気とは何ですか？

問11 換気の悪い空間とはどんなところですか？

問12 住宅の換気システムはどのようになっているのですか？

問13 換気のパフォーマンスを上げるためにはどのようにしたらよいのですか？

問14 もし新型コロナウイルスへの感染の疑いのある人が出た場合はどうしたらよいですか？

おわりに

問1 換気とは何ですか？

室内の空気と外気を交換することを換気といいます。換気のパフォーマンスは1) 外の空気を室内に取り入れ、2) 室内の空気を外に追い出すことで、3) 室内の空気中の汚染物質を排出・希釈することです。特に大量の換気を行うことによって夏場に建物を冷却したり、直接居住者が風を浴びて涼感を得る場合があります、これらを目的とした空気の入れ換えは、通風と呼ばれます。換気には自然換気とファンを用いた機械換気に分けられますが、通風は自然換気による場合が一般的です。ただし、両者は現象としては同じであり、目的が違っていると言えます。

問2 室内汚染物質にはどんなものがあるのですか？

室内汚染物質には大きく、ガス状汚染物質（気体）と粒子状汚染物質（固体や液体）に分けられます。ガス状汚染物質には、二酸化炭素（CO₂）、一酸化炭素（CO）、揮発性有機化合物（VOCs）、窒素酸化物（NO_x）、硫黄酸化物（SO_x）、ホルムアルデヒド（HCHO）、様々な臭気などがあり、粒子状汚染物質には、浮遊粉塵、アスベスト、アレルゲン（ダニ、花粉、真菌（カビ））等に加え細菌やウイルスも含まれます。ただし、細菌やウイルスの多くは粉塵やミストと共に浮遊します。いくら透明で綺麗に見える空気でも、多くの粉塵を含んでいます。10μm以下の粉塵は目には見えませんが、それらの大きさの粒子が人の健康に悪影響を与えることがあるのです。

