

感染症患者の受入病棟における空調換気システムによる 感染リスク低減対策とその性能評価に関する研究

Research on Infection Risk Reduction Measures by Air Conditioning and Ventilation Systems and Evaluation of Their Performance in Infectious Disease Receiving Wards

野村 佳緒里 Kaori Nomura*¹ 天野 健太郎 Kentaro Amano*²
土屋 直也 Naoya Tsuchiya*³ 齊藤 智 Satoshi Saito*³
谷 英明 Hideaki Tani*³ 大渕 正博 Masahiro Obuchi*³
上田 真也 Shinya Ueda*⁴ 萩平 隆司 Takashi Hagihira*⁵
日浅 英成 Hidenari Hiasa*⁶

梗 概

感染リスク低減対策として、医療施設で様々な施設計画や運用改善が必要とされている。新築医療施設において、病室を平常時の等圧から感染流行時に陰圧への変更が可能な「病室陰圧切替え換気システム」を開発し導入した。本研究では、対象病室の空気齡や室内気流性状等の空調・換気性能について、CFD解析と実測調査により評価を行った。その結果、平常時の50%のSOAを供給する運用モードにおいて、病室を陰圧化すると同時に、第3種換気となる運用モードと比較して換気効率が改善されることを確認した。

キーワード：病院施設、換気、陰圧、感染リスク評価

Summary

Various facility plans and operational improvements are needed in medical facilities to reduce the risk of infection. This paper reports on the results of the ventilation measurements and CFD analysis in the hospital room planned to reduce the risk of infection with a “switching ventilation system” developed to create negative pressure in the hospital rooms during pandemic. As a result, it was shown that negative pressure is maintained in the hospital room in the operational mode supplying 50% SOA, and that the ventilation efficiency is improved compared to the operational mode, which is exhaust ventilation.

Keywords: hospital facilities, ventilation, negative pressure, infection risk assessment

1 はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行に伴い、多くの医療施設において感染患者の受入れが行われ、病床の確保や感染リスク低減対策の検討が求められてきた。特に感染流行時（以下、パンデミック時）は、感染症指定医療機関だけでなく一般病室での受入れも必要となり、各施設で様々な施設計画の変更や運用改善が試みられてきた。

2022年に改訂された病院設備の設計・管理における国内唯一の設計指針である「病院設備設計ガイドライン（空調設備編）HEAS-02-2022¹⁾」では、COVID-19のエアロゾル（マイクロ飛沫）を介した伝搬様式を新たに“エアロゾル感染経路”，この経路による感染を防ぐための対策を“エアロゾル感染対策”と称し、病院空調設備の換気性能について、病室のエアロゾル感染対策のための換気回数を「2~12回/hの間に設定することが妥当である」としている。

この度、パンデミック時の患者の受入れ増加のため、換気性能を確保しつつ、一般病棟の病室を平常時の等圧から、パンデミック時に陰圧の感染病室へ変更し、感染患者用の病床を増床することを可能とする「病室陰圧切替え

*1 技術研究所 研究主任 Senior Researcher, Research & Development Institute

*2 技術研究所 未来・先端研究部 高度空間制御グループ長 博士（工学） Group Leader, Research & Development Institute, Dr. Eng.

*3 技術研究所 主任研究員 Chief Researcher, Research & Development Institute

*4 大阪本店設計部 設備第1部門 設備1グループ長 Group Leader, Design Department, Osaka Main Office

*5 大阪本店設計部 設備第1部門 設備3グループ長 Group Leader, Design Department, Osaka Main Office

*6 大阪本店設計部 主任 Associate Chief, Design Department, Osaka Main Office

換気システム（以下、切替え換気システム）」を開発し、感染症を取り扱う新築医療施設に導入した。

本報では、開発した「切替え換気システム」の概要を説明とともに、対象病室の空気齡や室内気流性状等の空調・換気性能について、CFD解析と実測調査を行った結果と、さらに感染リスク評価を試みた結果を報告する。

2 計画概要

2.1 建築・設備概要

Fig. 1に開発システムを導入した医療施設の建築概要を示す。対象病院の大阪はびきの医療センターは、呼吸器・アレルギー性疾患、肺がん、感染症の中核的役割を担う基幹病院であり、2019年12月より実施設計に着手、2021年2月に工事着工、2022年12月に竣工した。

Fig. 2に一般病棟4床室の病室プランを、Fig. 3に空調換気設備概要を示す。清浄度の高い外気処理給気口を医療従事者の動線となる通路部分に設け、排気口は洗面上に配置している。設計値は換気回数2回/h、換気量200m³/hである。また、室中央の4方向天井カセット型エアコンを室に対して45度回転させて設置することで、各ベッドに対して空調空気が行き渡りやすくなるように配慮している。

