

一般社団法人公共建築協会
新型コロナウイルス（COVID-19）等感染症に対する
空調換気の現状・課題と医療施設最前線

「医療施設の環境とCOVID-19」

工学院大学建築学部
教授
笥 淳夫

感染対策のガイドライン

隔離室の空調の事例

工学院大学建築学部 笥 淳夫 7

隔離室の感染対策

COVID-19への対応と課題

工学院大学建築学部 笥 淳夫 12

工学院大学建築学部 笥 淳夫 22

感染対策のガイドライン

環境要因による感染に関連する日本とCDC,NHSのガイドライン

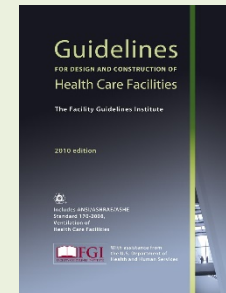
1996	CDC	Guideline for Isolation Precautions in Hospital
1999	厚生労働省	感染症予防法
2003	CDC	Guideline for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities
2004	厚生労働省	感染症予防法（改正）
2005	CDC	Guidelines for Preventing the Transmission of Mycobacterium tuberculosis in Health-Care Settings
(2006	厚生労働科研	結核患者収容のための施設基準)
2007	CDC	Guideline for Isolation Precautions : Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings
(2009	厚生労働科研	結核を想定した感染症指定医療機関の施設基準)
2009	WHO	Guidelines on Hand Hygiene in Health Care
2013	日本医療福祉設備協会	病院空調設備の設計・管理指針
2013	DH, Estates & facilities	HBN00-09- Infection control in the built environment

アメリカと英国の病院建築のガイドライン

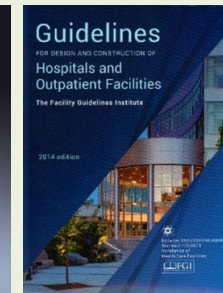
- Guidelines
FOR DESIGN AND CONSTRUCTION OF
Hospitals 2018 edition

- The Facility Guidelines Institute, USA

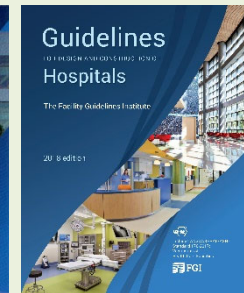
- 2018FGI
- 2014FGI
- 2010FGI
- 2006AIA (American Institute of Architects)



2010FGI



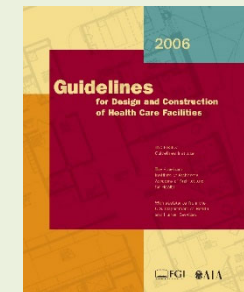
2014FGI



2018FGI

- Infection control in the built environment
Health Building Note 00-09

- Department of Health, UK



2006AIA



2013DH, UK

- 病院空調設備の設計・管理指針 (HEAS-02-2013)
(日本医療福祉設備協会 : <http://heaj.org/>)
 1. 概要
 2. 病院感染対策
 3. 室内環境
 4. 運転・保守
 5. 空調方式・機器
 6. 省エネルギー
 7. 災害対策
 8. 部門別設計指針
 9. 課題と対策



