

with(after)コロナにおける建築設備
Building Equipment in [With(After) COVID-19]

株式会社 日本設計 環境・設備設計群
NIHON SEKKI.INC Environmental & MEP Engineering
不破徹生
Tetsuo FUWA

キーワード: 新型コロナ感染症(COVID-19)、エアロゾル感染(aerazol infection)、三密の回避(avoid the 3Cs)、換気(ventilation system)

1. はじめに

国内初の新型コロナ感染症の陽性者が発生してから1年半が経とうとしている。この間には、建築設備においても少なくない影響があった。新型コロナ感染症においては、今までの感染症に関する知見とは明らかに異なる事象が発生しており、特にエアロゾル感染（マイクロ飛沫感染）といった新しい感染経路も指摘され、換気設備との関連もあわせて指摘されている。

本稿では新型コロナウイルス感染症についての法的位置づけ、感染経路などの基本的な事項を整理し、with (after) コロナにおける建築設備等について考察する。

2. 感染症のおさらい

(1) 感染症関連の法律(新型コロナの類型)

新型コロナ感染症は、【新型コロナウイルス感染症を指定感染症として定める等の政令】(2020年2月1日施行)により、【感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律(以下感染症法)】における類型は「指定感染症」に分類され、二類感染症相当の措置がとられた。その後、指定感染症としての指定期間の延長があり、2021年2月13日施行の【感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律の一部を改正する法律】により新型コロナ感染症は「新型インフルエンザ等感染症」に分類され、同感染症に係る措置を講ずることができることとなった。また宿泊療養及び自宅療養の法的位置付けを明記し、新型インフルエンザ等感染症又は新感染症のまん延を防止するため必要があると認めるときは、厚生労働省令で定めるところにより、当該感染症にかかっていると疑うに足りる正当な理由のある者に対し、当該感染症の潜伏期間を考慮して定めた期間内において、当該者の体温その他の健康状態について報告を求め、又は当該者の居宅若しくはこれに相当する場所から外出しないことその他の当該感染症の感染の防止に必要な協力を求めることができることとなった。

表1 感染症法における分類

感染症類型	疾 病
一類感染症	エボラ出血熱、クリミア・コンゴ出血熱、痘そう、南米出血熱、ペスト、マールブルグ病、ラッサ熱
二類感染症	急性灰白髄炎、結核、ジフテリア、重症急性呼吸器症候群(SARS)、中東呼吸器症候群(MERS)、鳥インフルエンザ(特定鳥インフルエンザ)
三類感染症	コレラ、細菌性赤痢、腸管出血性大腸菌感染症、腸チフス、パラチフス
四類感染症	E型肝炎、A型肝炎、黄熱、Q熱、狂犬病、炭疽、鳥インフルエンザ(特定鳥インフルエンザを除く)、ポツリヌス症、マラリア、野兔病、その他政令で定めるもの
五類感染症	インフルエンザ、ウイルス性肝炎、クリプトスポリジウム症、後天性免疫不全症候群、性器クラミジア感染症、梅毒、麻しん、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌感染症、その他厚生労働省令で定めるもの
新型インフルエンザ等感染症	新型インフルエンザ、再興型インフルエンザ、 新型コロナウイルス感染症、再興型コロナウイルス感染症
指定感染症	既に知られている感染性の疾病(一類感染症、二類感染症、三類感染症及び新型インフルエンザ等感染症を除く。)であって、第三章から第七章までの規定の全部又は一部を準用しなければ、当該疾病のまん延により国民の生命及び健康に重大な影響を与えるおそれがあるものとして政令で定めるものをいう。
新感染症	人から人に伝染すると認められる疾病であって、既に知られている感染性の疾病とその病状又は治療の結果が明らかに異なるもので、当該疾病にかかった場合の病状の程度が重篤であり、かつ、当該疾病のまん延により国民の生命及び健康に重大な影響を与えるおそれがあると認められるものをいう。