2.2 病室陰圧切替え換気システム

従来、パンデミック等の緊急時に一般病棟の病室を陰圧化する方法として、陰圧用の排気ファン・ダクトが多く設けられてきた。しかし、平常時は使用しない設備となるため、コストやスペースが余分にかかり、外調機の風量アップにより設備容量やエネルギー消費量が増大するといった課題があった。そこで、できるだけ平常時の設備を活用し、全体の換気量を増やさずに簡易に病室を陰圧化することを可能とするシステムを考案した。

開発した「切替え換気システム」の概要をFig. 4に示す。外調機からの給気ダクトに分岐ダクトと風量調整ダンパーを設け、パンデミック時に給気先を病室から廊下に切り替えることで病室を陰圧化する。これにより、パンデミック時も平常時の設備をそのまま活用できるため、専用のファン・ダクトや外調機の風量アップが不要である。

平常時は給排気を同風量とし、対象病室を第1種換気、廊下に対して等圧としている (Fig. 4 (a))。パンデミック時には、給気ダクト分岐部のダンパーについて、病室側を閉鎖し、廊下側を開放することで病室を第3種換気、陰圧に変更可能となっている (Fig. 4 (b))。また、ダンパーは手動で開度調整が可能であり、ダンパー開度を調節することで、平常時の50%のSOAを供給しつつ病室を陰圧とすることも可能となっている (Fig. 4 (c))。

大阪はびきの医療センターでは、第二種感染症病棟に隣接した一般病棟に今回開発した切替え換気システムを導入し、パンデミック時に感染患者受け入れ病棟を段階的に拡張可能な計画とした。



用途	病院
建築地	大阪府
構造	鉄骨造
階数	地上6階、塔屋1階
延床面積	34,199.70m ²
病床数	405床（一般354床、第二種感染症6床、結核45床）

Fig. 1 建築概要
Architecture overview



Fig. 2 病室プラン
Hospital rooms' plan

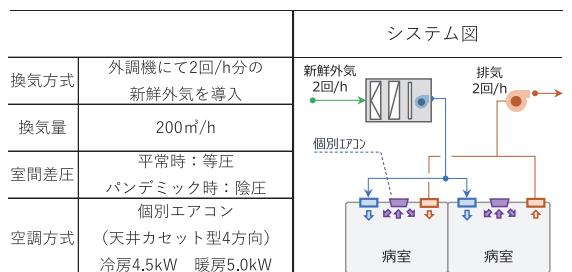


Fig. 3 空調換気設備概要
Ventilation system of hospital rooms

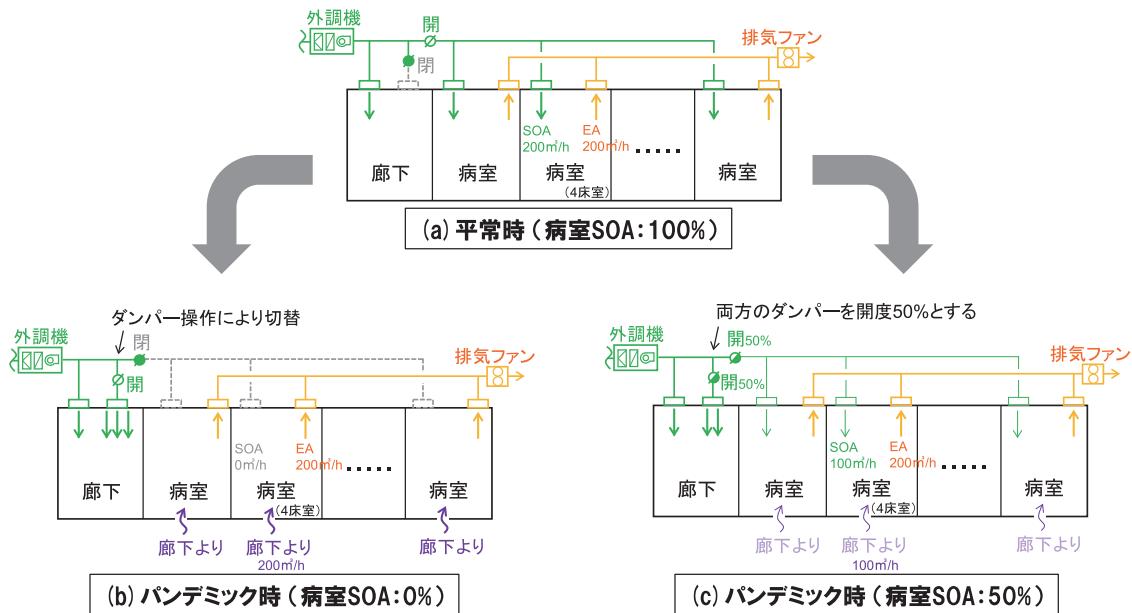


Fig. 4 病室陰圧切替え換気システム
Overview of switchable ventilation system

3 CFD解析概要と結果

3.1 CFD解析概要

病室の確実な陰圧化とともに、室内の換気性能が十分確保されているかを事前検証するため、4床室のCFD解析を行った。Fig. 5に解析モデル、Table 1に解析概要、Table 2に解析ケースを示す。少ないメッシュ数で形状近似精度が高い非構造格子を用いて、定常解析を行った。