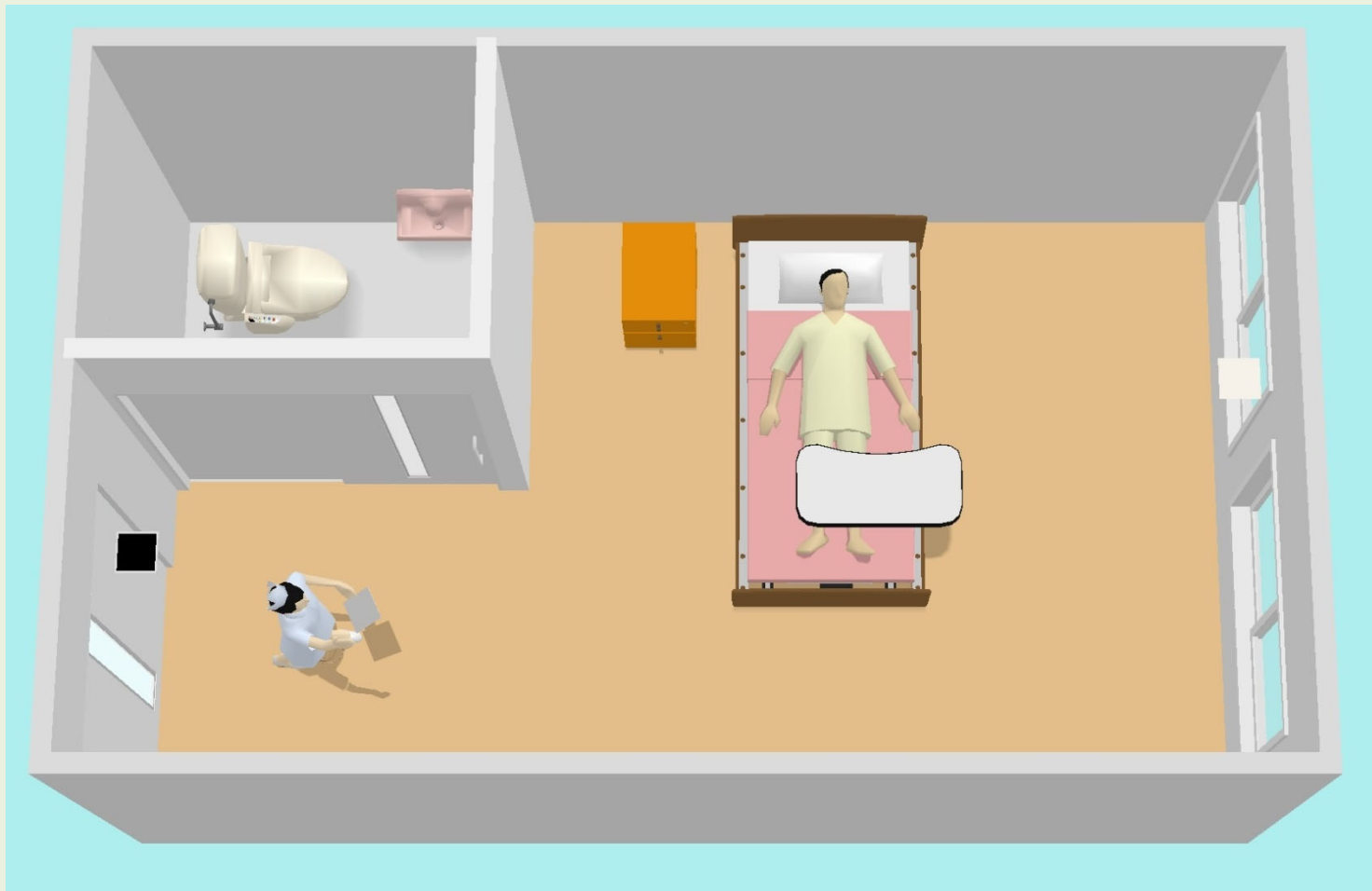
清浄度クラス

(HEAS-02-2013 : P.20)

I	高度清潔区域	HEPAフィルタを使用した層流方式を適用し、周辺諸室に対して陽圧を維持	バイオクリーン手術室 易感染患者用病室
II	清潔区域	高性能以上のフィルタを使用して、周辺諸室に対して適切な空気圧と気流の方向を維持	一般手術室
III	準清潔区域	中性能以上の（なかでも高性能側の）フィルタを使用するとともに、清浄度クラスIV以下の区域に対し陽圧を保ち、適切な空気圧と気流の方向を維持	未熟児室 NICU・ICU・CCU
IV	一般清潔区域	中性能以上のフィルタを使用することが望ましく、感染防止対策上も適切な気流が得られるように、吹出口と吸込口の位置関係などを検討	一般病室 新生児室 診察室
V	汚染管理区域	室内圧を周辺区域よりも陰圧に維持し、室内の有害な汚染空気が室外に漏出することを防止	RI管理区域諸室 感染症用隔離病室 解剖室
	拡散防止区域	強制排気設備を設け、室内の不快感な空気が外部に漏出しないように注意	患者用便所 汚物処理室