改正後

当初指定

(2) 緊急事態宣言とまん延防止対策重点措置

現在（2021年6月4日執筆時点）でも続いている「緊急事態宣言」や「まん延防止重点措置」などの措置の法的根拠は、【**新型インフルエンザ等対策特別措置法**】により規定されている。もともとこの法律は2009年にメキシコで発生し流行した新型インフルエンザを教訓に、2012年に新型の感染症などにおいて【**感染症法**】だけの対応では感染拡大防止に不十分なところを補うよう制定された法律である。その後、新型コロナ発生でこの法律を準用できるように改正があり、更に感染を防止するための協力要請の実効性を確保するために罰則等の規定が定められ現在に至っている。

(3) 感染経路

従来、感染症の感染ルートは接触感染、飛沫感染、空気感染の3経路が定義されていた。新型コロナ感染症では、会話や呼吸でもエアロゾルが発生し、空気中を漂いそれを吸入することで感染する経路が指摘されている。会話などで発生するエアロゾルは発生源に近いほど濃度が高く、飛沫感染も含めて2m以内の近距離で感染リスクが高いと言われている。ウィルスの活性（感染力）なども総合的に判断し、結核・麻疹・水痘などの主要な感染経路が空気感染である感染症とは区別して、明確な定義はないもののエアロゾル感染（マイクロ飛沫感染）という呼称が暫定的に使われているようである。