ケースA-1～3は、エアコンの吹出角度を冷房時の下向き30°としている。ケースB-1～3は暖房時の下向き55°としている。換気回数は全ケース2回/hである。

ケースA-1、B-1は平常時の設定で第1種換気、等圧の条件である。ケースA-2、B-2は、パンデミック時の設定で第3種換気、陰圧の条件である。ケースA-3、B-3は、パンデミック時の設定で第1種換気だが、天井給気口からのSOA量を平常時の50%にすることで、陰圧の条件としている。実際の運用を想定し、各ケースともベッド周囲のカーテンを閉じた状態で解析を行った。

3.2 CFD解析結果

Fig. 6に解析結果を示す。気流の解析図は、質量や体積を持たない仮想粒子の軌跡を流線で描画した結果を示す。ケースA-2、A-3、B-2、B-3では、廊下の空気が扉下部の隙間を通じて室内に流入しており、陰圧化による流れの変化が確認された。

空気齢の解析図は、床上1,300mmの平面分布を示す。ケースA-1～3とケースB-1～3を比較すると、エアコンの吹出角度がより下向きとなる暖房時のケースB-1～3において空気齢分布にやや偏り

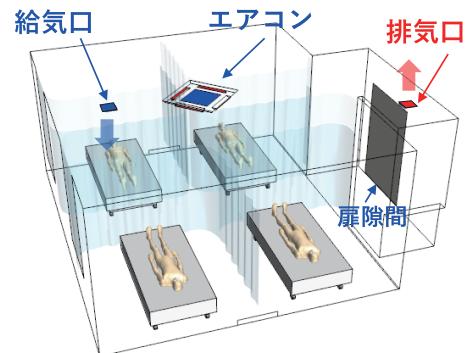


Fig. 5 CFD解析モデル
CFD analysis model

Table 1 CFD解析概要
Outline of CFD analysis

ソフトウェア	STAR-CCM (Siemens社)
乱流モデル	低Re数型Realizable k-εモデル
メッシュ数	215万 (非構造格子)

Table 2 CFD解析ケース
CFD analysis cases

ケース	運用モード	病室差圧	換気回数	給気量		排気量	エアコン	
				天井(SOA)	扉隙間		運転モード	循環風量
回/h	m³/h	m³/h	m³/h	m³/h				m³/h
ケースA-1	平常	等圧	2	200	0	200	冷房 (下向き30°吹出)	720
ケースA-2	パンデミック	陰圧	2	0	200	200	冷房 (下向き30°吹出)	720
ケースA-3	パンデミック	陰圧	2	100	100	200	冷房 (下向き30°吹出)	720
ケースB-1	平常	等圧	2	200	0	200	暖房 (下向き55°吹出)	720
ケースB-2	パンデミック	陰圧	2	0	200	200	暖房 (下向き55°吹出)	720
ケースB-3	パンデミック	陰圧	2	100	100	200	暖房 (下向き55°吹出)	720

