



## 空調・換気によるコロナウイルス感染防止方法の提案

現在、ソーシャルディスタンスの確保等により、コロナウイルス感染拡大防止が図られており、ワクチンの開発も急がれております。

みじんこ総研では、屋内（室内）空間での空調換気が、感染防止に重要な要因ではないかと考え、空調換気に関する感染防止の考え方や、対応方法、具体的な対応例について提案しています。

※ 尚、ここで提案する技術や方法については、一般論や既に行われている方法もありますが、多くはみじんこ総研独自の勝手な推論や対策の提案・提起であり、感染防止効果が確認されたものではありません。また、機能・法規への適合等を保証するものでもありませんので、ご了承下さい。行政や公的な機関等によるガイドラインや具体的な基準が示されるまでの工学的な検討のたたき台として、また、事業者の皆様への安全な事業運営の為の参考としてご活用頂くことを目的としています。

現在、世界中でワクチンの開発が急がれておりますが、建築・内装や空調換気設備により、屋内空間での感染拡大を防止する方法を一定程度確立できたなら、ワクチンに勝るとも劣らない感染防止の対策になるものと考えます。

皆様が希望を取り戻し、安心・安全に活動を再開するお手伝いになりましたら、何よりです。



## ● 気流の性質

気流には、乱れの無い滑らかな流れ(層流)や、渦を発生させる乱流がありますが、一般に、ほとんどの気流の中で乱流が発生します。また、熱の偏りにより発生する対流や、拡散といった性質もあり、病原体を含む空気を室内に流通させずに排出するためには、これらの性質を理解することが肝要です。

### ▶ 一方向流

通常、空調や換気による気流は、粘性や摩擦が引き起こす渦状の乱流を発生させます。また、空調換気による気流の流速が小さい場合も、対流等の要因が支配的となる部分では、当該気流とは大きく異なる方向の気流を生じます。これに対し、摩擦の小さな平滑な内面を持つダクト内を流れる気流の中心部などは、流体全体がほとんど乱れずに単純に平行移動するような流れ(層流)となります。従来の、クリーンルームに用いられる置換空調の場合、天井から床に平行に空気を移動させるように換気するため、全体が層流となり、局所的に乱流が発生しても、巨視的には確実に換気することができます。このような流れを一方向流といいます。

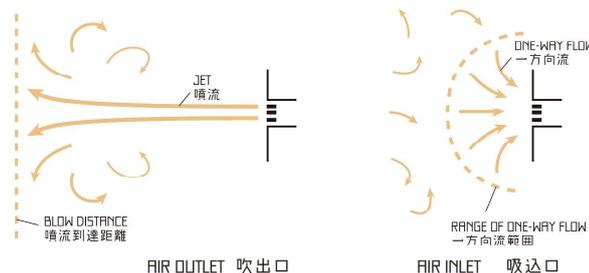
一方向流は、完全に平行する気流に限らず、放射方向や、屈曲する流れとすることもできます

### ▶ 吹出/吸込

気流は、同じ風量であっても、吹出と吸込とは、性質が異なります。

顔の前方に、限界まで手を伸ばし、口をすぼめて息を吹きかけると、風が届くのが感じられると思います。ところが、そのまま息を吸い込んでみても、今度は全く風が感じられないでしょう。息を吹く場合、陽圧(空調では正圧といえます)といって、周囲より高圧で吹き出しますが、この吐いた息は、噴流(ジェット)を形成します。噴流には直進性があり、少しずつ拡散しながらも、遠くまで到達します。

これに対し、吸い込む息には噴流が発生しないため(正確には口内に対して噴流が発生しますが)、口の周りの空気は、およそ距離に応じた圧力分布となります。同一の風速となる位置を結ぶと、およそ口を覆う球体を形成するものと考えられます。言い換えると、およそ全ての方向に対し均等な気流となるため、吹出による、線形に集中した噴流と比較すると、気流の影響を強く受ける距離自体は小さくなります。



このように、吹き出しの気流は噴流となり、排気や還気の吸い込みの気流は、吸い込み口に対し、およそ均質な放射状(または竜巻状)の気流を形成しますが、どちらも一方向流を形成します。空調用語では、吹出口から、風速が秒速 20 cm になる位置までの距離を、「到達距離」と言います

吹出の気流は、噴流により、長い一方向流を形成するため、汚染した空気を遠方に押し流すことができますが、同時に、汚染した空気を拡散させてしまいます。吸込の空気は、一方向流を形成する範囲は狭いですが、拡散させず、周囲全体の汚染空気を回収することができます。

気流アレンジメントは、こういった吹出(給気)・吸込(排気)等の気流の性質を踏まえ、吹出口から吸込口まで連続的にスムーズな流れを誘導し、乱れにくい一方向流を形成させることにより、汚染空気の拡散および感染の防止を図るものです。

## ● 空調・換気についての基礎知識

### ▶ 空調方式の種類

空調方式には、様々な種類がありますが、ダクトや気流に関する分類としては、中央方式と個別方式があります。

中央方式は、一般に、大規模な建築物に適用される方式で、屋上や空調機械室などに冷凍機等の熱源ユニットを設置し、そこで外気や還気(一度給気された空気を回収して再利用するもの)を加熱または冷却し、濾過・調湿して、ダクトを経由して各所に送られます。個別方式は、家庭のルームエアコンのように、その場所で直接空気を加熱または冷却し、吹き出す方式です。家庭でもおなじみのルームエアコンや、同様の構造のPAC(パッケージエアコン)、冷温水配管に接続されるFCU(ファンコイルユニット)などがあります。これらの機器は、換気機能を持たないため、別途換気設備が必要となります。

かつて大規模建築物では、省エネ等の理由により、中央方式とすることが一般的でしたが、PACの省エネ性能の向上や個別制御の利便性により、室外機の設置の都合が付かない場合を除き、PACが採用されることが多くなりました。

また、中央方式を採用する場合であっても、窓等熱負荷の大きな場所の冷暖房を補うため、一般に個別方式を併用します。

中央方式の場合、空調設備は換気設備を兼ねており、新鮮な外気(または回収した還気に外気を混ぜた空気)を、加熱・冷却・濾過・加湿して給気します。

### ▶ 換気方式の種類

換気方式には、以下の3種類の方式があります。

#### < 一種換気 >

下記の、二種換気と三種換気をバランスさせた換気方式です。室内の気圧は正圧にも負圧にもならないため、隣の部屋や空間との間で空気の流入や流出が起こりにくく、一般に、理想的な換気方式となります。