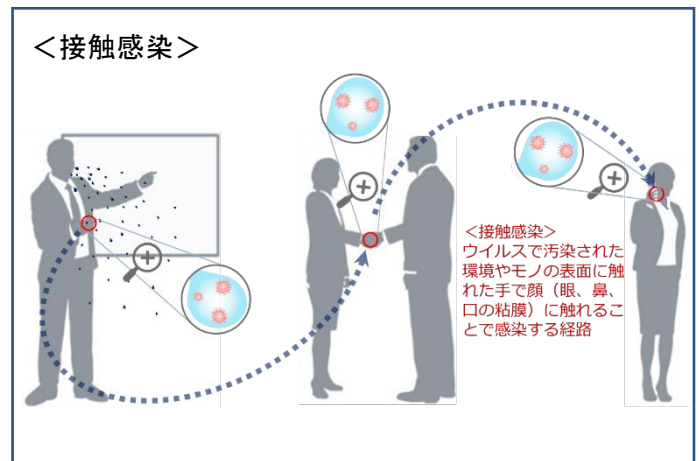


図1 接触感染

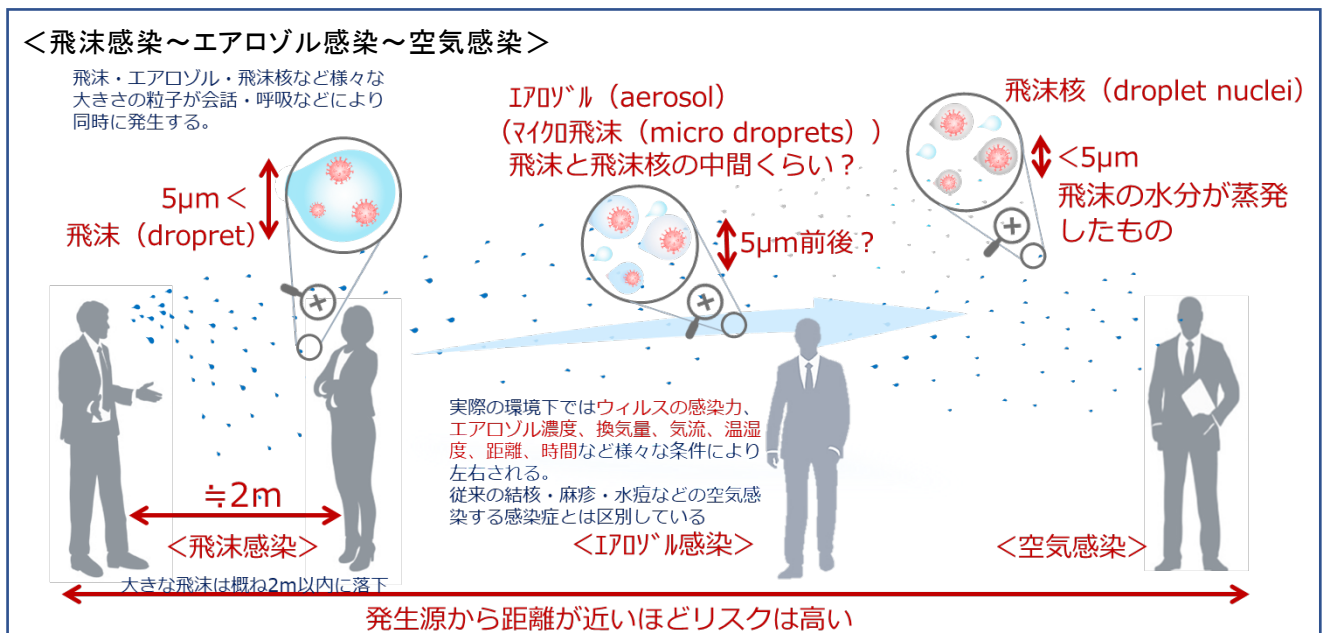


図2 飛沫感染～エアロゾル感染～空気感染

(4) 三密の回避

国内最初の陽性者判明後の間もない2020年3月1日に厚生労働省が三密という用語は使っていないものの、集団感染（クラスター）の発生場所の共通点として「換気の悪い」、「人が密に集まって過ごすような空間」、「不特定多数の人が接触するおそれが高い場所」の3点があげられるとして注意喚起を行っている。その後「三密」という用語が一般的に広まり、その概念は国内だけでなく世界中に「Avoid the 3Cs」として広まった。

特に三密のうちの一つである「換気の悪い密閉空間」は、建築設備と密接に関連する要素であり、業界にも大きな影響を与えた。「換気の悪い密閉空間」を解消する換気量として、ビル管法で規定されるCO2濃度1,000ppmをクリアする30m³/h・人以上の換気量を確保することが厚生労働省から推奨されている。ただし、感染拡大防止における換気量の目安としてCO2濃度を利用するのは良いが、ウィルスは人員に比例して排出されるものではないので、人員当たりに必要な換気量算定だけでは「換気の悪い密閉空間」の解消にはならない可能性があることも留意する必要がある。