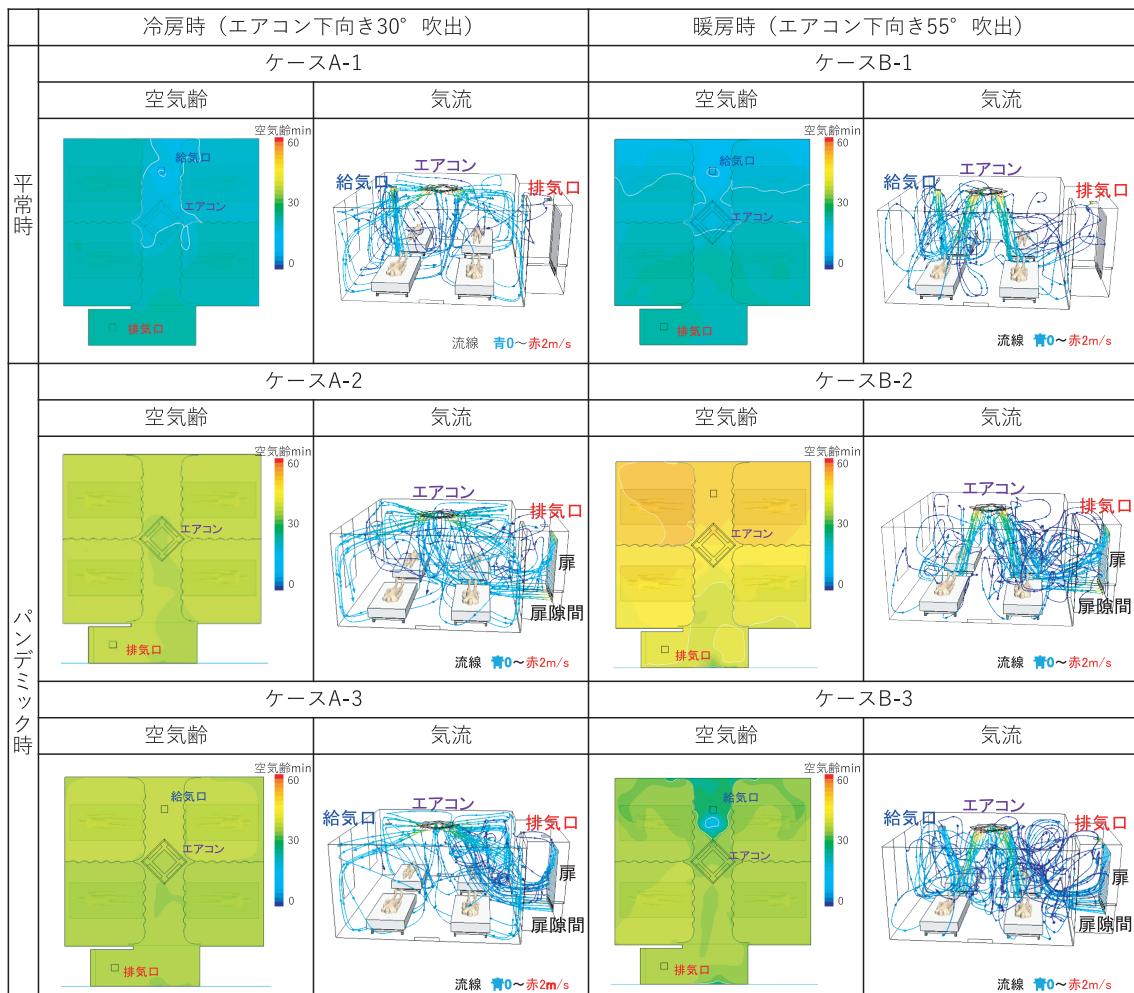


Fig. 6 空気齡および気流のCFD解析結果
CFD analysis results of air age and air flow

が見られた。ケースA-2, B-2では第3種換気で給気が扉隙間からのみとなるため、ケースA-1, B-1と比較して空気齡が長くなった。特にケースB-2では、エアコンからの下向きの吹出気流が扉隙間からの給気と干渉し、室奥の空気齡がケースA-2と比較して長くなかった。ケースA-3, B-3では、天井給気口から平常時の50%のSOAを供給することで、ケースA-2, B-2と比較して空気齡が短くなり、病室を陰圧化すると同時に、換気効率の改善が認められた。

4 実測概要と測定手法

竣工時の性能検証を目的に、実測調査を実施した。Table 3に実測概要、Table 4に測定ケースの換気設定を示す。測定対象室は、一般病室の4床室とし、調査時期が冬季となったため、空調を暖房運転した。換気設定は前項で報告した解析ケースB-1, B-2, B-3と同等の条件とした。空気齡および粒子齡の測定、気流性状の可視化を行った。

4.1 換気量・差圧の測定

設計値通りの換気量が確保できているか、パンデミック時に病室が陰圧になっているかを確認するため、換気量および差圧の測定を行った。風速計は日本カノマックス社製のクリモマスター風速計6501、微差圧計はテストー社製のtesto521-3を用いた。

Table 3 実測概要
Measurement overview

測定期間	2023年1月17日～24日
対象室	一般病棟4床室
測定項目	空気齡、粒子齡、気流可視化
空調設定	暖房23°C
換気回数	2回/h
換気設定	病室陰圧切替え換気システムにより切替 ・平常時（病室等圧） ・パンデミック時（病室陰圧）

Table 4 測定ケースの換気設定
Ventilation settings for experiments

ケース	運用モード	給気量	排気量
ケースB-1	平常	200	200
ケースB-2	パンデミック	0	200
ケースB-3	パンデミック	100	200

4.2 空気齢の測定

病室内の各所で空気の滞留が生じていないか確認するため、空気の新鮮さを示す指標である空気齢の室内分布測定を行った。一般病室において、CO₂を用いたトレーサガスステップダウン法²⁾により空気齢を測定した。CO₂ガスを3,000ppmを目処に室内で均一に充満させたのち、ガス発生を止めて空調換気を運転、濃度測定を開始した。

Fig. 7に測定に用いたポータブルCO₂濃度計（T&D社製、RTR-576）の設置位置を示す。平面分布測定点は床面上1,200mmの高さに配置した。さらに鉛直分布の測定を行うため、図中に示す代表断面において、鉛直方向に4点（床上100, 600, 1,200, 1,800mm）の測定点を設置した。外気濃度は、外気取入口付近で測定した。

空気齢は、式（1）に示すように各点における無次元内外濃度差を区分求積法により求め、測定時間以降の濃度減衰については回帰式を用いて定積分により算出した³⁾。

$$\tau_p = \int_0^{\infty} \frac{C_r(t) - C_o}{C_{r0} - C_o} dt \quad (1)$$

τ_p : 局所平均空気齢 [h]

C_r : 室内CO₂濃度 [ppm]

C_{r0} : 初期室内CO₂濃度 [ppm]