#### < 二種換気 >

給気により室内の空気を正圧とし、押し出しにより換気する方式です。クリーンルーム等、特殊な用途に用いられます。当該室内はクリーンに保てますが、隣接室に空気が流出するため、汚染物質を排出する室には適切ではありません。

#### < 三種換気 >

トイレや浴室の排気のように、排気ファンにより室内の排気を行い、当該室内を負圧(陰圧)とし、ガラリ等により室外の空気を吸引することにより、換気させる仕組みです。汚染物質を発生させる室に最適な換気方法です。

## ● 感染防止の原理

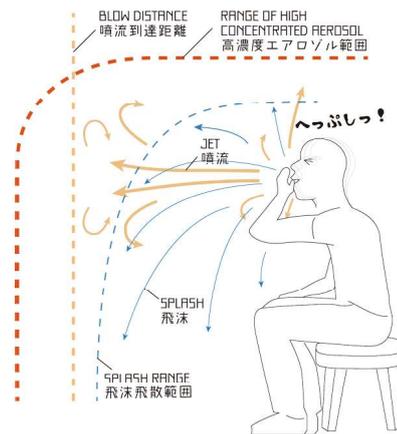
ウィルスを含む飛沫やエアロゾルが放出・拡散されるメカニズムを考えてみます。

感染者がくしゃみや咳をした際、唾液の飛沫が放出されるのと同時に、上述した、「噴流」(ジェット)が発生します。飛沫は放物線を描き落下しますが、噴流は恐らく2m程度の距離まで到達し、当該噴流や、噴流が引き起こす周囲への拡散した気流に乗って、濃厚なエアロゾル(水蒸気その他浮遊する粒子)が放出されるのではないかと考えられます。

少なくとも直接の飛沫には感染力があることが分かっているため、互いにスクリーンにより遮断したり、一定以上離れておくことが重要です。

また、スポーツクラブ、ライブ会場、クラブなどでクラスター感染が発生したことを考えると、運動時など、息が荒い時の呼気(吐く息)に強い感染力があるのかもしれませんが、これは、息が荒い時は呼気量が大きいため、大量の水蒸気(エアロゾル)を放出することによるのかもしれませんが(呼吸器等の生理的な作用により高密度でウィルスを排出しやすくなるのかもしれませんが)。そうであれば、高濃度のエアロゾルにも、強い感染力があるものと考えられます。

このようなことを考えると、「高濃度エアロゾル範囲」を検討・設定し、互いに当該範囲に入らないように座席等を計画することが感染防止に有効なのではないかと考えております。

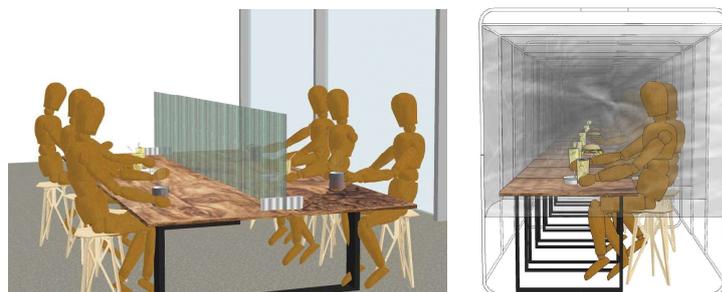


### ▶ 飛沫による感染の防止

一般的なマスクやフェイスシールドを着用するのと同様、咳やくしゃみ、呼気に含まれる飛沫による感染を防止するために、ビニルによる仕切りスクリーンを設置します。

向かい合わせの席であれば、席同士間にスクリーンを設置することが肝要ですが、咳やくしゃみをした際の気流は正面のスクリーンに突き当たると、上方や側方に広がるため、十分な高さを確保し、各隣席間にも設置することが望ましいと言えます。

また、通常のサージカルマスクを着用した状態で咳やくしゃみをすると、マスクと顔面との間に隙間が生じ、飛沫やエアロゾルが上方や側方に拡散しますので、隣席間のスクリーンは、机やテーブル上となる範囲だけではなく、着席者の身体の側方まで延長することが望ましいと言えます。



### ▶ エアロゾルによる空気感染の防止

コロナウィルスの感染の原因が、ほとんど飛沫や接触のみであれば、空調・換気システムによる影響はそれほど大きくありませんが、エアロゾル感染の可能性が一定以上存在する場合、空調換気設備や建築的な対策方法を検討し構築することが重要であると考えます。

具体的にどの程度の濃度のエアロゾルが感染を引き起こすかはわかりませんが、基本的に、極力、選気(室内空気を回収し再熱するなどして再供給する方式)を控え、新鮮な外気を取入れることにより、エアロゾルの濃度は抑えられることになります。

現時点では、エアロゾルによる空気感染の影響の大きさはまだ検証されていないと思いますが、これまでの社会的な対策や感染者数の推移といった経緯を鑑みると、完全に空気を遮断する必要があるほどの感染力ではないかと思われます。このため、微小な程度は互いの吐いた息を吸い込む可能性を許容しつつ、感染を防止する空調・換気方法を検討し、提案・提起しています。

通常の換気設備は、一定以上の酸素濃度の維持や、二酸化炭素・一酸化炭素の濃度の抑制、シックハウスの防止といった目的のために要件が設定され、必要な換気量を確保するように計画・設計されるものでした。これに対し、感染防止の視点により換気設備が計画されるのは、特に必要性の高い病院や手術室等、特殊なケースに限られていました。

通常、前者(通常の換気設備)は瞬時拡散の条件により、後者(手術室等)は置換空調等により計画されます。前者について、排出された呼気は実際には瞬時に拡散するわけではなく、室内の気流に乗ってゆっくり拡散します。このため、即座にエアロゾルの濃度を下げるには、大風量による換気が必要となりますが、これまでの設計よりも必要な換気量が大きくなるということは、より大きなダクトやダクトスペース、貫通孔、大容量の送風機が必要となり、同時に、夏や冬は冷暖房の容量や消費エネルギーが大幅に増加することとなり、一般に簡単ではありません。