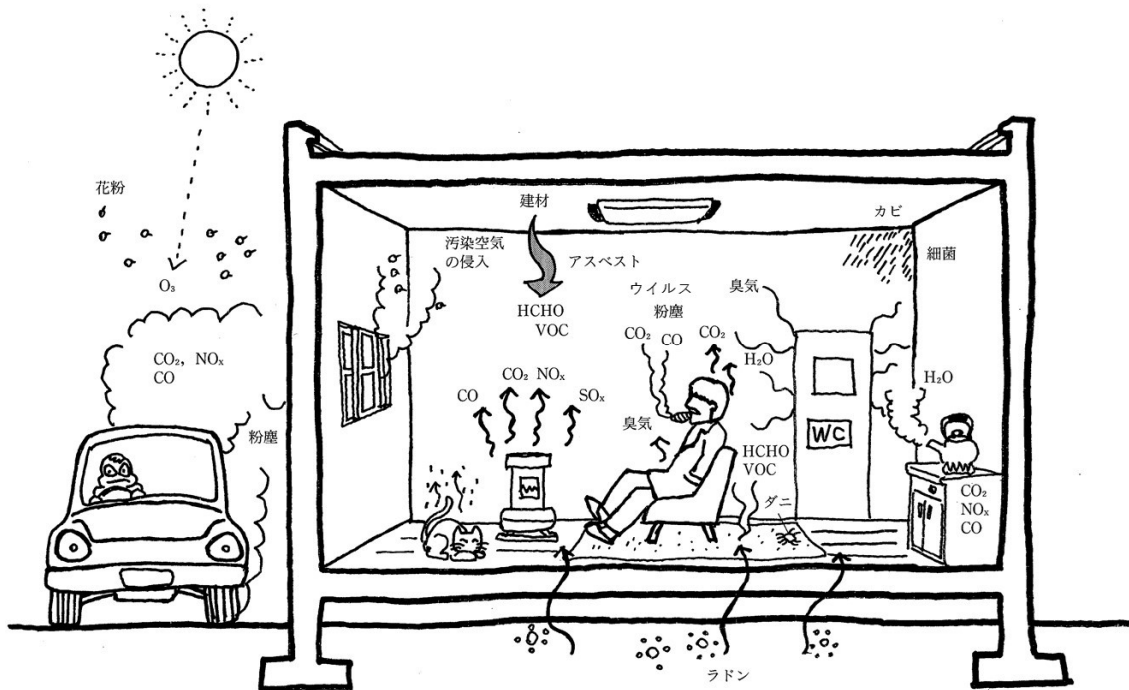


図1 建築における空気汚染物質（文献3に筆者が加筆）

問3 空気中の汚染物質濃度はいくらまでなら大丈夫ですか？

上に挙げた様々な室内空気中の汚染物質が人体に影響を及ぼさない濃度については、その環境によって異なります。工場などの労働環境では許容濃度と呼ばれ、様々な汚染物質に関して、一般の室内環境よりも高い濃度が法律で決められています。住宅や事務室などの空間では、対象とされる物質は少ないですが、老人や子供も含めて24時間生活をする場所なので、労働環境よりもかなり低い濃度となっています。表1に建築基準法や建築物衛生法で定められている代表的な一般環境の室内環境基準を示します。ここで1ppmとは0.0001%を示します。すなわち体積比で1の空気の中に100万分の1の汚染物質が含まれていることになります。

表1 室内環境の基準濃度（国土交通省，厚生労働省）（文献2）

物質名	基準濃度
二酸化炭素	1000ppm
一酸化炭素	10ppm
浮遊粉塵（10 μ m以下のもの）	0.15mg/m ³
ホルムアルデヒド	0.1mg/m ³

問4 換気的方式にはどのようなものがあるのですか？

換気的方式は、窓などの開口部から外気を取り入れる自然換気とファン（送風機）などの機械を利用した機械換気に分類されます。ここでは機械換気を中心に説明します。機械換気はさらに第一種換気方式、第二種換気方式、第三種換気方式に分類されます（図2）。第一種換気は、給気側にも排気側にも送風機を用いる方式です。第二種換気は給気口のみ送風機を用いる方式であり、第三種換気は排気口のみ送風機を用いる方式です。第一種換気は換気量の確保が確実にでき、給気量、排気量を調整すれば室内の圧力を自由に設定できるので、様々な換気の目的に適合させることができますが、送風機が二つ必要となるため設備費・運転費は割高となります。第二種換気を用いると室内が正圧（外や周りの部屋より圧力が高い状態）になるので、汚染空気やすき間からの外気の流入を防止でき、手術室などの高い空気清浄度が要求される部屋に適しています。第二種換気は住宅に使われることはほとんどありません。一方、第三種換気は、室内が負圧（外や周りの部屋より圧力が低い状態）になるので、隙間から外気、隣室空気が流入しますが、室内の空気が他に流出することを防ぐことができます。そのため、有害ガスや粉じん、病原菌などが室内で発生する室の換気に適しています。住宅では、臭気の発生するトイレ、蒸気の発生する浴室、燃焼廃ガスや臭気が発生する台所などの換気に採用されています。また結核などの感染症患者のための病室（感染症室）なども、廊下や隣室に病原菌を拡散させないよう陰圧に保つ必要があり、感染症の種類によって第一種換気と第三種換気を使い分けられます。