C_o : 外気CO₂濃度 [ppm]

t : 経過時間 [h]

4.3 粒子齢の測定

詳細な感染リスクの検討においては、感染源である飛沫や飛沫核といった粒子挙動を想定する必要がある。汚染源の種類を粒子とした際の換気装置による浄化性能を評価するため、トレーサ物質として線香粒子を用い、4.2節で示した空気齢の測定と同様の手法で粒子齢の算出を行った。Fig. 7に測定に用いたパーティクルカウンタ（リオン社製、KC-52）

の設置位置を示す。室中央とベッド付近の2点で床上600mmの高さに設置した。線香数本を用い、室内の任意のパーティクル濃度とした後、拡散ファンを用いて室内濃度を一様化した。その後線香を消し、拡散ファンを停止し、空調を設定・運転して室内の浮遊粒子濃度を連続測定した。

4.4 気流性状の測定

パンデミック時の陰圧運用時に病室から廊下へ空気が逆流しないことを確認するため、PIV（Particle Image Velocimetry）計測を行い、扉下部付近の気流の把握を試みた。Table 5にPIV計測評価システムの詳細、Table 6にPIV計測パラメータを示す。実験中は、実際の運用時の夏期設定温度である空調を冷房設定（24°C）とし、ケースB-1、B-3の条件の測定を行った。可視化画像取得のためトレーサ粒子を発生させ、粒子挙動が安定した時点以降の撮影画像を解析した。

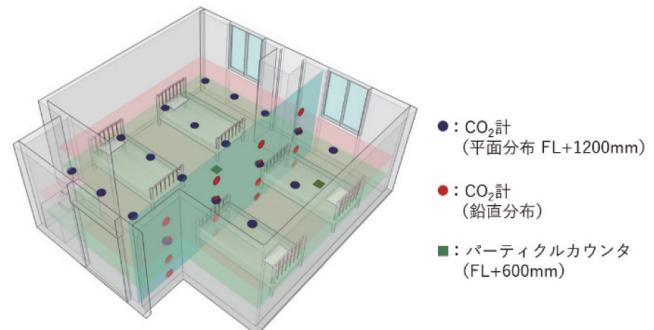


Fig. 7 CO₂計およびパーティクルカウンタの設置位置
CO₂ and particle measuring points

Table 5 PIV計測評価システムの詳細
Experimental equipment for PIV measurement

カメラ	Phantom Miro 110 (Vision Research社製)
レーザー発生装置	PIV Laser G6000 (カトウ光研社製)
トレーサ粒子発生装置	PORTA SMOKE PS-2005 (ダイニチ工業社製) オイルミスト (1μm < 粒径 < 100μm)
ソフトウェア	Flow-Expert ver1.2.17

Table 6 PIV計測パラメータ
PIV measurement parameters

画像サイズ	1,000pixel × 580pixel
撮影時間	5sec
測定間隔	10msec (100fps)
計測点の間隔	0.1m

Table 7 換気量および差圧の測定結果
Measured ventilation volume and differential pressure

	給気ダクトのダンパー開度設定				病室（4床室）		
	病室系統		廊下系統		換気量 (天井制気口)	EA	差圧 (廊下に対して)
	SOA量 (目安)	ダンパー 羽根角度 ※	SOA量 (目安)	ダンパー 羽根角度 ※			
	%	°(度)	%	°(度)			
平常時 (病室SOA : 100%)	100	90	0	0	205	207	-0.2Pa
パンデミック時 (病室SOA : 0%)	0	0	100	90	0	207	-1.4Pa
パンデミック時 (病室SOA : 50%)	50	45	50	45	99	207	-1.2Pa

※90°で全開 (Open), 0°で全閉 (Shut)