そこで、前者のような、換気量によりエアロゾルを希釈する感染防止方法に加え、後者の置換空調のように、一方向流を発生させ、効果的に感染防止を図る方法(以下、「気流アレンジメント」と呼びます)を提案します。

#### ① 換気量による感染防止

室内全体の既設の空調換気システムに加え、汚染源(つまり在室・在席者)付近の空気を、負圧により、ドラフトチャンバーや置換空調のように排出する、タスクアンビエント方式の空調換気システムを構成することを提案します。これにより、既設の空調換気システムを活用しながら、大きな無理をせずに感染防止を図ることができます。

#### ② 気流アレンジメントによる感染防止

##### <1. 局所排気>

室内全体の既設の空調換気システムに加え、汚染源(つまり在室・在席者)付近の空気を、負圧により、ドラフトチャンバーや置換空調のように排出する、タスクアンビエント方式の空調換気システムを構成することを提案します。これにより、既設の空調換気システムを活用しながら、大きな無理をせずに感染防止を図ることができます。

##### <2. 置換空調>

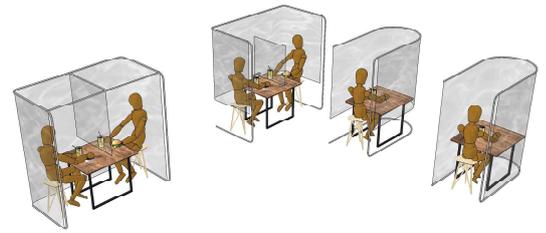
置換空調のように、空調換気による気流を一方向に整流し、気流の上流・下流に座席が重ならない配置とすることにより、空気感染を防止することが可能であると考えます。

次に、これらの考え方に基づいた、空気感染防止の為に空調換気設備および内装・造作等の構成方法について説明します。

## ① 換気量による感染防止

換気量により感染防止を図る場合、飛沫感染を防止するためのスクリーンを拡張し、個々の座席を囲うブースを構成すると、当該ブース内で気流が滞留しやすくなります。

これにより、感染者の咳やくしゃみによる高濃度エアロゾルを緩やかに希釈しながら室内の気流に放出することができ、より効果的に感染防止を図ることができるものと考えます。



## ② 気流アレンジメントによる感染防止

一方向流となるように空調換気の気流を誘導し、互いに気流の下流に位置しないように座席を配置することにより空気感染を防止します。

気流アレンジメントは、以下に解説する、局所排気や置換空調の原理を用い、適宜パーティションやスクリーン等を設置して気流を誘導・整流することにより構成することができます。

### ▶ 局所排気

熱や汚染の発生源により加熱・汚染された空気を室内に拡散させず、当該発生源周囲から直接吸い取り排出することにより、室内の空気環境を効率的かつ安全に維持することができます。

局所排気を用いた換気システムの例として、キッチンの排気フード・換気扇や、有毒な気体や病原体を安全に扱うためのドラフトチャンバーなどがあります。

広い視点で捉えると、臭気を漏らさずに排気するトイレや、水蒸気を屋内に漏出させずに排気する浴室の換気（このような排気により換気を行う仕組みを三種換気といいます）も、局所排気の一環と捉えることができます。

上述のように、遠方まで到達させることができる吹出の気流に対し、吸込みの気流は影響を受ける範囲がとても小さいため、下部が開放されるキッチンの排気には、大きめのフードと大風量の排気ファンが必要となります。

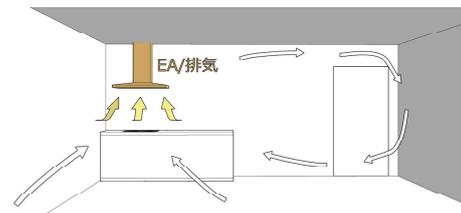
これに対し、トイレや浴室は、扉に設けられたガラリ（グリル状の通気口）やアンダーカット（扉下部の隙間）等による小さな通気開口を残し、閉鎖された空間を形成しますが、これらの通気開口はとても小さいため、通気開口を通過する気流は全域で内部に向かう一方向流となり、内部の空気を外部に流出させません。このため、トイレや浴室は、小さな排気風量ありながら、確実に漏出防止を図ることができます。

このように、局所排気は、閉鎖的な空間であるほど、外部に汚染物質を漏らさず確実に排気することができます。飲食店の客席や事務所のデスクは、パーティションやスクリーン等を用いて個々をブース状に構成し、各席の上部等から排気させることにより、相互の空気感染の防止を図ることができます。

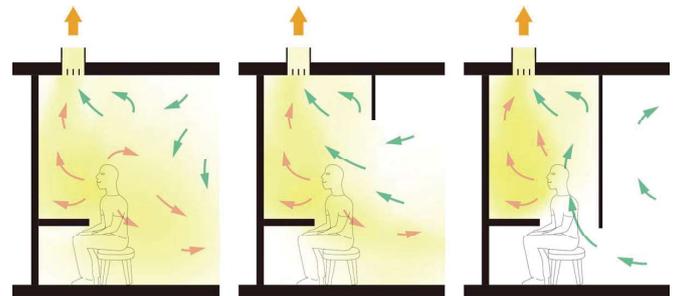
逆に、開放的な空間では局所排気が困難となります。

吸込による気流は、上述のように影響範囲が小さく、室内全体を流れる空調換気や対流による気流の方が優勢となりやすいため、汚染源周囲の汚染空気が排出されず、気流に乗って拡散しやすくなります。

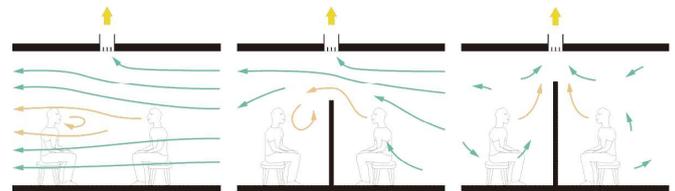
このため、汚染源および排気口付近には、パーティションを設置するなどして、気流の通過を遮断し、また、室内の気流を、排気される気流に連続するように誘導するといった構成が必要となります。