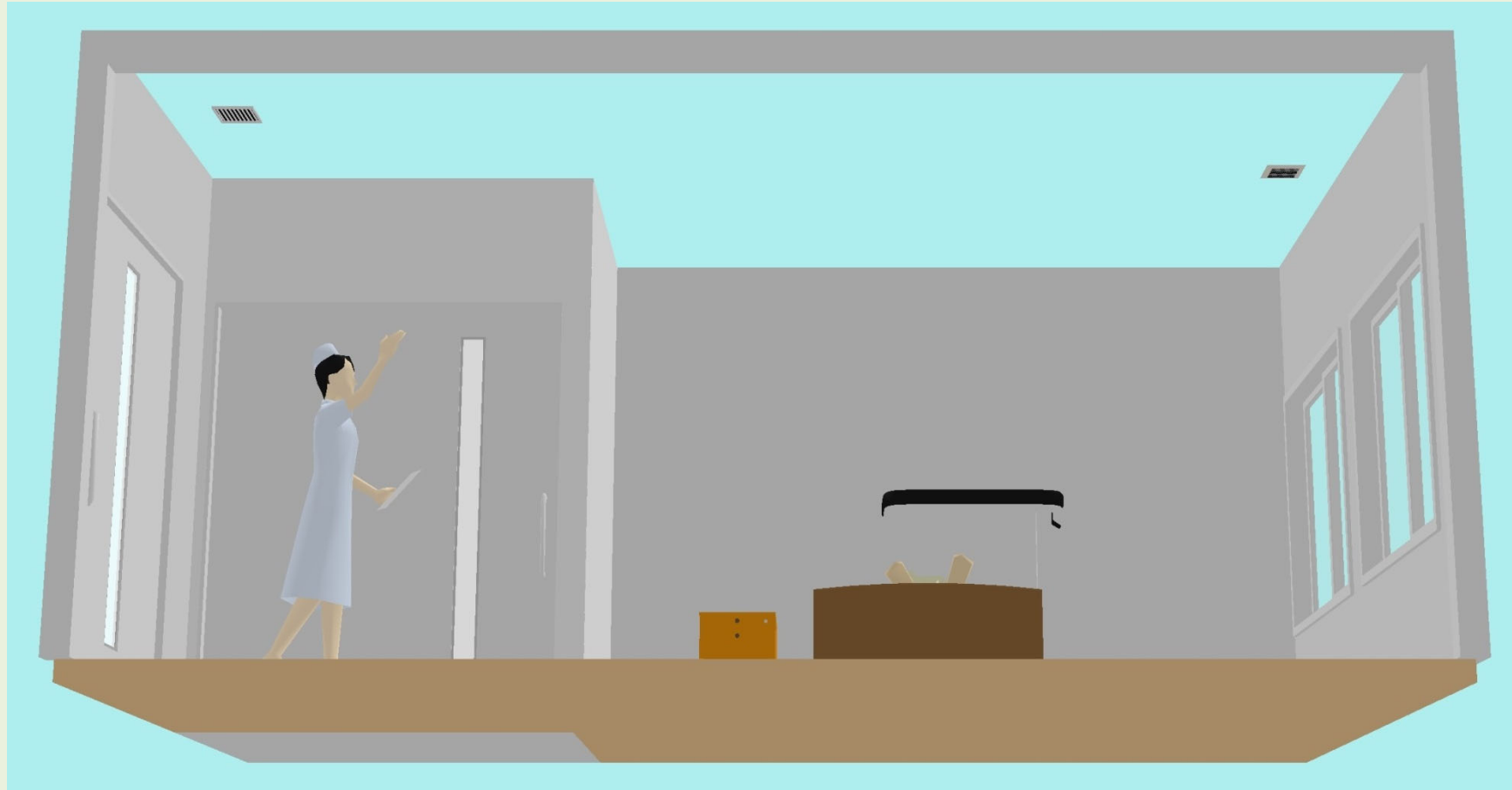
隔離室の空調の事例

隔離病室の例



作図：笥淳夫

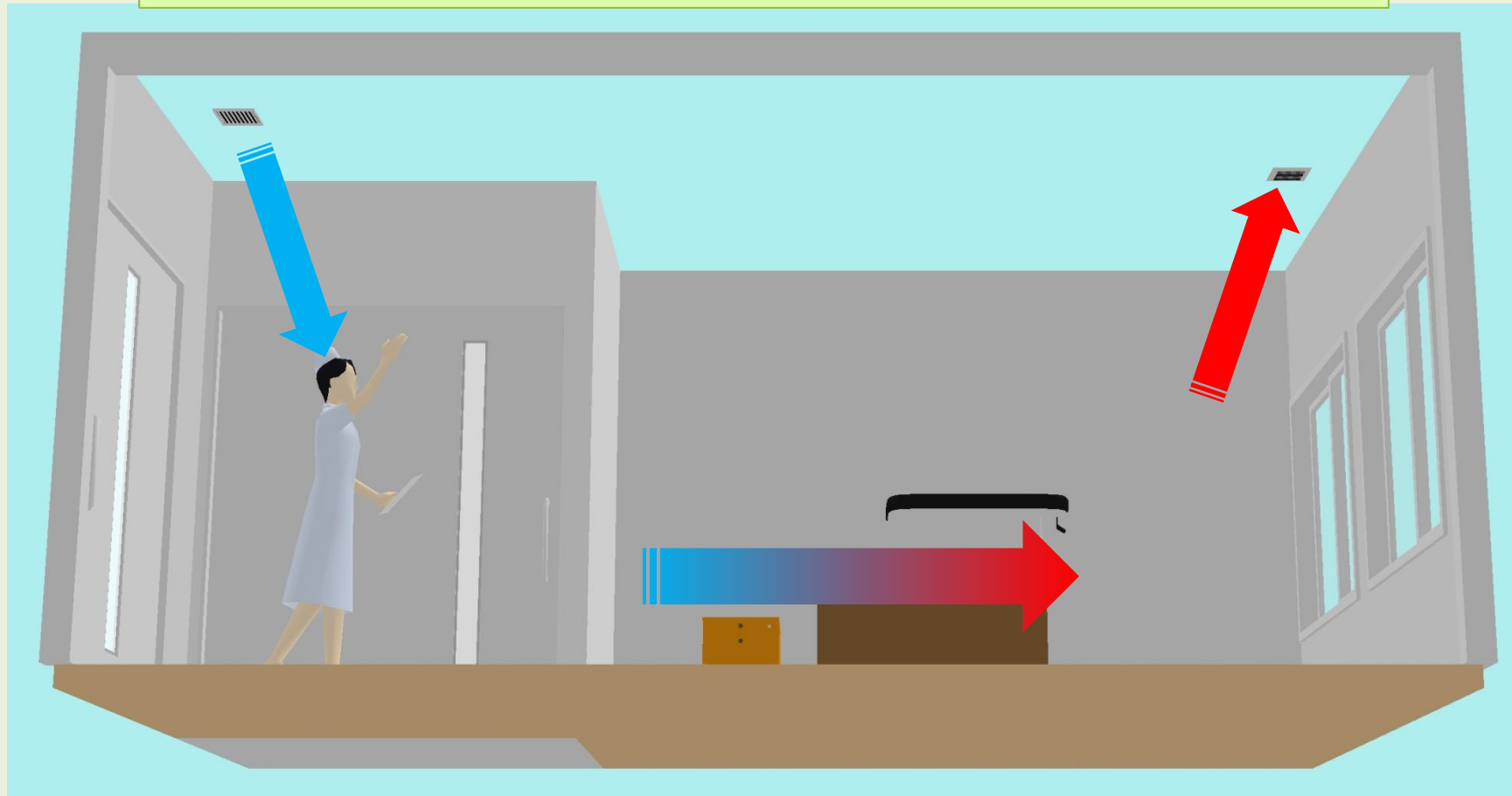
給気口と排気口の位置



作図：笥淳夫

給気口と排気口の位置

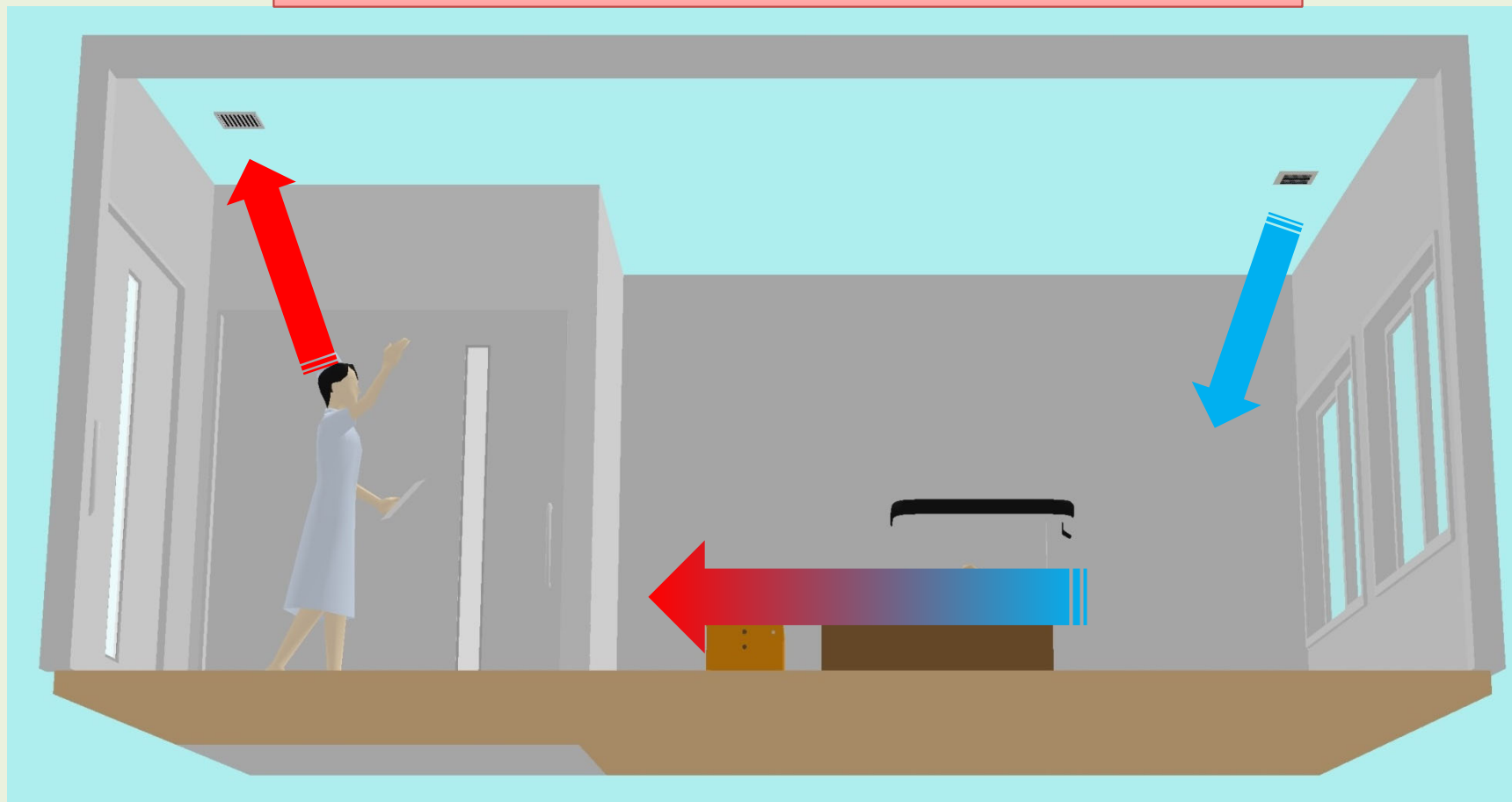