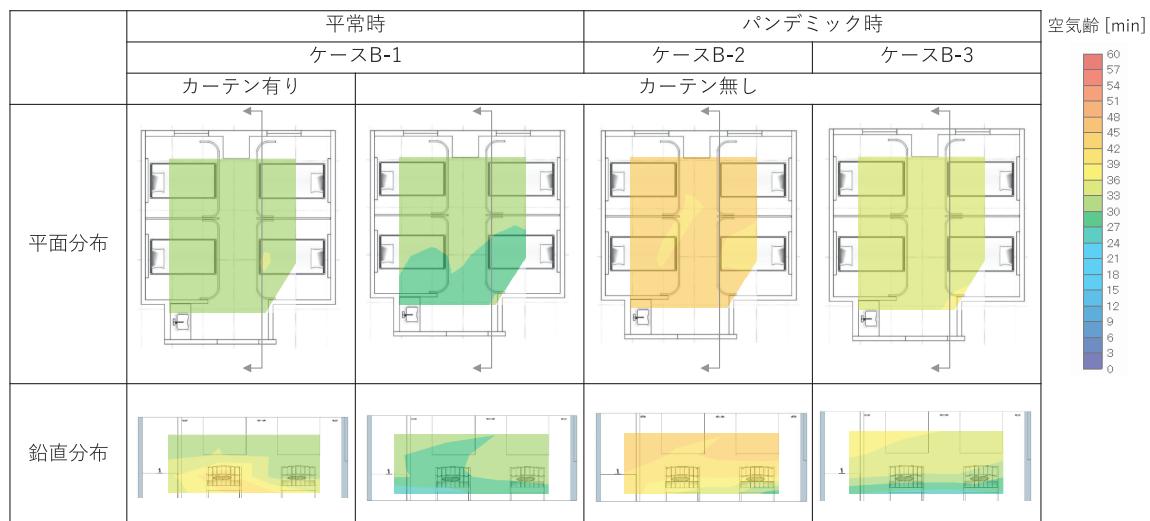


Fig. 8 空気齢の測定結果
Measured results of air age

5 測定結果

5.1 換気量・差圧の測定

Table 7に換気量および差圧の測定結果を示す。換気量は、各切替え設定条件において必要な風量が確保できていることを確認した。パンデミック時における病室と廊下の差圧は、病室SOA: 0%時で-1.4Pa、病室SOA: 50%時で-1.2Paであり、病室が陰圧になっていることを確認した。

5.2 空気齢の測定

Fig. 8に空気齢分布の測定結果を示す。平常時（ケースB-1）のカーテン有りの場合の鉛直分布において、室内下方でやや空気齢が長くなる傾向が見られた。暖房時の空調設定、給排気口のレイアウト、カーテンの配置の影響を受けてやや偏りが生じた可能性がある。一方、平面分布においては空気齢の分布がほぼ一様であった。カーテン無しの条件と比較すると、カーテン有りの方が全体的に空気齢はやや長い傾向となった。既往研究⁴⁾と同様、上下部位に大きな開口が設けられている医療施設用カーテンにおいては空気齢の平面分布に及ぼす影響は小さいと考えられる。平常時（ケースB-1）とパンデミック時（ケースB-2, B-3）の条件間を比較すると、ケースB-1に対し、SOA0%であるケースB-2の方が空気齢は長くなっているが、SOA50%であるケースB-3は、ケースB-2に比較して短くなることから、病室に一部SOAを給気することで、換気効率の観点で改善していることを確認した。また、空気齢の鉛直分布より、ケースB-2, B-3は、室内下方の空気齢が短くなっているが、廊下より病室内へ扉隙間を通じて新鮮空気が流入した様子を反映する結果となった。

5.3 粒子齢の測定

Fig. 9に各ケースでの室中央とベッド付近における0.3-0.5μmの粒子齢を示す。室中央とベッド付近を比較すると、大きな差異はないものの、給気口に近い室中央の方が、ベッド付近よりも粒子齢が短いことが確認された。また、カーテン有りと比較してカーテン無しの方が粒子齢が短く、空気齢と同様の傾向が確認された。

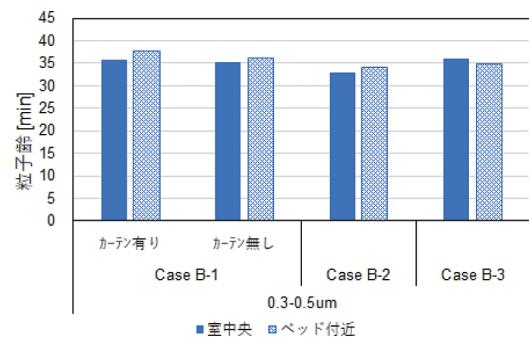


Fig. 9 室中央とベッド付近における0.3-0.5μmの粒子齢
Measured results of particle age (0.3-0.5μm) at 2 points

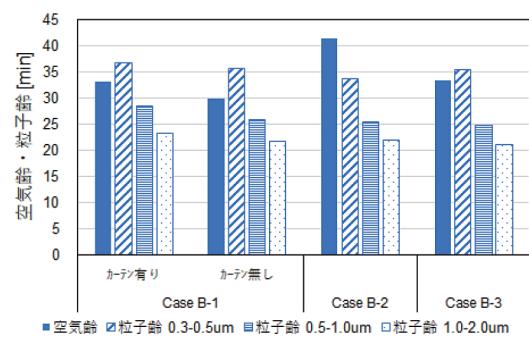


Fig. 10 2点平均粒子齢および室平均空気齢
Room-averaged particle age and air age measurements

Fig. 10に2点を平均した粒子齢の測定結果を、3.1節で算出した室平均空気齢の結果と併せて示す。粒径の大きい粒子ほど粒子齢が短い結果となった。既往研究⁵⁾より、CO₂をトレーサとした空気齢と0.3μm程度の粒子をトレーサとした粒子齢が概ね一致すると報告されているが、本結果では必ずしも一致しない結果となった。粒子はそれ自体の質量による重力沈降の影響、陰圧となるケースB-2、B-3における廊下の空気の清浄度などの影響が要因として考えられる。また、空気齢は高さ1,200mmの水平面上19点の平均で算出しているのに対し、粒子齢の測定点は2点の平均であるため、測定結果のばらつきが大きかった可能性がある。粒子齢を用いた評価は、エアロゾルの除去性能を考慮する場合の有効な指標となると考えられる。今後は与条件の確認を含め、さらなる検討を進める。