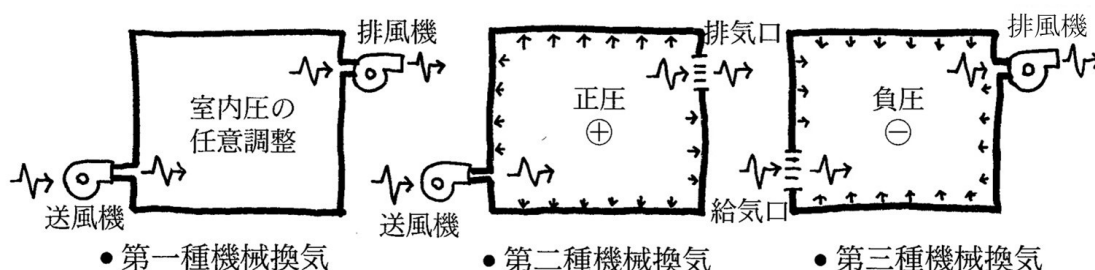


図2 機械換気の種類（文献3）

また換気的方式には、室内全体の空気を換気する全般換気と汚染物質の発生近くで、その汚染物質が拡散しないうちに効果的に捕集して換気する局所換気という分類もあります（図3）。台所のレンジの上にある換気扇や、工場等で排熱や汚染物質を発生する機器の周辺のみ換気等が、局所換気の良い代表例です。

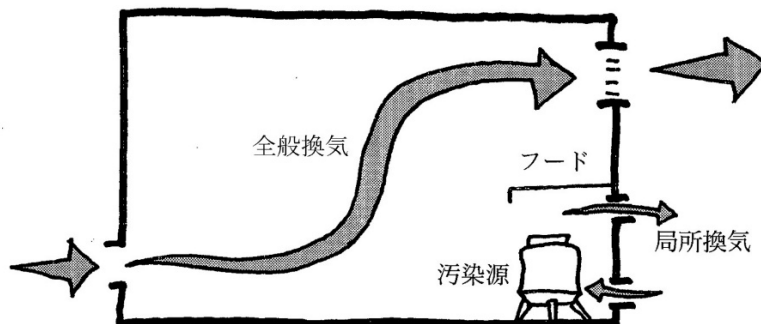


図3 全般換気と局所換気（文献3に著者が加筆）

問5 換気のパフォーマンスはどのように評価するのですか？

一般的には、換気のパフォーマンスは換気量あるいは換気回数によって表現します。換気量とは1時間に何立方メートルの空気を取り入れるかという数値で、 $[m^3/h]$ という単位で表します（ここでhは1時間（1hour）当たりという意味です）。換気回数は1時間にその部屋の容積の何倍の空気を取り入れるかという指標で、換気量を室容積で除した値となります。例えば、換気回数0.5[回/h]というのは、1時間でその部屋の体積の半分の空気を取り入れることであり、2回/hというのはその部屋の体積の2倍の空気量を取り入れることです。同じ換気量でも、室容積によって換気回数は異なります。換気量は室内の汚染物質濃度の指標ですが、換気回数は室内の汚染物質の濃度を低減させるスピードに対応した指標とすることができます。それ以外の指標として室内の気流の状態と汚染物質の発生位置によって決まる換気効率がありますが、これは問8で説明します。

問6 必要換気量とは何ですか？

空気中の汚染物質の濃度を基準濃度以下に保つために必要な換気量のことです。通常の居室では、在室人から発生する二酸化炭素の濃度1000ppmで決まることが多いです。

問7 住宅やオフィスなどの普通の部屋はどの程度換気されているのですか？

一般的な居室の換気量は建築基準法で定められています。人から発生する汚染物質を対象として機械換気設備を設置する場合は、基本的に在室者1人あたり $20[m^3/h]$ 以上の換気量が必要とされていますが、実際には室内の汚染物質の基準濃度に基づいて必要換気量が決まる場合が多くあります。またそれ以外にも、ホルムアルデヒドの除去のため基本的な換気回数が決められており、例えば2003年7月以降に建てられた住宅では通常0.5[回/h]以上となる機械換気設備の設置（いわゆる24時間換気設備）が義務づけられています。いずれにしても、室内で発生する空気汚染物質の濃度を十分に低減させるためのもので、きちんと機械換気設備が動いていれば窓を閉めていてもオフィスやレストラン等の商業空間にお