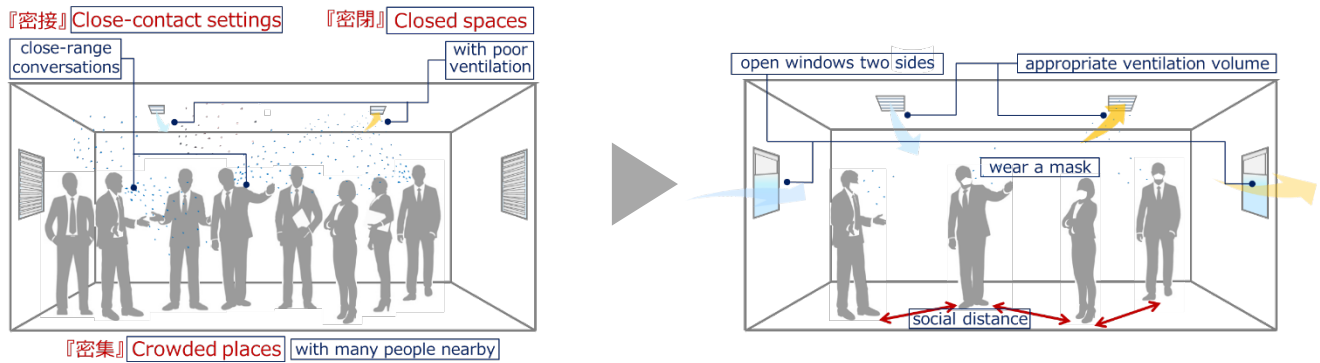


図3 三密の回避

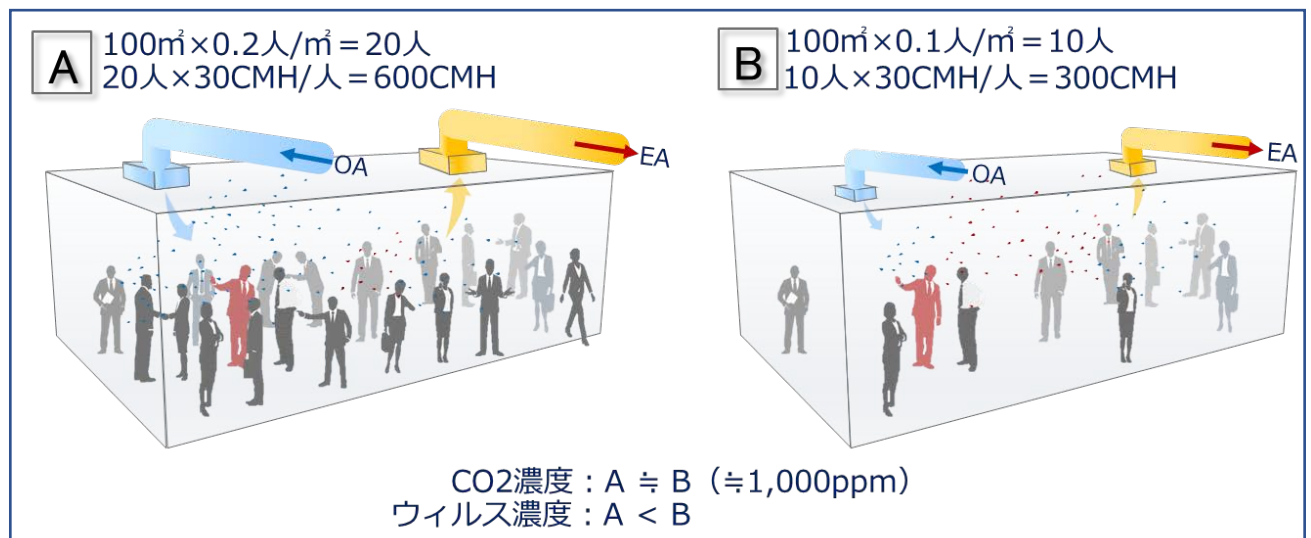


図4 換気の悪い密閉空間を回避する換気量は？

3. 感染症と病院設備

厚生労働省は2021年4月7日に新型コロナの治療などを行う病院施設の換気設備の点検を行う様にとの事務連絡を各都道府県へ出している。その事務連絡では「換気量の不足が、病院内でのクラスター感染の要因となった可能性が否定できないと考えられ、換気量が設計時に対して減少する要因として換気設備の老朽化や省エネルギー、省コスト等のための換気量調整があげられます。」としており、換気設備と院内感染拡大の関連性が指摘されている。

病棟における一般病室の換気回数は新鮮外気2回/h以上、室内循環風量6回/h以上で設定されることが多い。これは【一般社団法人日本医療福祉設備協会規格 病院設備設計ガイドライン（空調設備編）HEAS-02-2013】の基準に準拠したものである。（現在このガイドラインは改定作業中であり、換気回数などの基準は検討中で未定である。）新型コロナ感染症は前述のとおりエアロゾル感染という感染経路が指摘されており、適切な換気回数が求められる。しかし、エアロゾル感染を回避するための適切な換気回数について明確な知見はまだ無い。一類感染症を扱う一種感染病室は、厚生労働省の施

設基準では 12 回/h を推奨している。天井内ダクト納まりや省エネなど考慮すると、一般病棟で現実的な換気回数の範囲としては 2 回/h～6 回/h 程度であると思われる。また、病室の室圧設定（気流方向設定）にも様々な考え方があり、免疫力が弱っている患者さんの病室を陽圧にする場合、感染症の拡大防止を主眼にした病室を陰圧にする場合など病棟の性格によって考え方は様々である。図 5 に気流方向をスタッフステーション→中廊下→対象病室・WC・汚物処理室として医療従事者の感染リスク低減、院内感染防止を図ることを主眼とし、病室の換気回数（排気風量）を 2 回/h から 6 回/h にした場合の BEST による年間空調負荷計算の結果を示す。換気回数を増やしているのが当然のことながら外気負荷が増えるので以下のような事項に留意する必要がある。

● 通常モードと感染対応モード

- ・ 外気負荷の影響が大きいので通常時と感染対応時で換気風量（外気量）を可変できるようにする

● 換気回数（外気導入量）

- ・ 1 種 2 種の感染病室では 12 回/h が推奨されているが一般病棟の階高では納まり厳しい
- ・ 対象室を限定するか 2～6 回/h 程度に抑えて＋循環機器（UVGI or HEPA）併用なども検討