望ましい空気の流れ (医療スタッフ側に汚染された空気が流れてこない)



作図：笥淳夫

給気口と排気口の位置

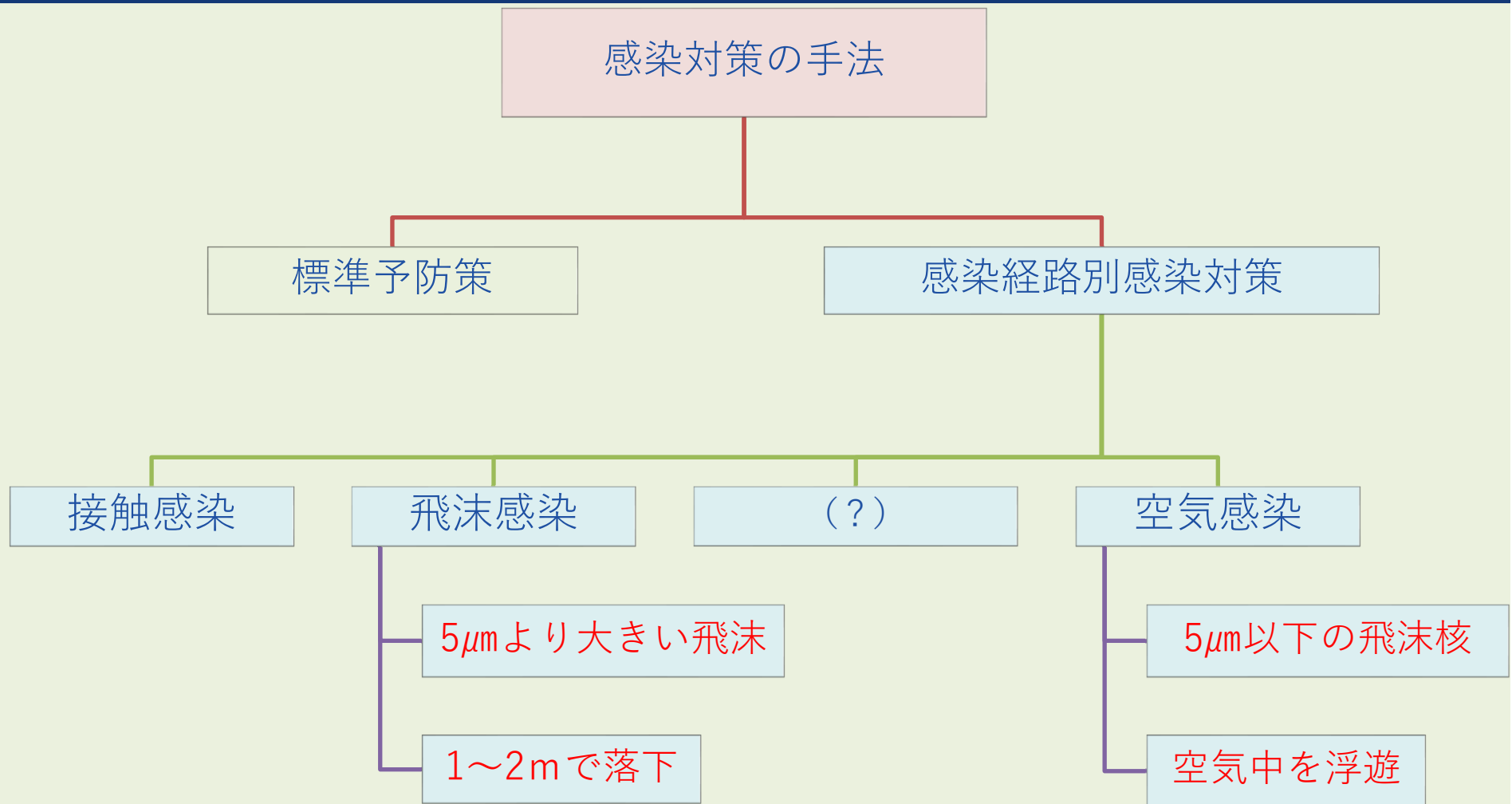
不適切な空気の流れを作っている場合が多い！



作図：笥淳夫

隔離室の感染対策

感染対策の原則



「感染症指定医療機関の基準」 (平成11年3月19日) (厚生省告示第四十三号)