いては最低在室者一人あたり 20 [m³/h]以上の換気量があり、2003 年 7 月以降に建てられた住宅においては最低でも 0.5[回/h]以上の換気回数があることとなります。

一方、病室の場合はさらに厳しく外気による換気量が 2[回/h]以上となる機械換気設備の設置が推奨されており（文献 4）、実質上の設計基準となっています。

以上は機械換気の場合の例ですが、窓を開けて自然換気を行う場合は、窓の大きさや外部風の強さにもよりますが、一般に換気量はさらに大きくなり、換気回数 10[回/h]以上になることもめずらしくありません。小中学校の教室の換気については日本建築学会から指針が（文献 5）出ていますので下記を参照ください。

http://news-sv.ajj.or.jp/kankyo/s7/school_air_guide.pdf

問 8 換気効率とは何ですか？

換気の性能を表す指標に換気量や換気回数だけではなく換気効率という概念があります。換気量や換気回数は量の概念ですが、換気効率は換気の効率を表すものです。同じ換気量であっても隅々まで新鮮空気が行きわたらなければ換気効率が悪いこととなります。たとえば給気口と排気口が近接している場合、せっかく入ってきた新鮮空気がすぐに排出されてしまいますので換気効率が悪くなります。これを専門用語でショートサーキットと呼んでいます。一般に給気口と排気口が離れているほうが換気効率はよくなります（図 4）。換気効率は室内の気流の状態や給気口と排気口の位置関係、室内での汚染物質の発生位置などによって決まりますが、換気効率が悪い場合、いくら換気をしても換気の効果が出ないこととなりますので、注意が必要です。ただ一般的には、室内が十分に混合して一様な汚染物質濃度の分布になるように換気設備は設計されています。

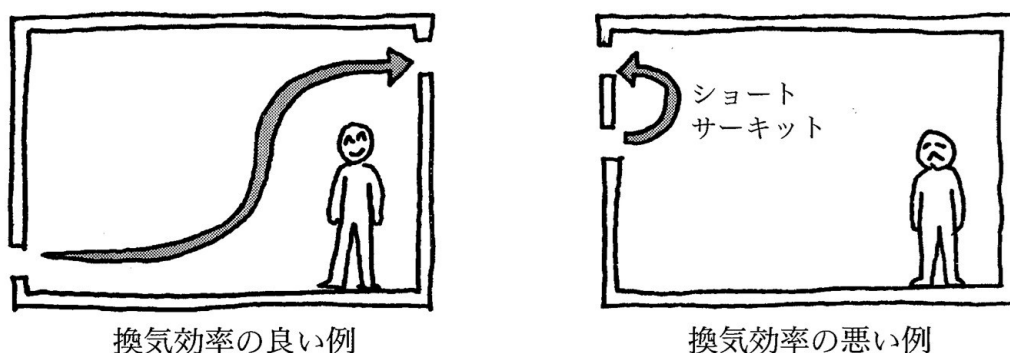


図 4 換気効率（文献 3）

問9 換気経路とは何ですか？

換気を行う際に、空気の通る道筋のことです。人間が普段生活する居室にはできるだけ新鮮な空気を供給し、汚染物質の発生しやすい場所（トイレや浴室、台所等）はできるだけ風下に設置することが望ましいと言えます。図5に住宅において換気空気が各室を通る経路のよい例と悪い例を示します。