レンジフード下方には一方向流が形成されますが、室内全体の気流を整流することは困難です



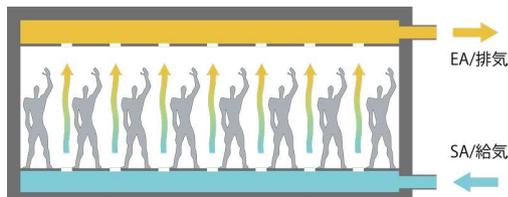
客席やデスク周囲は個々に排気するブースとすると、外部に汚染物質を漏出させずに感染防止を図ることができます



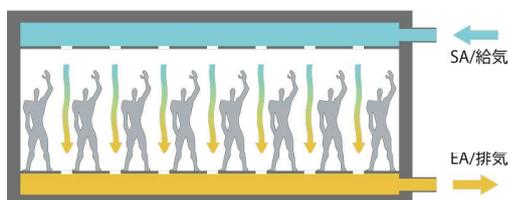
開放的な空間では局所排気が困難です

### ▶ 置換空調

一方向流により、室内の空気を入れ替えるように空調換気を行うことで、汚染物質を室内に循環させず清浄な環境を保つことができます。汚染源や清浄に保つ対象を、気流の上流側・下流側に配置しないことにより、汚染・感染を防止することができます。



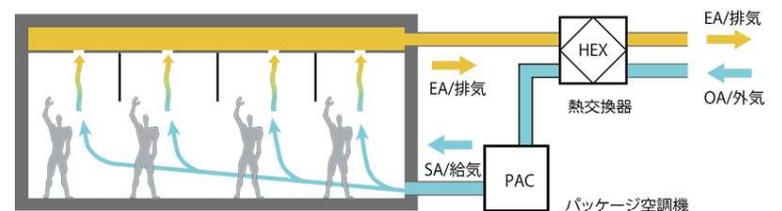
Server Rooms, Offices, etc. / サーバー室、オフィス等



Clean Rooms, Operation Rooms, etc. / クリーンルーム、手術室等

サーバルームなどの場合、床下から給気（SA）を供給し、天井から排気（EA）します。在室者の体温やPC等機器類からの排熱により温まった空気は自然に上昇するため、このような空調換気方式とすることにより、汚染空気や排熱を、効率よくごっそりと新鮮な空気と置き換えることができます。

クリーンルームや手術室などに適用する場合、天井から給気し、床や床側方の壁面から排気します。これにより、床に落ちた塵埃や病原体を舞い上げず、室内を清浄に保つことができます。



省エネ上効果的な置換空調の構成例

※ 完全に鉛直となる方向に空気を入れ替えて換気すると、感染防止には非常に効果的と考えられますが、導入が容易ではないため、水平方向への換気を含めて可能な方法を検討します。

決まった方法があるわけではありませんが、具体的な計画・設計方法および効果の検証や検査・確認方法について、解説し、手法を提案します。(新築工事/改修工事共)

## <共通事項>

- ✓ 給気の噴流が感染者周囲に吹き付けられると、ウィルスを含む呼気が拡散します。また、一般に、空調の気流は、背後から当たると不快になりやすいと言われています。このため、気流アレンジメントにより空気感染防止を図る場合、とりわけ席の背後からの給気は、極力噴流による局所的な直射となることを避け、全体的に均質かつ流速の小さな一方向流を形成させるようにします。また、気流の流速は抑制しつつ、席の周囲のみ輻射式の器具等により冷却・加温するタスクアンビエント式の空調方法を計画すると合理的に構成することができます。
- ✓ 既設の制気口やダクトについて、給排気を入れ替えてを利用する場合、給気系統となる部分には通常、結露対策のための断熱工事が必要となります。

## ● 計画・設計方法

### ▶ 従来の気流のシミュレーション方法

従来の気流のシミュレーション方法には、一般に、風洞実験と、気流解析 (CFD : Computational Fluid Dynamics / 数値流体力学) によるものがあります。風洞実験と気流解析は、それぞれ一長一短のため、多くの場合、組み合わせて行われます。

しかしながら、気流解析の建築分野での利用は、主に強風による構造や周囲への影響等を評価するものであり、人体の発熱や自然対流等、変動する多くの要因が大きな影響を与え合う室内の繊細な気流解析を行う場合は、そもそも条件の仮定自体が困難であり、解析結果も信頼性が低くなるものと考えられます。

さらに、ほとんどの場合において、室内空間におけるコロナウィルスの空気感染防止の為の検証には、いずれの方法も高コストとなり過ぎるのではないかと思います。(中国の建築設計事務所が CFD による気流感染シミュレーションを行っているそうですが)

また、最初から実験・検証しながら計画・設計を進めていくのは合理的ではないため、次項に示すような手法により、設計や検証・検査を行うことを提案します。

### ▶ 計画・設計手法の提案

既設の空調換気設備等の条件を調査・整理し (改修の場合)、スクリーンの設置および気流の誘導・換気量の拡大等、適切な方法を検討し、効果的かつ合理的に感染防止が可能となる設計を行います。

気流は、後述する方法により可視化することで、振る舞いを検証することができます。しかしながら、設計段階においては、室内の構成や設備等の条件による気流の振る舞いを予測する、設計者の能力やセンスが重要となります。空調換気設備や気流に関して勉強・研究することにより、必要な知見を習得し、気流の振る舞いに関する感覚的な理解を手に入れることで、手戻りのない、効果的な設計が可能となります。(このため、設備や気流についての勉強会や研修の開催も有効かと考えます。)

さらに、計算や数値基準等を示すことにより、一定程度の有効性を担保する方法も考えられます。

このように、設計者の技量により設計し、そのまま施工することもできますが、大規模な空間などの場合は、CFD による検証を併用することで、リスクを抑えて合理的に設計することができるかと思います。

いずれの場合も、設計段階では、正確に気流を予測できないため、また、使用時の条件は変化するため、余裕を見込んだり安全側に考えることが重要であると考えます。

尚、感染防止対策は当然重要ですが、冷暖房効果等を発揮できないと、空調自体が意味を成しませんので、これらを両立させる効果的な設計を心掛けることが大切です。また、省エネ上、多くの場合で従来より条件が厳しくなるため、熱交換器を導入する等の対応をすることが必要になるものと考えます。