5.4 気流性状の測定

Fig. 11に扉下部付近のPIV計測結果を示す。平常時（ケースB-1）では廊下から病室に向かって最大で0.3m/s程度の気流が生じているのに対し、パンデミック時（ケースB-2、B-3）では、最大で0.7m/s程度であり、流速が大きくなっているのを確認した。病室を陰圧化することによる気流の変化をPIV計測においても確認できた。

6 感染リスク評価

6.1 評価概要

平常時およびパンデミック時（陰圧運用時）において、医療従事者の空気を介した感染リスクを評価するために、Wells-Riley モデル⁶⁾を用いた感染リスク評価を試みた。Rileyら⁶⁾が提案したWells-Rileyモデルは室内の汚染物質濃度および気流場が定常であると仮定されている。しかし、実際は感染者が滞在することで室内の汚染物質濃度は時間と共に変化する。以上より、Wells-Riley式を時間変化による汚染物質濃度の変化を考慮した落合ら⁷⁾の拡張式を適用した。また、REHVA⁸⁾より、Wells-Riley式に基づいて居室間の感染リスクを評価するプログラムが提案されている。

式(2)にWells-Rileyモデルにおける感染リスク評価式、式(3)にクアンタ濃度算出式を示す。

$$P_{inf} = \left(1 - e^{-(1-\varepsilon_{SPFM}) \cdot I \cdot P \cdot \int_0^t C(t) dt} \right) \times 100 \quad (2)$$

P_{inf} : 感染確率 [%]

ε_{SPFM} : 非感染者のマスク減衰率 [-]

I : 初期感染者数 [Num]

P : 呼吸量 [m³/h]

$C(t)$: クアンタ濃度 [quanta/m³]

$$C(t) = \frac{q}{N \cdot V} \cdot [1 - e^{-Nt}] \cdot (1 - \varepsilon_{IPFM}) \quad (3)$$

q : クアンタ産生量 [quanta/h]

N : 換気回数 [/h]

V : 室容積 [m³]

t : 滞在時間 [h]

ε_{IPFM} : 感染者のマスク減衰率 [-]

式(2)および式(3)では感染者および非感染者のマスク着用の効果を考慮しており、本研究でも同様にマスク着用による効果を考慮した。

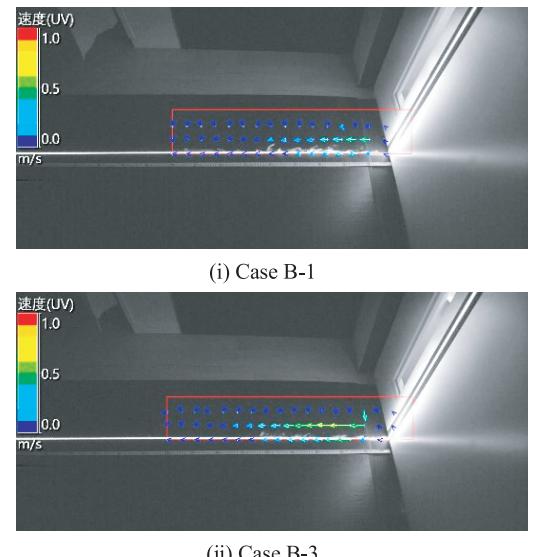


Fig. 11 扉下部付近のPIV計測結果
PIV measurement results

Table 8 各パラメータの設定値
Setting value of each parameter

parameter	value	parameter	value
ε_{SPFM}	0.9	V	97.76
I	4	t	1
P	0.54	ε_{IPFM}	0.65
q	10		

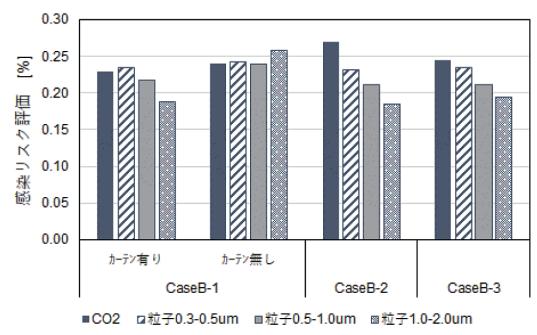


Fig. 12 感染リスク評価結果
Results of infection risk assessment

Table 8に設定値を示す。4人の感染者（以下、患者）がいる4床病室に、一時間非感染者（以下、医療従事者）が滞在した時を想定して感染リスク評価を行った。パラメータの設定はREHVA⁸⁾の感染リスク評価プログラムを参考にした。患者はサージカルマスクを着用し、医療従事者はN95マスクを着用していることを想定した。患者は休息（口呼吸）をベースとして、軽い会話や荒い口呼吸となる場合も想定し、クアンタ産生量 $q=10$ とした。