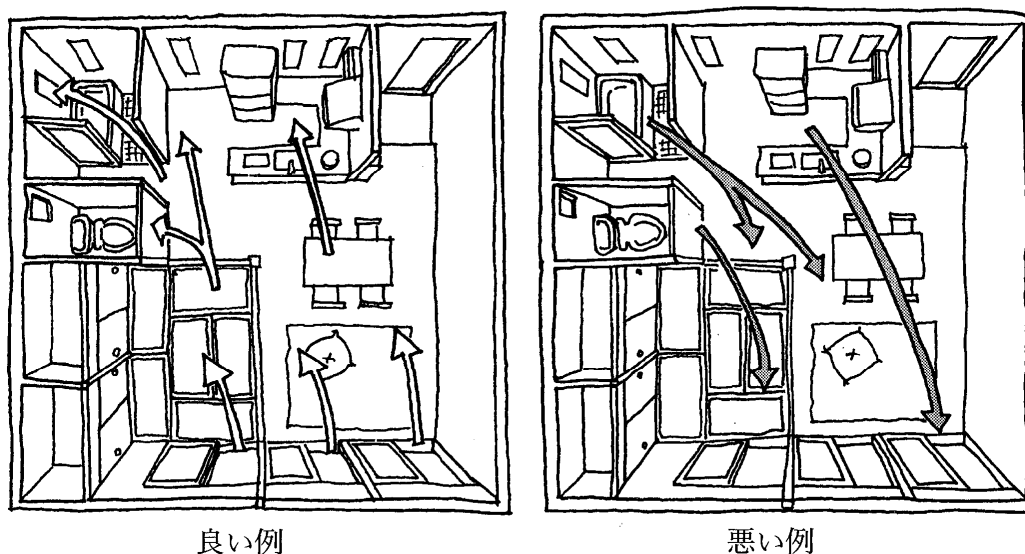


図5 換気経路の良い例、悪い例（文献3）

問10 計画換気とは何ですか？

必要換気量（問6）の確保だけではなく、高い換気効率（問8）と適切な換気経路（問9）を実現し、安定して必要な場所に必要な新鮮空気を供給するとともに、効率的に汚染物質を排出することを計画換気とよびます。機械換気については、計画換気はしやすいわけですが、建物の気密性の向上を背景に、自然換気についても、計画換気を行うことが推奨されています。

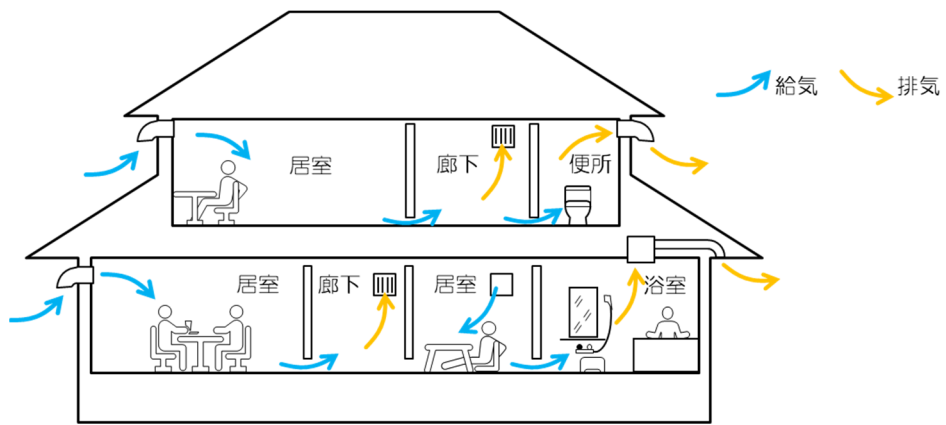
問11 換気の悪い空間とはどんなところですか？

問7で説明したように、オフィスや商業空間でも住宅（2003年7月以降建設）でも通常の建物では機械換気設備が設置されており、最低限の換気量は確保されています。ただそのような建物でも設計時の想定以上の人が在室すると換気の悪い空間となります。例えばもともと50人を収容するとして換気設計された部屋に100人集まった場合などです。また機械換気システムがきちんと働いていなかったり、給気口や排気口が閉じていたり、家具や障害物等でふさがれていれば、換気の悪い空間となります。換気の悪い空間を避けるためには、必要以上に密集しないこと、機械換気システムがきちんと動いているか、換気経路が確