その他、建築基準法による内装制限・消防法・条例等、法令への適合が必要となります。行政機関への届出や立会検査等が必要となる場合もありますので、ご注意下さい。

## ● 検査・確認方法

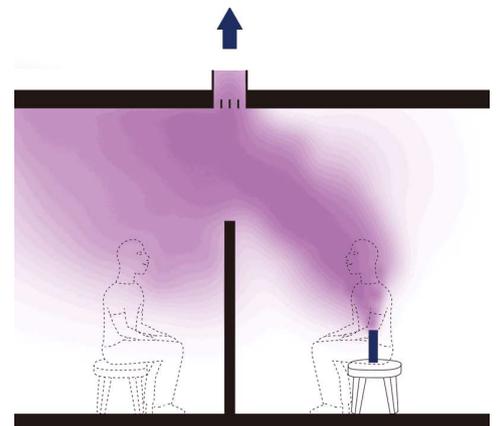
気流アレンジメントや置換空調とした場合、水蒸気発生装置や線香等を用いて気流をトレースすることができます。これらにより水蒸気や煙を発生させ、気流を可視化し、逆流したり拡散して空気感染を起こさないことを確認します。

計画通りの必要な気流を得られない場合、パーティション等の調整や風量の調整等、条件を修正し、必要に応じてフィードバックを繰り返します。

さらに、当該施設の運用時には、物品、在室者数、室内の PC 等による発熱、季節や天気による窓際ペリメーターゾーンの外皮負荷の変動等、検査・確認時は条件が変化します。このため、一定程度の条件の変化を吸収可能な余裕を見込むことが肝要となります。

また、気流の検査・確認時は、人の位置や動作等、複合的に条件を変化させながら気流を確認することも大切です。

尚、煙感知器が設置された室での検査・確認の際は、いずれを用いた場合も、あらかじめビニルシートで養生しておくなど、発報しないように対策をしておく必要があります。また、煙を用いる場合、火気に注意しましょう。



見直しが必要な例

住宅、飲食店、オフィスへの導入例（提案）を紹介します。

※ 避難所等その他の施設への導入方法については、別資料にて解説します。

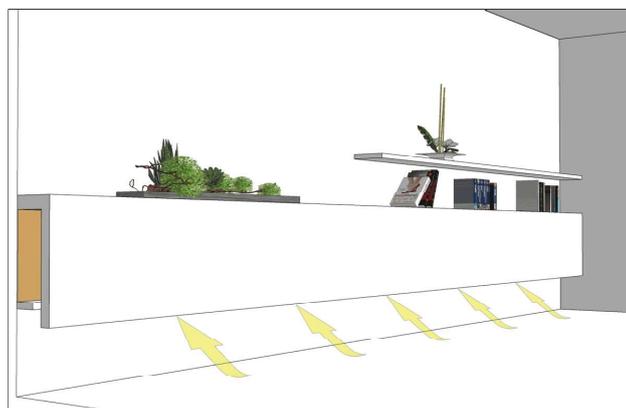
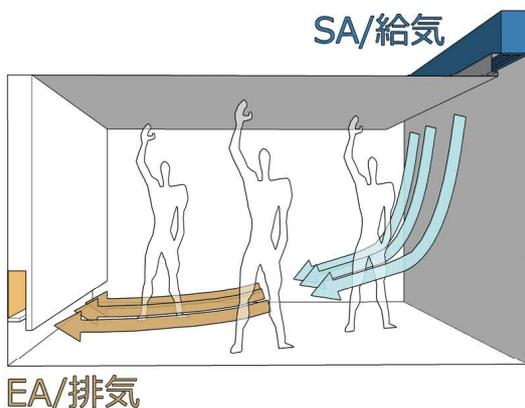
## <共通事項>

- ✓ 戸建て住宅の場合、2003年の建築基準法改正以前の設計により建築されたものであれば、24時間換気が義務付けられていなかったため、トイレや浴室、キッチン以外には換気設備が設置されていないケースが多いものと思われます。この場合、居室の換気設備は新たに設置することとなります。
- ✓ 24時間換気システムその他換気設備が導入されている建築物や住戸等では、法令その他の要件への適合を維持しつつ、既設の空調換気設備を改変するなどして合理的に感染防止方法を導入します。
- ✓ エアコン等の吹出気流はウィルスを拡散させることとなりますので、在室者同士の感染防止を図るには、換気量を大きくする、適宜防風板を設置する、整流板やダクト等を接続して気流アレンジメントを計画する等の対策を検討します。（既設のエアコン等の改変については、別途対策方法を検討中です。）

## ● 住宅 その他 小規模な居室全般

あまり大きくない居室等の場合、天井面ではなく、壁面や、壁面に沿った天井側辺のみに給気口や排気口を設置することができます。

天井側辺に給気口を設ける場合、折り上げ天井とすると、意匠的に美しい仕つらえとすることができ、間接照明も仕込むこともできます。



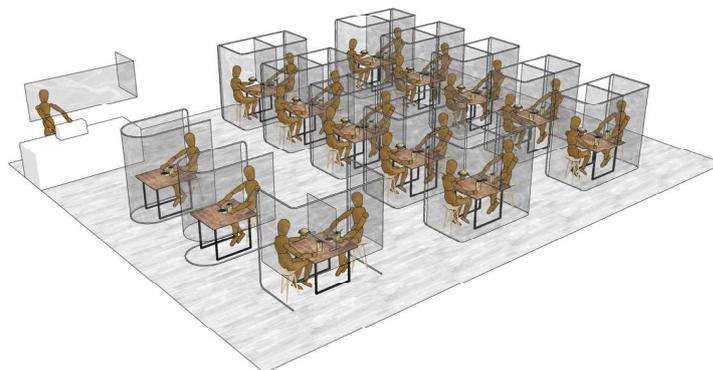
従来、壁下部に排気口を設置することは、手術室などの特殊な用途を除いては、とてもまれでしたが、感染防止の為に空調換気の視点からは、非常に良い効果を生むこととなります。上図のように、天井から給気された空気が当該排気口に吸引され排気されることにより、当該室に対して対角に換気することが可能となり、置換空調に近い換気効果を得られます。また、入巾木状に形成でき、折り上げの天井同様、間接照明を仕込んだ意匠的な仕つらえとすることができます。

## ● ファーストフード店・カフェ

客席の密度が高い反面、一人客や少人数のグループ客の割合が多い、ファーストフード店や喫茶店等への導入について解説します。

### ▶ 換気量により感染防止を図る方法

換気量の大きさにより感染防止を図る場合、スクリーンにより各席を隔て、相互に飛沫を遮断すると同時に、ブースを形成させ、内部に一定程度空気を滞留させ、咳やくしゃみによる高濃度エアロソルを希釈しながら排出させると、効果的に感染防止を図ることができるものと考えます。