● カスケード換気と気流方向

- ・ 医療従事者への感染リスク低減のためスタッフステーション⇨廊下⇨病室など空気の流れを作る
- ・ 単純に病棟換気風量を増やすのではなく、感染リスクを考慮して給気をカスケード利用

● 空気の流れを考慮した効率的な排気

- ・ 患者呼気を効率的に排出できる給気口と排気口の配置
- ・ 医療従事者のベッドサイドへのアプローチ方向を意識した給気口と排気口の配置

● 効率的な外気負荷処理

- ・ 排気の熱回収検討（顕熱交換器・空気水熱交換器など）
- ・ 除湿制御対応の効率化（デシカント方式または排熱利用による過冷却再熱対応）
- ・ 蒸気加湿から気化式加湿へ（気化式の場合水質には十分留意）

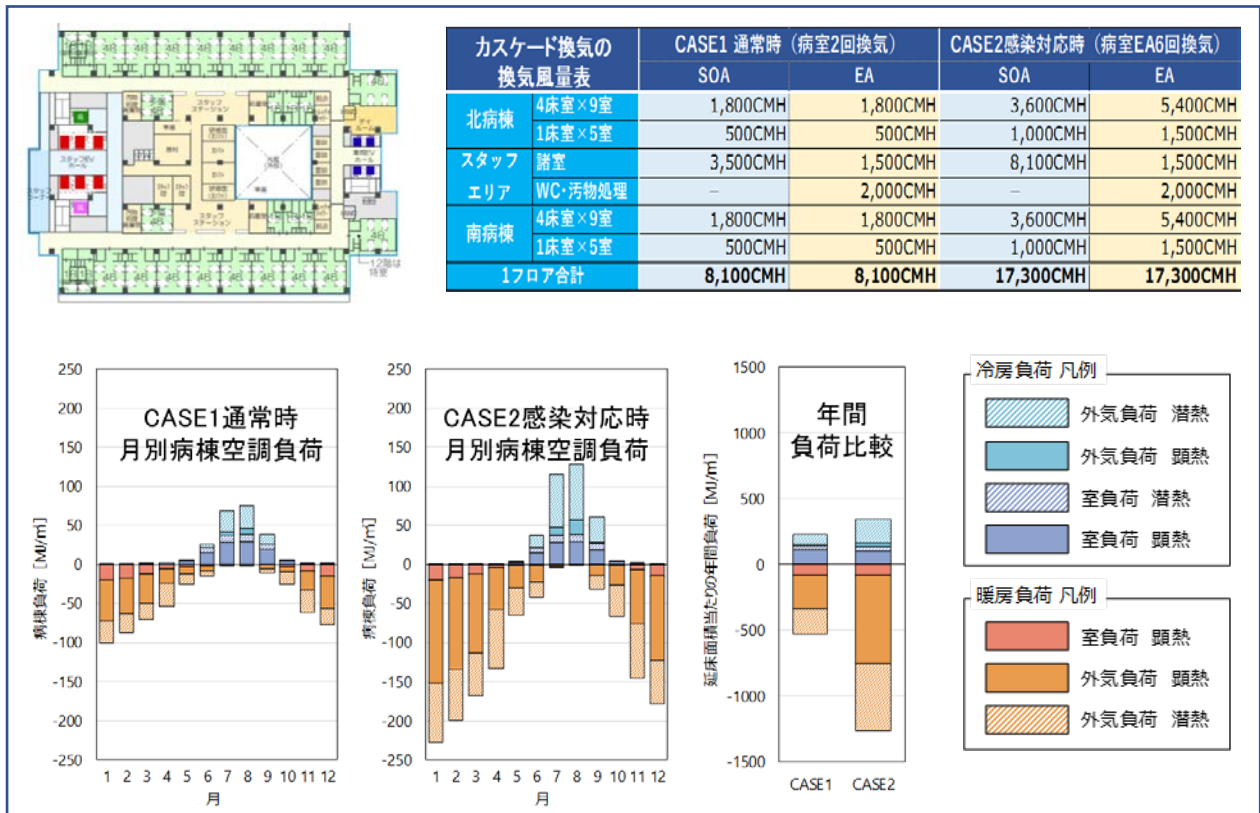


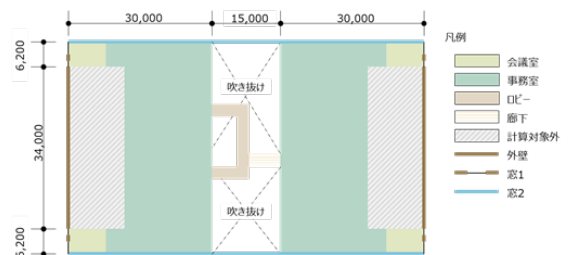
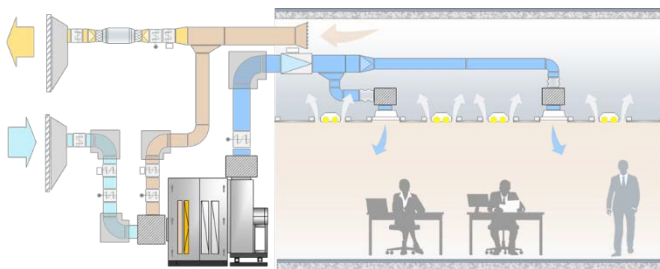
図 5 病室の換気回数の違いによる年間空調負荷

4. 感染症と建築設備

(1) オフィスのエアロゾル感染対策

空調調和衛生工学会（新型コロナウイルス対策特別委員会）2021年4月1日付け【新型コロナウイルス感染対策としての空調・衛生設備の運用について】の中で、エアロゾル感染対策として、「厚生労働省の推奨する換気を確実に実施することは前提に、さらに可能であればできるだけ換気量を多く保つことが、感染リスクの低減につながることは、ほぼ確実に考えられる。」