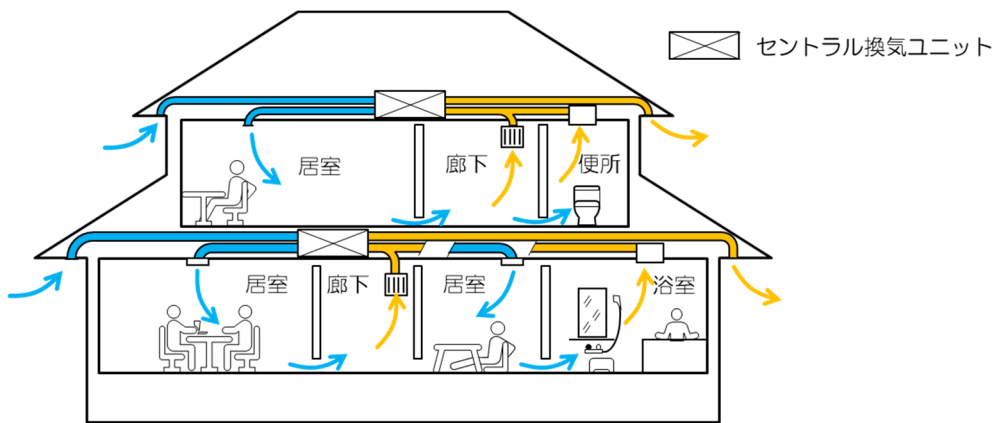
保されているかどうかを確認することが重要です。また建築物とみなされない小型の倉庫（奥行き1m以内、天井高1.4m以内）等は換気設備の設置義務はありませんが、これは本来人間が中に入ることを想定していないことによります。

問12 住宅の換気システムはどのようになっているのですか？

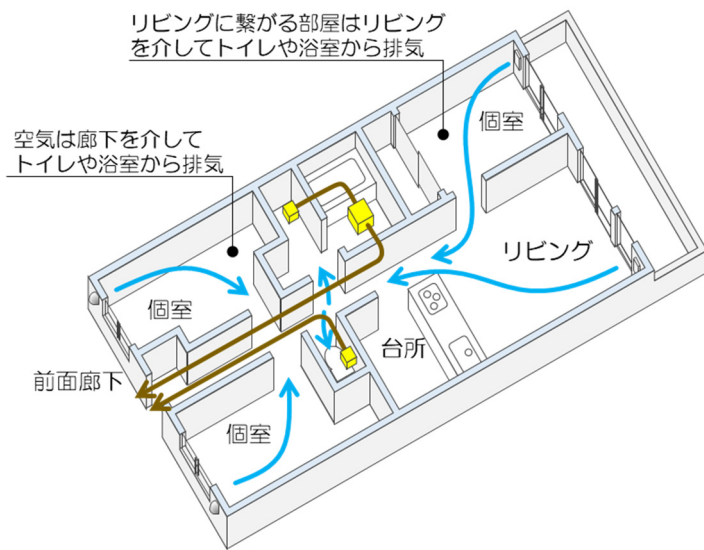
ここでは、代表的な事例として24時間機械換気設備が設置された戸建て住宅と集合住宅（マンション）について説明します。住宅の換気システムの方式は、上で述べた換気方式の分類とは別に、大きく個別換気システムとセントラル換気システムに分類できます（図6）。個別換気システムは各部屋につけた換気装置で効率的に常時換気を行うシステムです（図6(1)）。セントラル換気システムは天井裏等に換気ユニットを設置し、ダクトで家全体の換気を行うシステムです（図6(2)）。図6(3)の集合住宅の事例は、給気側は個別換気システムで、排気側をダクトでまとめるハイブリッド型となっています。もちろん集合住宅でもセントラル換気システムを導入している例はあります。いずれにせよ通常は、必要な部屋に新鮮空気を給気し、トイレや浴室、台所など臭気や汚染物質が発生しやすい場所から排気するという換気経路（問9）を考慮するという計画換気がなされています。個別換気システムには問4で述べた第1種換気方式あるいは第3種換気方式を採用することが多く、第2種換気を採用することはほとんどありません。セントラル換気システムでは、省エネルギー効果のために換気ユニットに全熱交換ユニットを用いることが一般的です。この場合には給気側・排気側双方にファンを設置するので、第一種換気方式となります。また、先にも述べた通り、台所、浴室、便所などについては、別途排気のための第三種機械換気設備が設けられています。これらの換気設備の換気量は24時間換気とは異なる基準で決められています。