尚、テーブルやスクリーン内部は、飛沫や病原体が付着するため、客が入れ替わる度に消毒する必要があります。

## ▶ 気流アレンジメントにより感染防止を図る方法

気流アレンジメントにより感染防止を図った気流の流路計画と客席構成例を紹介します。



大きな共有テーブル席

スターバックスなどで見られる大きな共有テーブルへの気流アレンジメントの適用例です。テーブル中央に、向かい合う客席同士による飛沫感染を防止するスクリーンを設置し、直上に風量の大きな排気口を設置することにより、図示する気流を生み出しやすくなります。

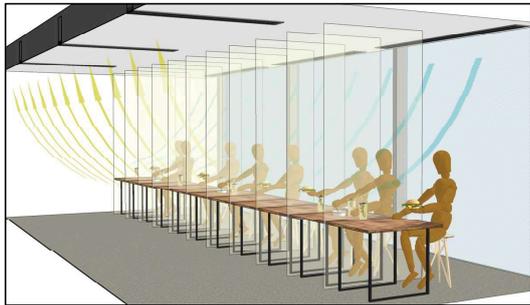
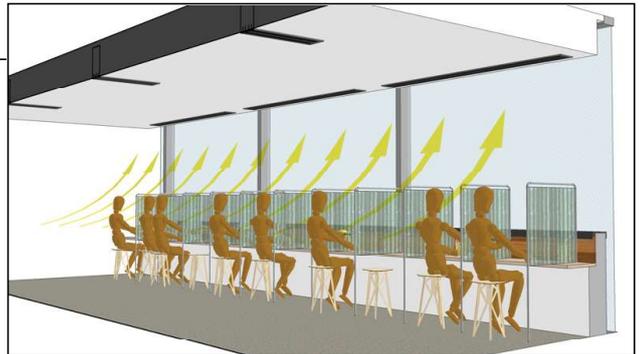
このスクリーンは、室内全体の気流も一定程度遮りますが、高さが高いほど、当該気流が越流しにくくなり、隔てられた各空間内で対流を起こしやすくなるため、排気の上昇気流を生み出しやすくなるものと考えられます。

但し、この図のような開放的な構成だけでは、安定した排気の一方向流は形成されにくく、隣席同士のスクリーンもないため、隣席間に十分な間隔を確保したり、マスクの着用等の対策を併用する必要があるものと考えます。

窓側のカウンター席

従来、建物外周部（バリエーターゾーン）の窓際には、日射熱や外部からの熱負荷を空調により打ち消す為、吹出口を設けるのが一般的でした。

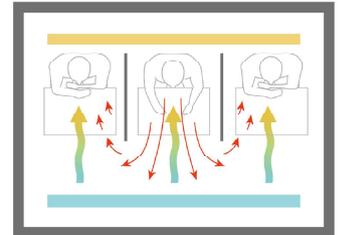
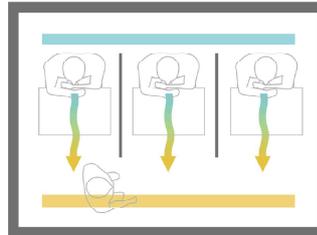
しかしながら、省エネ上は、熱負荷を打ち消すより、上述の局所排気のように排気口を設けて窓際付近の空気を排出した方が有利となります。また、窓側のカウンター席の空気感染防止の観点からも、窓際の空気を排出する方が有利となります。このため、ブラインドを併用して日射熱を遮断したり熱貫流を低減させ快適性の確保を図るなどしつつ、窓際の空気を排出させ、排気による気流が滑らかに層流を形成するように空調換気の気流を計画します。



客席相互の間に、床面から天井面まで達するスクリーンを配置した例

客席相互の飛沫感染を防止することのみならず、気流の対流等の運動を抑制して、給気口側から排気口側への一方向の流れに整流する効果を期待することができます。

席の前面を開放し、隣席間のみスクリーンを設置する場合、向かい風により呼気中の高濃度エアロゾルが押し返されると、隣席へ流入するかも知れません。スクリーンに十分な幅を持たせるか、気流が席の背後から吹き付ける向きとなるように計画することで、これを防止することができます。

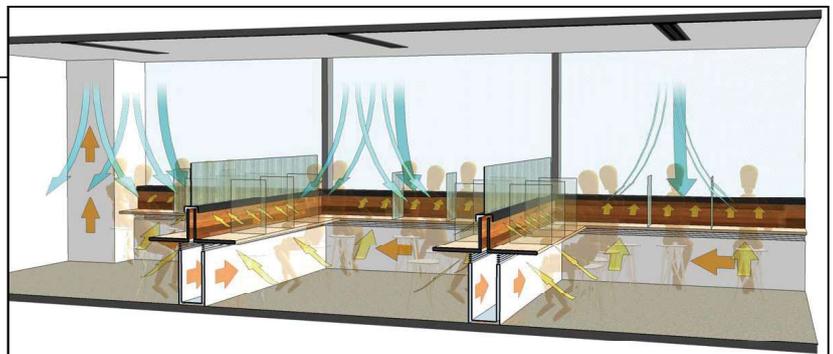


造作カウンターに排気システムを組み込んだ構成例

造作カウンターに排気ダクトおよび排気スリットを設け、排気による一方向流が、安定した一定以上の風速となる範囲内に客を位置させることにより、客の呼気（吐く息）を即座に排出します。

隣席間および向かい合う客席間にはスクリーンが設置され、飛沫や高濃度エアロゾルを遮断します。

吐き出された客の呼気（吐く息）や周囲の空気は、造作カウンター下部の排気ダクトに設けられたスリット、および、カウンター上のバックボード頂部に設けられた笠木下のスリットにより、即座に吸引され排出されます。



排気スリットは、呼気の吸込の為にはカウンター上のみ設置で良いかもしれませんが、このようにカウンターの上下に設置し、足元まで気流を循環させることにより、とりこぼしなく、安定した一方向流を維持し、かつ、快適な空調効果を提供することができるのではないかと考えます。