第一種病室

- 1個室 + 前室
- 2トイレ, シャワー
- 315㎡以上
- 4天井2.4m以上
- 5内部の空気が漏れにくい
- 6外部と前室との間の扉及び前室と病室の間の扉が同時に開かない
- 7扉は手の指を使用しない
- 8自動的に扉が閉まる
- 9窓は気密性が高い
- 10床面及び壁面は清掃及び消毒が容易
- 11次に掲げる要件を満たす空調設備
 - ・全外気方式
 - ・再循環方式(特殊なフィルター付き)
- 12独立した給排気設備
- 13HEPAフィルター付き排気
- 14陰圧制御
- 15専ら特定区域のための排水処理設備
- 16病室及び前室にそれぞれ手洗い設備
- 17給水及び給湯のための設備は、逆流を防止
- 18手洗い設備の水栓は、手の指を使わないで操作
- 19照明設備は、空気が漏れにくい構造

第二種病室

- 1トイレ, シャワー室があること。
- 2床面及び壁面は、その消毒及び清掃が容易な構造とすること。
- 3病室及びトイレに手洗い設備
- 4手洗い設備の水栓は、手の指を使わないで操作
- 7排水を適切に処理できる設備
- 8給水及び給湯のための設備は、逆流を防止

感染症と感染対策（感染症予防法）

類型	感染症名等	病原体		感染対策		
		ウィルス	菌	空気	飛沫	接触
一類感染症	エボラ出血熱	○			○	○
	マールブルグ病	○			○	○
	クリミア・コンゴ出血熱	○			○	○
	ラッサ熱	○			○	○
	南米出血熱	○			○	○
	ペスト		○		○	○
	痘そう	○		○		○
二類感染症	急性灰白髄炎（ポリオ）	○			○	○
	ジフテリア		○		○	○
	重症急性呼吸器症候群（SARS）	○		(○)	○	○
	結核		○	○		
	鳥インフルエンザ（H5N1）	○		○	○	○

※＜新型コロナウイルス感染症＞

・2020/02/01：指定感染症

指定感染症とは、「既に知られている感染性の疾病」で「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」

「手引き」には「告示」に書かれていない【解説】がある

【解説】

第二種感染症指定医療機関は、「第二種病室」を持つ。二類感染症は、感染経路が判明しており、治療法も確定した感染症を対象としている。現在の分類では、空気感染はないので、主に接触感染・飛沫感染に対応した施設とする。しかし、他の空気感染による感染症との合併症も想定されるので、1～2床の空気感染に対応できる病室も設けることが望ましい。その時の施設基準は第一種病室に準ずる。

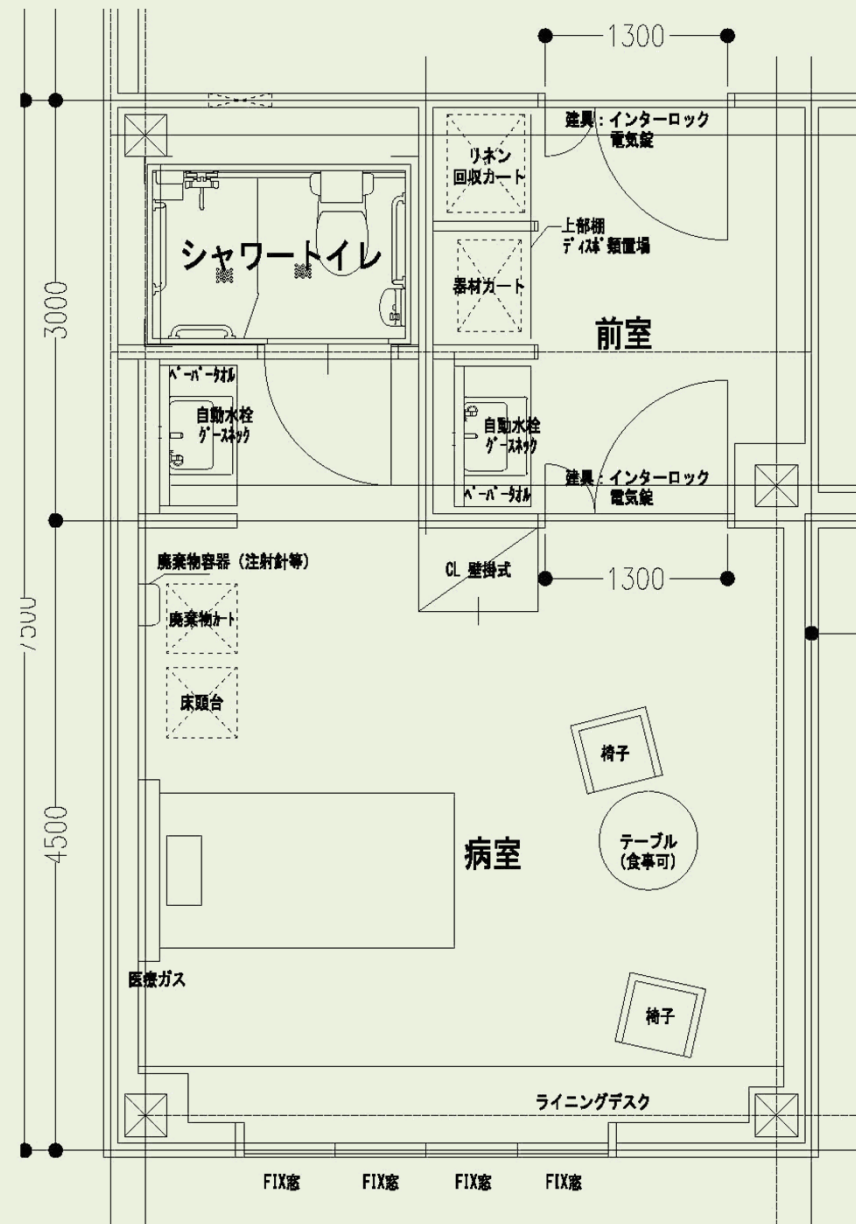
第二種病室の場合、前室は設けなくてもよい（現在のところ二類感染症には空気感染するものが指定されていないため。）。しかし、病室内では「居室」区分と治療・看護のための「踏込」区分を分けて考える必要がある。