(1) 戸建て住宅 (個別換気システム)



(2) 戸建て住宅 (セントラル換気システム)



(3) 集合住宅

図6 住宅における換気システム

問13 換気のパフォーマンスを上げるためにはどのようにしたらよいのですか？

問7で説明したように、オフィスやレストランなどの商業空間でも住宅（2003年7月以降建設）でも最低限の換気パフォーマンスは確保されています。まずは機械換気設備がきちんと機能しているかを確認してください。それでも心配な方には、適宜窓開けによる自然換気が有効です。自然換気は一般に機械換気よりも大きな換気量が期待できます。窓開けによる自然換気の場合、一面の窓開けよりは、二方向の窓開けのほうが、換気量も換気効率も向上します。集合住宅などは窓が一方向にしかない場合も多いと思いますが、そのような場合でもバルコニー側の窓を開き、廊下の扉を開いて、玄関の扉を開けば（防犯上問題ない程度に）、大きな換気パフォーマンスが期待できます。一方、窓の開かない高層オフィス等では、機械換気装置の風量を増加することにより換気量を増やすことができます。換気に外調機（外気を加熱・冷却して室温で給気する装置）を用いている場合などでは、省エネルギーのために室内空気を再利用して、還気（リターンエア）させている場合もありますが、室内汚染物質を循環させず外気をより多く取り入れるためには、還気を利用しない全量外気制御の方が望ましいと言えます。これらについて在室者は制御できないので、それぞれのビル管理者にお問い合わせ頂く必要があります。また最近では窓開けのできない建物でも、特別な外気取り入れ口を設置して自然換気ができる建物も増えてきています。うまく自然換気を使いこなすことで、換気量を増やし、きれいな空気を維持することができます。