この図の例では、カウンター下の横引枝排気ダクトは、横引主排気ダクトに合流し、柱型として設置された縦ダクトにより天井内に誘導され、通常のダクトルートに合流させる構成としています。

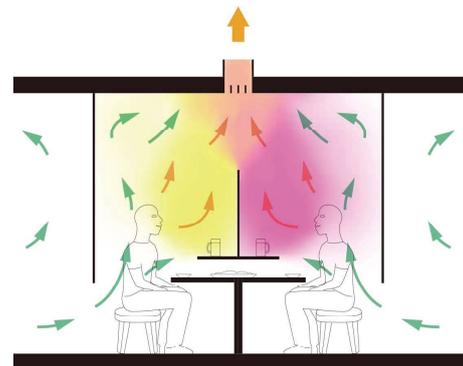
## ● 飲食店・居酒屋

飲酒により呼気量が大きくなり、感染の危険性が大きくなるとされる、居酒屋や飲食店での感染防止方法の提案です。



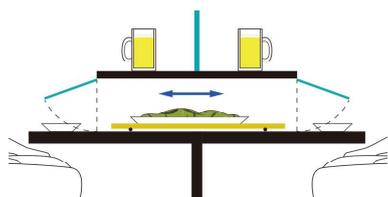
1つのテーブル全体をビニルカーテンで覆い、ドラフトチャンバー状の空間を構成します。席同士もそれぞれスクリーンにより区画し、背後のカーテンや暖簾によって低い位置から外気を誘引する換気を行うことにより、同一テーブルの客同士の感染の防止を図りつつ、客の呼気をテーブル外に漏出させないようにすることができます。

グループ内での、飛沫や高濃度エアロゾルによる感染を防止するため、席同士を区画するスクリーンには一定以上の高さを確保する必要がありますが、テーブルを含むドラフトチャンバー状の空間全体の面積に対し、十分な排気風量を確保すると、各席上部での空気の対流や拡散の速度より、排気速度が上回り、隣接する席同士の空気感染の恐れがほとんどなくなります。



このため、席同士を区画するスクリーンの上部は天井まで延長せず開放することができますが、これにより、互いの声が聴こえやすくなり、無理なく会話を楽しむことができます。

テーブル中央にはシェア&乾杯スペースとして、パーティションに開口を設けてあります（とはいえ唾液の付いたグラスやジョッキを乾杯するのは危険かもしれません）。シェアする料理に唾等の飛沫がかからないように、上部には飛沫防止カバーを兼ねたカウンターを設置しています。上段は、とりわけ料理やビール、独り占めしたい小皿などを置くことができます。



尚、テーブル中央のシェアリングスペースは、左図のように、前面に開閉可能なカバーを設けると、より確実な感染防止を図ることができます。さらに、皿の下に、任意の水平方向にスライド可能なトレイを敷くと、シェアリングスペース内で自由に移動できるようになります。

※料理の取分け作業時の接触による感染の可能性は不明ですが、作業中は、唾液による飛沫感染防止のため、会話を控えるようにする必要があります。

シェアリングスペース側面に給仕用の開口を設けると、配膳が容易になります。



## ● オフィス

ほとんど人が留まらない通路部分に給気し、各席にて排気する気流の流路計画により、在席者同士の空気感染を防止することができます。

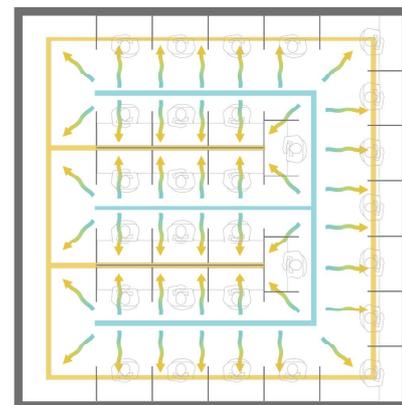


デスク周りをブース状に構成し、それぞれの上部から局所排気することにより、呼気を外部にほとんど漏らさず排出することができます。

※ 背面も囲った方が感染防止には効果的と考えられますが、煙感知器の設置義務が生じる場合があります。



現在のところ、コロナウィルスの感染力は解明されていないため、どの程度の感染防止対策を講じる必要があるのかが分かりませんが、従来の目隠しのパーティションだけでも飛沫感染の防止を図ることができ、大きな感染防止効果が望めるものと思われます。



空調換気による乗物内の感染防止方法の提案です。

## ● 自動車・タクシー

乗用車の場合、窓ガラスの結露防止（解消）の為、大きな風量の換気設備が装備されています（エアコンの外気導入モード）。このため、換気量自体は十分かもしれませんが、非常に狭い空間内に複数人が近接した状態で乗車するため、窓を開け、走りながら空気を入れ替える方が安全であると思われます。

最近は装着車が減少しましたが、窓にバイザーを設置すると、雨天時も一定量窓を開けて換気することができるようになります。タクシーの場合、バイザーは通常装着されていると思いますが、後部座席の窓にもバイザーを設置すると、前後の窓を開けて、室内の空気を入れ替えるように換気できるため、より良いと考えられます。また、運転席および助手席と、後部座席とを遮断する防犯スクリーンも、前後の空気の流通を一定程度遮断できるため、感染防止に有効ではないかと考えます。この場合、前後それぞれで窓を一定以上開けて換気することで、より大きな効果を生み出すものと考えます。



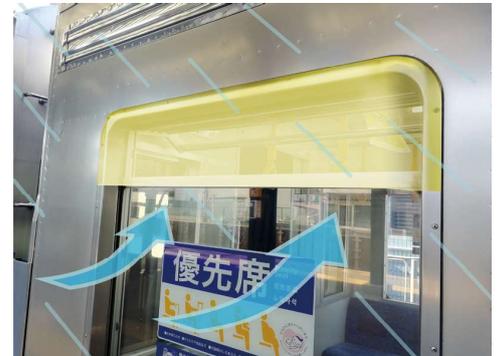
## ● 鉄道・バス

### ▶ バイザーの設置（雨天時の自然換気の確保）

乗物の空調換気設備は、建築同様、感染防止の視点に基づいた換気量を設定している訳ではないと思いますが、少なくとも首都圏の鉄道会社の多くは、5月現在の時点で、自主的に窓を開けて換気しながら運行しており、換気設備による換気量の不足を補っているようです。今日の感染者数の抑制の成功の背景には、この取り組みによる効果もあるのではないのでしょうか。