と述べられている。ビル管法の基準外気風量（30m³/h・人）より外気風量を増やした場合に、どの程度影響があるのかをBESTで年間負荷を算定を行った。オフィスの場合、室内負荷の割合が大きく病棟ほどの影響はないが以下のような点に注意が必要である。

- 換気回数（外気導入量）の通常モードと感染対応モード
 - ・ VAV による室内温度制御の下限值設定や外気量固定制御、外気導入機能の分離
 - ・ ビル管法基準～2～4 回/h 外気量可変モード、外気冷房モード、CO₂ 濃度制御除外などモード設定
 - ・ 中間期は積極的に外気導入増で室内負荷も減少（潜熱処理は別途必要）
- 冬期外気負荷の処理の工夫
 - ・ 換気量増により夏期よりも冬期の方が外気負荷が増える傾向（全熱交換器）
 - ・ 温熱製造の高効率化（CGS 排熱利用、ヒートポンプ）
- 循環空気の対応
 - ・ 高性能フィルター、UVGI などの空調機組込み
- 新しい働き方への対応
 - ・ フリーアドレス化や在宅勤務併用による在席率低下との整合が必要



● 空調システム

循環 + 外気取入れ空調機
単一ダクトVAV方式

● 外気導入量

CASE-1(基準)
人員密度：0.1人/m²
外気導入量：30m³/h・人
(1回/h相当 (CH:2.7m))