また、いろいろな専門家が情報発信をしています。例えば、小中学校の窓開けに関しては下記のページなどを参考にして下さい。

<http://tkkankyo.eng.niigata-u.ac.jp/ventilation.pdf> （2020年3月29日現在）

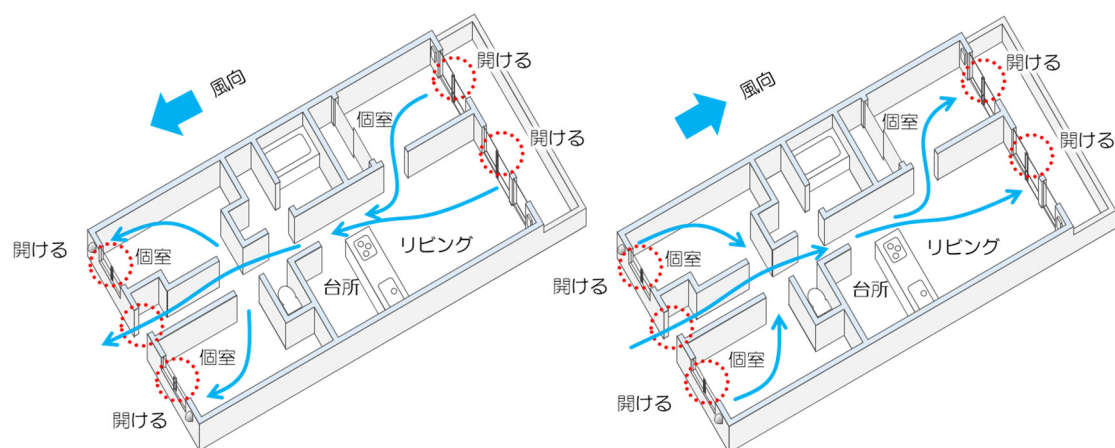


図7 集合住宅における窓開け

問14 もし新型コロナウイルスへの感染の疑いのある人が出た場合はどうしたらよいですか？

内閣府では、次の症状の出た感染の疑いのある人は「帰国者・接触者相談センター」に相談することになっています（文献6）。

(1) 風邪の症状や37.5℃以上の発熱が4日以上続いている。

(解熱剤を飲み続けなければならないときを含みます。)

(2) 強いだるさ（倦怠感）や息苦しさ（呼吸困難）がある。

※ 高齢者や基礎疾患等のある方は、上の状態が2日程度続く場合

そこまではいかない風邪などの症状の時には、外出を控え、まずは近くの病院に電話で相談してください。その場合、何らかの判断が出るまでは自宅待機となります。自宅でどのように療養すべきかについては、コロナウイルスであろうと他の感染性の病気（インフルエンザやノロ等）であろうと、できることはそれほど変わりません。マスク等の着用により飛沫飛散を抑えること、同居者は手指衛生、よく触れる表面の消毒の徹底により飛沫感染や接触感染のリスクを低減すること、感染の疑いのある人と他の同居者の生活ゾーンを分けることが重要です。それ以外にも換気の観点から言えば、換気経路を考えてできるだけ風下（排気口の近く）の独立した部屋で療養するほうが、ウイルスを拡散させずリスクを低減させることに役立ちます。

おわりに

以上換気について基礎的な知識と効率的な運用についてお話ししました。繰り返しになりますが、オフィスやレストランなどの商業空間でも住宅（2003年7月以降建設）でも最低限の換気性能は確保されています。ただし、新型コロナウイルス（COVID-19）の感染防止対策としては、換気だけに頼ることは極めて危険です。何よりも、まずは手洗いと消毒を励行し、咳やくしゃみ、会話によって発生した飛沫を直接皮膚に浴びないように、密集した場所に行かない（密集状態を作らない）ことが重要です。同時に、十分な換気を行うことによって、感染力を持っている可能性が否定できない小さな飛沫や飛沫核（飛沫が水分を失って空気中を漂う粒子）の拡散を防ぎ、できるだけ早く室外に出すことが重要です。ただ、今回の新型コロナウイルス（COVID-19）に関しては、小さな飛沫や飛沫核による感染のメカニズムが十分に明らかになっておらず、まだ必要換気量の計算を行うことができません。それ以外にもコロナウイルスにおける換気と感染リスクとの関係にはわからないことが多いことも事実です。

公益社団法人空気調和・衛生工学会と一般社団法人日本建築学会は今後もさらに学術的知見を積み重ね、人々の健康と快適を守るための情報を発信していく予定です。

参考文献

- 1) 日本建築学会・空気調和・衛生工学会共同緊急会長談話「新型コロナウイルス感染症制御における「換気」に関して」<https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2020/200323.pdf>
- 2) 倉渕隆, 初学者の建築講座, 建築環境工学 (第三版), 2016 年, 市谷出版社
- 3) 加藤信介他, 図説テキスト, 建築環境工学 (第二版), 2008 年, 彰国社
- 4) 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) HEAS-02-2013
- 5) 日本建築学会環境工学委員会空気環境運営委員会換気・通風小委員会, 学校における温熱・空気環境に関する現状の問題点と対策ー子供たちが健康で快適に学習できる環境づくりのためにー, 2015 年 3 月, http://news-sv.aij.or.jp/kankyo/s7/school_air_guide.pdf
- 6) 内閣府, 新型コロナウイルス感染症対策, 新型コロナウイルス感染症の対応について www.cas.go.jp/jp/influenza/novel_coronavirus.html