しかしながら、梅雨や夏の時期には降水が多くなり、窓を開めざるを得ない日も多くなります。

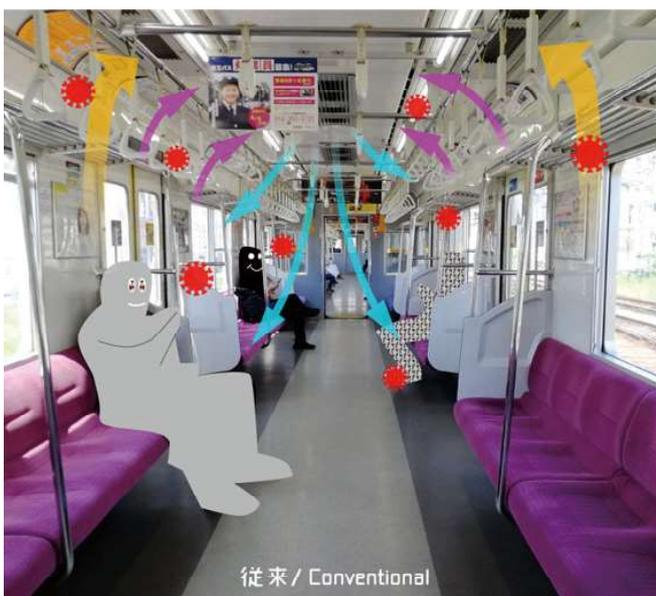
そこで、梅雨以降も窓を開けて換気を継続する方法として、右図のように、車の窓のバイザーのようなものを鉄道車両に取り付ける対策を提案します。



### ▶ 空調換気設備の改変による気流アレンジメント

春や秋は中間期と言って、外気温が快適であるため、十分換気することにより空調に代えることができますが、盛夏は暑すぎて、換気だけでは当然不十分です。そこで、置換空調のように、換気（排気）により車内の熱を排出させながら、冷房の強風を直接乗客に吹き付けるように空調換気設備を改変することにより、猛暑での、感染防止と冷房を両立する方法を提案します。

通勤電車の多くは、空調設備として、満員状態での運転に対応できる大容量のヒートポンプパッケージエアコンを天井に備えており、ダクトレス化のため、換気設備の制気口も完全に分けていることが多いのではないかと思います。このため、空調設備は、還気を再加熱（冷却）して室内を循環させているものと思われるのですが、空気感染防止の視点からは、空気を循環させず排気し、置換空調を行う方が安全です。



上図では、外気接続口とパッケージエアコンの空気の吸込口とをカバーで被覆して連絡させ（ダクティングし）、外気接続口の排気ファンを電気的な方法または機械的な方法により反転させることで給気ファンとして機能させ、取り込んだ外気を直接加熱または冷却して車内に供給する構成を提案しています。ベンチ下部の壁面に新たに開口を設け排気ファンを設置することにより排気が可能となり、車両は高度な置換空調が可能となります。排気は、ベンチ下部から吸込み、乗降口脇や車両端部にて縦ダクトにより天井付近に誘導して排出する構造とすると、新たな開口の加工が不要となり、また、熱交換器の設置により取込外気と熱交換を行う構成とすることが可能となる為、省エネ効果の向上も期待することができます。

## ● 研究開発

現在、WHO、ASHRAE(米国暖房冷房空調学会)、CDC(アメリカ疾病予防管理センター)、空調衛生工学会、日本建築学会などから、コロナウィルス感染防止の為に、従来の空調換気技術に基づく対応方法についての啓蒙資料が発出されています。しかしながら、みじんこ総研では、安全な事業活動や都市生活を再開するには、これまでにない、より踏み込んだ技術的な検討や対策が必要になるものと考えており、本資料やHP等にて技術提案しております。

<オープンイノベーション等による提携および共同開発について>

みじんこ総研では、津波防災等、多くの分野での研究開発を行っておりますが、より高度な開発や普及のため、オープンイノベーションによる、他社様との共同開発や協働を重視しております。コロナウィルスの感染防止に有効な技術を確立することは、国内のみならず、世界中の人々を助けることにつながるものと捉えており、お力添え頂けるパートナー様を募集しております。

## ● 設計アライアンス

みじんこ総研では、本資料にて提案する、空調換気による感染防止方法について、設計者様・施工者様に対しての技術的なサポートを行います。また、具体的な設計・工事の依頼に対し、対応可能な設計事務所・施工会社を紹介する、設計アライアンスの構築を検討しております。現在のところ、検討段階ではありますが、ご興味をお持ちの設計者様・施工者様は、お気軽にお問合せ下さい。

## ● 設計・コンサルティングおよび導入のご依頼・お問合せ

設計や導入のご依頼、ご相談等ありましたら、お気軽にお知らせください。

<ご注意>

- ・本資料で紹介する技術は、十分に確立されたものではなく、全ての案件・ご要望にお応えできるものではありません。
- ・具体的な導入にあたっては、既設の空調換気設備等の調査および計画に、ある程度の日数を見込む必要があります。
- ・みじんこ総研は、建築設計事務所ですが、施工はお受けすることができません。工事をご希望の場合、施工会社を紹介することが可能です。  
※ みじんこ総研では、設計、工事監理、マネジメント、コンサルティングをお受けすることができます。

### < お問合せ / 連絡先 >

一級建築士事務所 みじんこ総研合同会社

代表 : 03-6821-0358

Mail: general@mijinko.biz

Website: www.mijinko.biz

〒156-0057 東京都世田谷区上北沢 4-21-9-203

もっと詳しく! ↓

Google

🔍 みじんこ総研 🖱️

本資料での提案内容は、WEBにて、より詳細に解説しております。その他、具体的なご質問に関しては、みじんこ総研までお問合せ下さい。

「みじんこ総研」にて検索  
→ TOP ページ → 「コロナウィルス感染防止技術」 → 「空調換気設備による感染防止」



一級建築士事務所  
**みじんこ総研** 合同会社

〒156-0057 東京都世田谷区上北沢 4-21-9-203  
TEL: 03-6821-0358 MAIL: general@mijinko.biz WEB: www.mijinko.biz  
一級建築士事務所 東京都知事登録 第 63495 号