6.2 評価結果

Fig. 12に感染リスク評価を示す。換気回数 N はトレーサをCO₂としてトレーサガスステップダウン法により算出した換気回数と、粒径区分0.3-0.5μm, 0.5-1.0μm, 1.0-2.0μmの粒子をトレーサとして算出した相当換気回数それぞれを用いて計算した。

CO₂をトレーサとした換気回数により計算した4床室の感染リスクは、0.23～0.27%となった。平常時（ケースB-1）の感染リスクと比較すると、SOA0%であるケースB-2は0.03%程度感染リスクが高く算出されたが、SOA50%であるケースB-3では、ケースB-1とほぼ同等の結果となっており、病室に一部SOAを給気することで、病室内的感染リスクは平常時と変わらないまま、陰圧化によって周辺への感染リスク低減が期待できることを確認した。

また、トレーサの違いによる感染リスク評価結果の差異を検討すると、粒径が大きい粒子ほど感染リスクを小さく評価する傾向が見られ、さらにその差はケースB-1よりもケースB-2, B-3で大きかった。これは粒径の大きい粒子の方が重力沈降等の影響を受けて相当換気回数が大きく算出され、さらにケースB-2, B-3では測定点が病室奥側の気流が滞留しやすい点に近かったことにより、その差が大きくなつたと考えられる。ウイルス自体の大きさや、それらが含まれるとされる飛沫の大きさに関しては様々な報告がある⁹⁾が、感染リスク評価を行う際にはそれらを考慮することで、異なる評価結果を示す可能性がある。

7 まとめ

パンデミック時に一般病棟への感染患者のスムーズな受け入れを実現する「病室陰圧切替え換気システム」を開発し、COVID-19感染拡大時に実施設計中であった病院に導入した。本報では、本システムによる気流性状・換気性能を明らかにし、感染予防を図る知見を得ることを目的とし、CFD解析、空気齡と粒子齡の実測調査、気流の可視化を行った結果と、感染リスク評価を試みた結果について報告した。得られた知見を以下に示す。

- 1) CFD解析により、病室の陰圧化と換気性能が十分に確保できていることを確認した。
- 2) 差圧と空気齡の実測調査の結果より、パンデミック時を想定した運用モードにおいて、病室の陰圧が確保されること、平常時の50%のSOAを供給することで、病室を陰圧化すると同時に、第3種換気のケースと比較して換気効率が改善されることを示した。
- 3) 粒子齡の結果は、空気齡と比較してケース間での値の違いが小さいことが確認された。粒子齡を用いた評価は、エアロゾルの除去性能を考慮する場合の有効な指標となると考えられる。今後、さらなる検討を進める。
- 4) 病室を陰圧化することによる気流の変化を気流性状の可視化より確認した。
- 5) 感染リスク評価を行った結果より、病室に平常時の50%のSOAを給気することで、病室内的感染リスクは平常時と変わらないまま、陰圧化によって周辺への感染リスク低減が期待できることを確認した。

8 おわりに

医療従事者にとって感染リスクは診療・看護上の大変な負担となる。空調換気についてもその性能をより分かりやすく正しく伝え、感染リスクを低減する仕組みや運用に反映することで、医療従事者の負担を軽減していく必要がある。本プロジェクトでは、本研究での調査結果をもとに建築主との合意形成を行い、パンデミック時は平常時の50%のSOAを給気する運用モードが採用されることとなった。本稿が、医療施設プロジェクトの企画、設計などの参考になり、社会貢献の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 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-02-2022、2022年
- 2) 空気調和・衛生工学会規格：「トレーサガスを用いた単室の換気量測定法」SHASE-S 116-2011、2011年
- 3) REHVA、空気調和・衛生工学会：「換気効率ガイドブック－理論と応用－」、丸善、2009年10月

- 4) 野村佳緒里ら：「病院施設における感染リスク低減に向けた空調換気方式に関する検討」，第39回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集, 2022年4月
- 5) 田中克昌, 藤井修二, 湯浅和博：「給排気条件に基づく換気特性の評価：浮遊微粒子濃度測定による空気齡の算出」，1996年日本建築学会大会学術講演梗概集, 1996年9月
- 6) Riley EC et al., Airborne spread of measles in a suburban elementary school. Am. J. Epidemiol., Vol.107, pp.421-432, 1978
- 7) Ryo Ochiai et al., COVID-19 Infection-Risk Assessment Considering Concentration Distribution in Indoor Environments, HEALTHY BUILDINGS AMERICA 2021, 2021
- 8) REHVA, COVID-19 Multi-room and Recirculation CALCULATOR, <https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance/covid-19-multi-room-calculator> (2023年3月閲覧), 2023年3月
- 9) 篠原直秀, 新型コロナウイルスの感染対策に有用な室内環境に関する研究事例の紹介（第一版）, 室内環境学会HP, <http://www.siej.org/sub/sarscov2v1.html#p01> (2023年3月閲覧), 2023年3月