「感染症指定医療機関の施設基準」 (告示) の問題点

- 第二種感染症指定医療機関の病室の基準に空気感染対策が書かれていない
- 基準は隔離中心で書かれており、積極的集中治療に対応できていない

隔離室の計画：個室＋前室

- 陰圧
- 前室を付ける



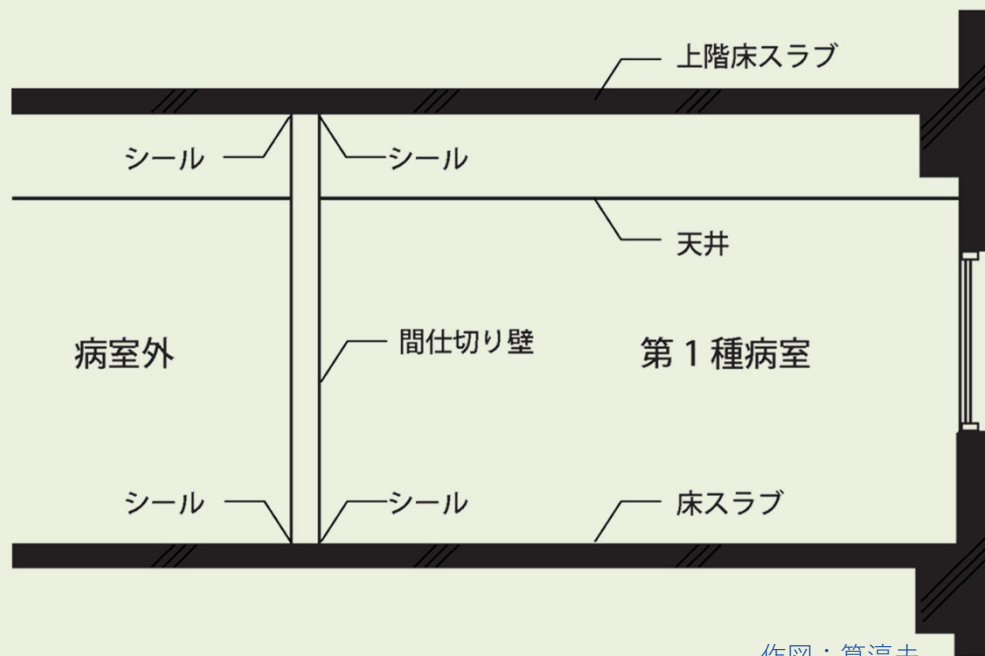
作図：寛淳夫

隔離室の計画：陰圧を維持する

- 廊下と前室の間の扉及び前室と病室の間の扉が**同時に開かない**
 - 陰圧を保ちやすい
 - やむを得ずインターロックができない場合は運用で対応
 - 扉は自閉式とする。
- 扉閉鎖時は扉の**全周において陰圧（負圧）**となることが望ましい
 - 空気の温度差による対流により扉の上部から病室内空気の流出が起きにくいように扉の縦枠、上枠をゴムタッチにする場合もある。上吊りの引戸は、上部から空気の流出が起きやすい機構のものが多いため注意が必要である。
- 気圧制御が適切に保たれていることを**定期的を確認し（毎日）、書面にて記録**すること。

隔離室の計画：内部の空気が漏れにくい

- 陰圧を保持し気流方向の適切な制御を容易にするため
 - 病室の窓を開放不可、設備配管の壁貫通孔等をふさぐ
 - 不要な空気の流出入をなくす
 - 病室扉の下部に空気流の通路を確保



作図：笥淳夫



撮影：笥淳夫

微差圧計による室内圧の管理

- 微差圧計を設置する

- 微差圧計を持ち込んで計測することも可能
 - 扉下部に計測用チューブが通る隙間が必要
- 壁とスラブの取合部分、室内の仕上げ材、扉、点検口、照明器具、コンセント等の気密性の高い納まりや気密性の高い器具の選定

用途	管理目標値	出典
手術室など	+2.5Pa	ASHRAE
防護環境 (PE)	+2.5~8.0Pa	CDC
空気感染隔離室	-2.5Pa	CDC

* 防護環境 (PE) 室は+8.0Paが望ましい

COVID-19への対応と課題

「新型コロナウイルス感染症に対する感染管理」

(2020年4月7日国立感染症研究所、国立国際医療研究センター国際感染症センター)

2 医療機関におけるCOVID-19の疑いがある人やCOVID-19患者の診療時の感染予防策

COVID-19患者（確定例）、疑似症患者、濃厚接触者のうち何らかの症状を有する者を診察する場合、

- I 標準予防策に加え、**接触、飛沫予防策**を行う
- II 診察室および入院病床は**個室**が望ましい
- III 診察室および入院病床は**陰圧室である必要はないが**、十分**換気**する
- IV
 - 1) 上気道の検体採取を実施する場合（鼻咽頭ぬぐい液採取等）サージカルマスク、眼の防護具（ゴーグル、フェイスシールド等）、長袖ガウン、手袋を装着する
 - 2) エアロゾルが発生する可能性のある手技（気道吸引、気管内挿管、下気道検体採取等）N95マスクまたはそれと同等のマスク、眼の防護具（ゴーグル、フェイスシールド等）、長袖ガウン、手袋を装着する
- V 患者の移動はサージカルマスクを着用の上、医学的に必要な目的に限定する
なお、職員（受付、案内係、警備員など）も標準予防策を遵守する。