● 外気導入パターン

CASE-2：2回/h相当の場合
CASE-3：2回/h + 全熱交換器の場合
CASE-4：2回/h + 外気冷房制御の場合
CASE-5：自然換気の場合

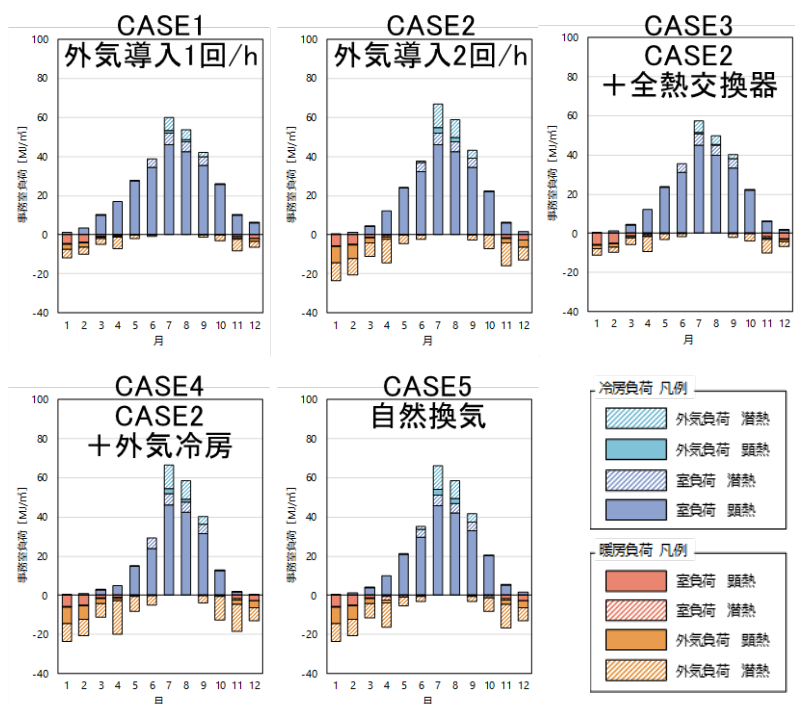


図6 外気導入量と外気導入方式による年間負荷

(2) オフィスの飛沫感染対策

新型コロナ感染症の主要な感染経路は飛沫感染と言われている。エアロゾル感染対策としては、換気風量増加や効率的換気などの対策が考えられているが、飛沫感染対策はマスクやアクリル板の設置などが主流で設備的な対策が行われていることは少ない。飛沫を設備的な仕組みで防止するとすると気流による飛沫拡散の防止やパーソナル化が考えられるが、テレワークによるオフィス縮小によるフリーアドレス化やワークプレイスの多様化などには反する方向性かもしれない。一方でテレワークでのコミュニケーションの難しさなどもあり対面でのコミュニケーションの重要性も指摘されている。with コロナの時代としてオフィスに集まることの意義を見直していくことになるであろう。

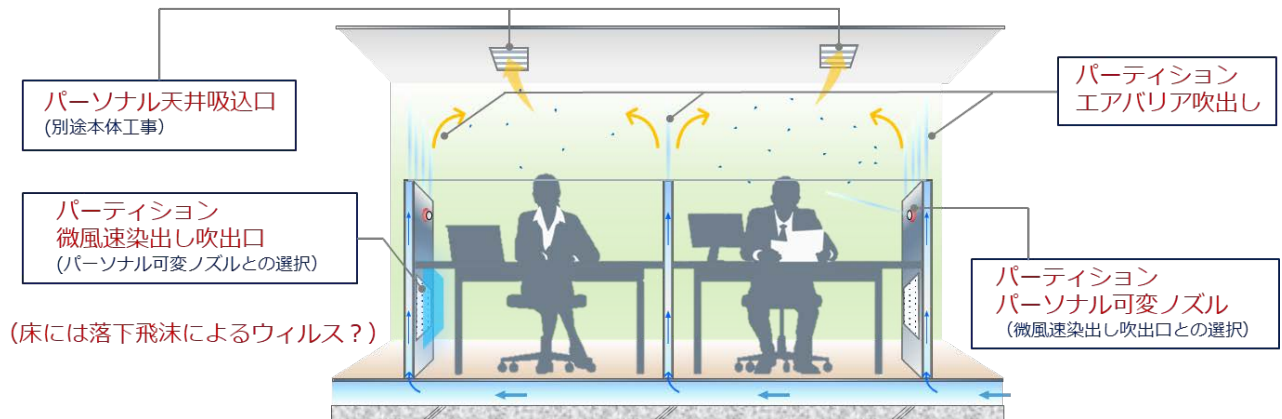


図7 飛沫感染防止？エアバリアパーソナル空調

5. おわりに

ワクチン接種が徐々に進み、集団免疫を獲得した時点でafter コロナという時期になっていくと思われる。しかし、2000年以降に新型の感染症は、SARS、新型インフルエンザ、MERSそして新型コロナと新型感染症は10年に一度くらいの割合で発生している。ということは、「after コロナ」というよりも「with 感染症」という時代に備えて行かなければならないのかもしれない。

(本稿は2021年5月末までの情報を基に作成したものである)