※床、靴底からウイルスPCR陽性であったとの報告があるが、以下の理由からさらなる感染対策の拡大は不要である。

- ・遺伝子の検出はされたが、これが院内感染の要因となったとの報告は見られない。
- ・通常の清掃以上の床や靴底の消毒については安全な方法がはっきりしておらず、作業を増やすことで手指衛生などの通常の感染予防策が不十分になる、周囲環境を飛沫などで汚染させるリスクがある。

「新型コロナウイルス感染症に対する感染管理」

(2020年4月7日国立感染症研究所、国立国際医療研究センター国際感染症センター)

4 環境整備

- ・医療機関においては、患者周囲の高頻度接触部位などはアルコールあるいは0.05%の次亜塩素酸ナトリウムによる清拭で高頻度接触面や物品等の消毒の励行が望ましい。
- ・感染症患者の病室清掃はフローワイパーやダスタークロス等を使用する。
また、新型コロナウイルス感染症の疑いのある患者や新型コロナウイルス感染症の患者が使用した使用後のトイレは、次亜塩素酸ナトリウム、またはアルコール（70%）による清拭（特にドアノブ、トイレトペーパーホルダー、水栓レバー、便座）を毎日実施することを推奨する。共有トイレのウォシュレットは、ノズルを清潔に管理できない場合は使用しないことが望ましい。急性の下痢症状などでトイレが汚れた場合には、その都度清拭する。体液、血液等が付着した箇所の消毒については、感染症法に基づく消毒・滅菌の手引き（SARSやMERSの箇所）を参照すること。エアジェット式手指乾燥機は使用しないことが望ましい。
- ・症状のない濃厚接触者の接触物等に対する消毒は不要である。
※60%のアルコール濃度の製品でも消毒効果があるとする報告もあることから、アルコール（70%）が手に入らない場合には、エタノール（60%台）による清拭も許容される。
- ・リネン類の洗濯にあたっては、通常の80° C・10分間の熱水消毒後、洗浄を行う。

医療機関における新型コロナウイルス感染症発生に備えた体制整備及び発生時の初期対応について（助言）

新型コロナウイルスに関連した感染症対策に対する厚生労働省対策推進本部クラスター対策班接触者追跡チーム

発生時	感染拡大防止対策	ゾーニング	<ul style="list-style-type: none"> ● 感染領域と非感染領域を明確に区別すること。なお、業務効率のため、ナースステーションはできるだけ非感染領域に設定すること。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 感染領域から非感染領域に戻るルートに個人防護具の脱衣を行う準感染領域を設定 ・ 適切なゾーニングの実施（ポスター掲示、ビニールテープ、パーテーション等の利用） ・ 感染者とそれ以外の人の動き、流れが交差しない工夫
		コホーティング	<ul style="list-style-type: none"> ● 入院患者を感染者・濃厚接触者・それ以外の者の病室に分けること（場合によっては病棟単位）。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 各病室に専用物品を配置（体温計、血圧計、パルスオキシメータなど） ・ 固定された医療従事者が感染者をケアすることが望ましい
		標準予防策 感染経路別 予防策の徹底	<ul style="list-style-type: none"> ● 正しい手指衛生、過度にならない適切な個人防護具の選択と着脱（N95、サージカルマスク、フェイスシールド、ゴーグル、手袋、ガウン、エプロンなど）、咳エチケットを徹底すること。 ● 環境対策を行うこと。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 高頻度に不特定多数が接触する箇所（ドアノブ、手すり、スイッチ、テーブル、ベッド柵、パソコン、PHS、電話、ナースコールなど）は、各勤務において清拭消毒を実施 ● 環境を汚染させないように医療廃棄物の適切な処理をすること。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 廃棄物の適切な処理方法、使用後のリネンの適切な取扱い等を掲示

急性期病院における新型コロナウイルス感染症アウトブレイクでのゾーニングの考え方

2020/7/9ver1.0国立国際医療研究センター国際感染症センター

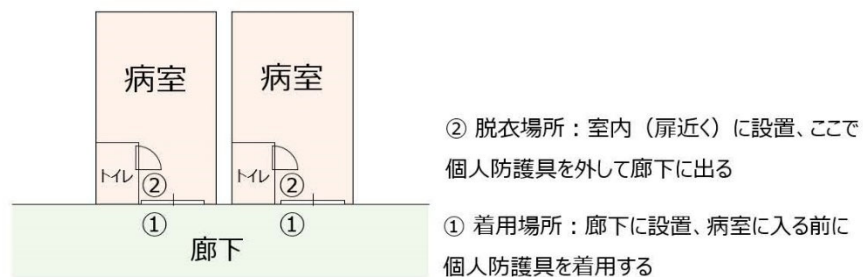


図1. ゾーニングの基本パターン

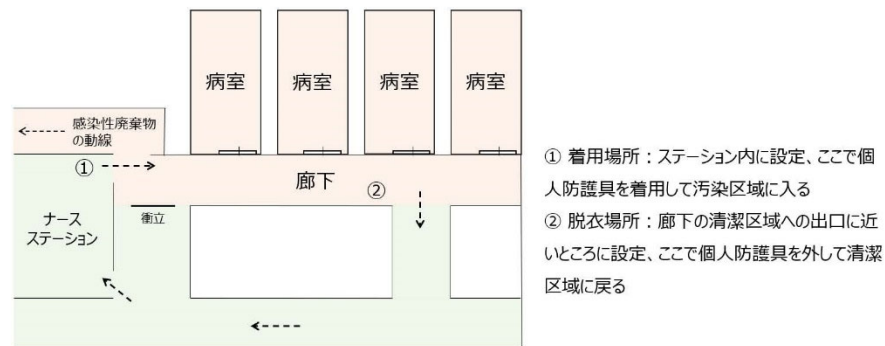


図2. 病棟の一部を汚染区域と設定した例

担当する医療従事者数が少なく、個人防護具が不足気味であることを踏まえ、病棟の一部をまとめて汚染区域と設定した。

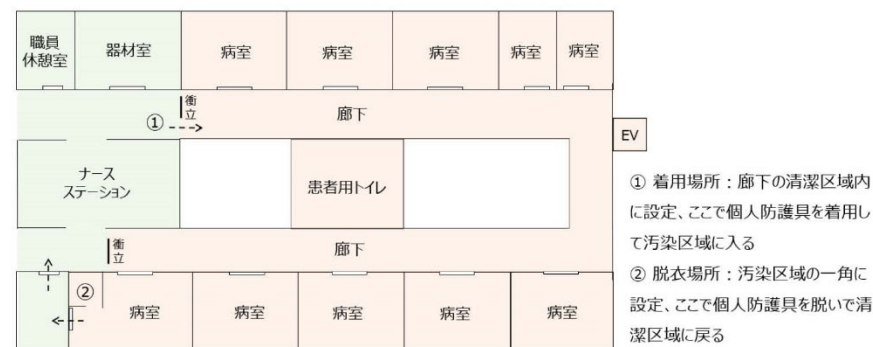


図3. 病棟の大部分を汚染区域と設定した例

感染者数が多いこと、患者用トイレが共用であること、個人防護具が不足気味であることから、病棟の大部分を汚染区域と設定した。

職員休憩室と器材室（医療機材や未使用の個人防護具を収納）を設定した。

この病棟専用のエレベーターを一台設定した。

タイトルの文献より引用

空調・換気によるCOVID-19の拡散はあるのか？ 空気調和・衛生工学分野の専門家からの見解

2020年6月15日

公益社団法人空気調和・衛生工学会新型コロナウイルス対策特別委員会

- WHO：病室の換気回数が2回/h以下で皮膚テストでのツベルクリンの反応率は高くなる
- 日本病院設備設計ガイドライン：集中治療室，一般病室，救急外来の最小外気導入量の目安は2回/h
- 厚生労働省：一般商業施設などにおいて「建築物衛生法における空気環境の調整に関する基準に適合していれば，必要換気量（一人あたり毎時30m³）を満たすことになり，「換気が悪い空間」には当てはまらないと考えられる」としている。オフィスビルの場合，1人当たりの占有床面積は5m²程度と推定されており，天井高さを2.8mとすると，一人あたり毎時30m³の換気量は換気回数2.1回/hに相当



建築物衛生法の適用を受ける3000m²以上のオフィスビルなどにおいて人員密度を適切に管理した上で，換気回数2回/h以上を確保し，中性能フィルタが備えられている空調・換気システムでは，1～2mを超える範囲で新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）が飛散したとしても，その濃度は低く制御されるため，感染リスクは小さいと考えられる。

空調・換気によるCOVID-19の拡散はあるのか？ 空気調和・衛生工学分野の専門家からの見解

- シンガポールの病院病室を対象に行った実測の結果、・・・ウイルスを含むエアロゾル粒子は活性を維持した状況で排気口まで移動することが報告されている。十分な換気が行われている環境では、空気中からSARS-CoV-2RNAは検出されておらず、検出下限以下の濃度に希釈されていたと考えられている。
- クルーズ船ダイヤモンドプリンセスについて、米国疾病予防管理センター（CDC）は2020年2月8日の時点で、空調機を介した室間のウイルス伝播に関するエビデンスはないとしている。また、国立感染症研究の報告によれば、同クルーズの諸表面と空中のSARS-CoV-2の調査結果から、空気伝播を示唆する証拠は得られなかったが、廊下天井排気口からSARS-CoV-2RNAが検出されており、特殊な環境でウイルスが遠方まで浮遊する可能性について更なる検討が必要であるとしている。
- ASHRAE（米国暖房冷凍空調学会）の専門家会議ではCOVID-19が空調システムを介して感染拡大したという事例報告はなく、空調は換気とフィルタによるろ過によって感染リスクの低減に寄与することを認識することが重要であると主張している。



我が国においても建築物衛生法を遵守して計画・運用されている建築物においては換気とフィルタの性能を勘案すれば人員密度が適切に管理されている限り空調システムを介した室間の感染拡大のリスクは極めて低いものと考えられる。

空調・換気によるCOVID-19の拡散はあるのか？ 空気調和・衛生工学分野の専門家からの見解

ただし、

「換気性能やフィルタの捕集性能が劣ると、1～2mを超える範囲でも感染が発生する可能性がある。これが、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が2020年3月9日に公表した「新型コロナウイルス感染症対策の見解」による3密の状態に相当する。」

換気性能やフィルタの捕集性能

- 換気性能
 - ・ 適切な換気量確保
 - ・ 空調機などからの気流が直接人に当たらないような気流の方向
 - ・ 換気を間欠的ではなく連続して実施
 - ・ 窓開けによる自然換気によりエアバランスが崩れることへの配慮
- フィルタの捕集性能
 - ・ ルームエアコン，業務用パッケージ型空調機，FCUに中性能フィルタが備えられていない場合，換気と併用した対策が必要

新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について (改訂二版)

2020年9月7日

公益社団法人空気調和・衛生工学会新型コロナウイルス対策特別委員会

WHO は 7 月 9 日にこれまでの方針を転換し，新型コロナウイルスの主要な感染経路に変わりはないものの，屋内の換気が不十分で混雑した空間では，呼気由来のエアロゾルが発生し，飛沫感染とあいまって一定量のエアロゾルを吸引することによる感染の可能性は否定できないとするとともに，日本の「3つの密を避けましょう」を訳出した“Avoid the 3Cs”を新型コロナ感染対策として推奨している。

COVID-19と建築空間についてのいくつかの論点

患者の重症度

- 未発症
- 軽症
- 中等症
- 重症

空間の目的

- 隔離(観察中心)
-
- 集中治療

病室の形態

- 個室
- オープンスペース

ICU

- 集中治療用に使うのか？

ME機器

- 保管場所

イエローゾーン

- 空調は？
- 入り口は？

？

？