

# 縦型誘引給気ユニットを有する4床病室の換気性能に関する研究 (その3) 実大実験に基づく冬季暖房時の室内温度、汚染物質濃度分布に関する検討

正会員 ○盛紹宇<sup>\*1</sup> 同 山中俊夫<sup>\*2</sup> 同 小林知広<sup>\*3</sup> 同 崔ナレ<sup>\*4</sup>

## 誘引給気ユニット 置換換気 暖房 実大実験

### 1. はじめに

縦型誘引給気ユニット(図1)では、誘引空調の搬送動力節約や再熱不要などの利点を持つ一方、部屋四隅からの居住域給気による置換換気を成り立ち、室内全体の換気効率を向上できる<sup>1)2)</sup>。しかし、冬季暖房時の冷たい外壁、外窓付近の下降流が室上部に溜まっている汚染物質を居住域に巻き込み、置換換気の効果を低減する恐れがある。そこで、本報では、縦型誘引給気ユニットを有する4床病室の冬暖房時の室内温度・汚染物質濃度分布の明確や、如何に暖房時の置換換気効果を維持するかを目的とし、実大実験による検討を行った。

### 2. 実験概要

実験は、2023年1~2月中に木村工機株式会社大阪ショールームを改装した、4床病室を模擬する実大実験室で行った。部屋の北、東、南壁の断熱(100mmポリスチレンフォーム)や天井チャンバー&下の階の24時間空調により、これらの方向からの熱移動を最低限にし、中間層に位置かつ隣室がある、外壁(窓)が一面のみの空間を想定する。部

表1 実験ケースと参考データ

ケース	一次給気量(m <sup>3</sup> /h)	間仕切りカーテン	外窓カーテン	外窓ヒータ	排気温(°C)	一次給気温(°C)	チャンバー空気温(°C)	室内1.1m処温度(°C)
Case1	600	無	無	無	27.48	32.39	12.79	27.84
Case2	600	有	無	無	28.28	33.60	12.72	27.60
Case3	600	有	有	無	30.36	38.46	14.26	29.37
Case4	600	有	有	有	27.82	32.92	12.31	27.45
Case5	860	無	無	無	32.00	39.54	17.89	32.64
Case6	860	有	無	無	30.66	36.50	15.11	29.95
Case7	860	有	有	無	30.83	37.59	15.55	29.99
Case8	860	有	有	有	31.37	39.66	15.16	30.90

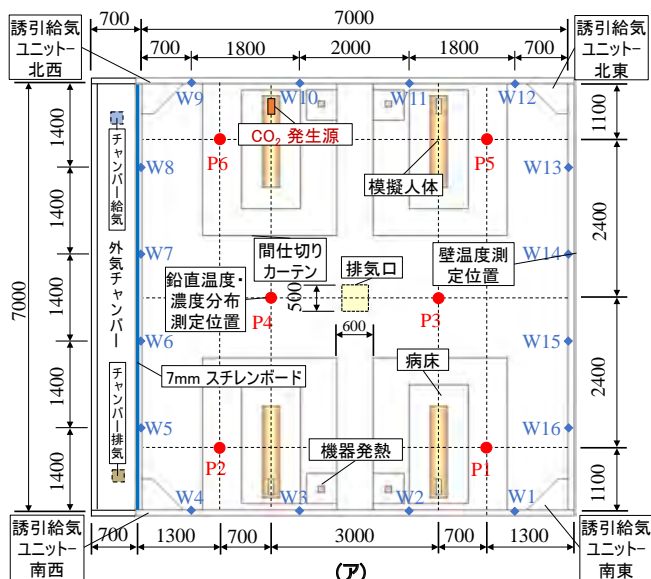


図2 実験室の寸法と鉛直温度・濃度測定点の水平分布

屋の西側に外気チャンバーを作り、チャンバーと部屋の間、上部は7mm スチレンパネル、下部は100mm ポリスチレンフォーム、それぞれ6m × 1.7mの複層ガラス窓(1.4W/(m<sup>2</sup>・K)と6m × 0.9mの腰壁を代表する。人体と機器発熱を模擬するため、発熱量50Wのシリンダー形状模擬人体と60Wのブラックランプ(深紫カバーの電球)をそれぞれ4台設置した。実験室の寸法と鉛直温度・濃度分布測定点の水平配置を図2に示す。一体の模擬人体の面部付近からCO<sub>2</sub>(1.5L/min) & He(0.9L/min)混合ガスを発生し、一人の患者から発生している汚染物質を代表する。実験方法に関しては、室内空気及び壁の温度が定常に達した後、混合ガスを3.5時間連続発生させ、最後0.5時間の室内温度と濃度分布を定常データとし採用する。実験パラメータについては、室内外温度差を大阪の真冬と想定するΔ15°C(室中心1.1m高さ外気チャンバー内空気)に一定し、一次給気風量を強風(860m<sup>3</sup>/h)と中風(600m<sup>3</sup>/h)モード、病床周囲の間仕切りカーテンの有無、外窓用カーテンと窓ヒータ(図3)の使用の調整となり、詳細は表1に示す。

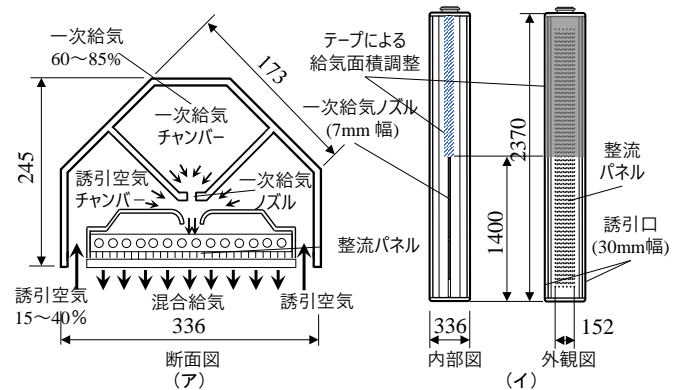


図1 縦型誘引給気ユニットのイメージ  
(ア) 水平方向断面図 (イ) 給気口の内部と外観図

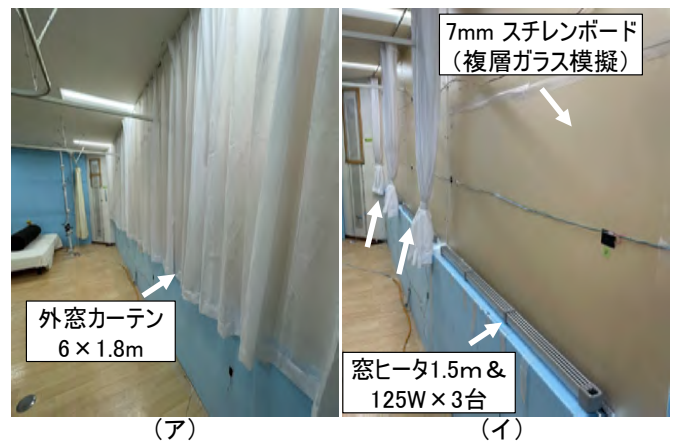


図3 外窓カーテン(ア)と窓ヒータ(イ)の写真

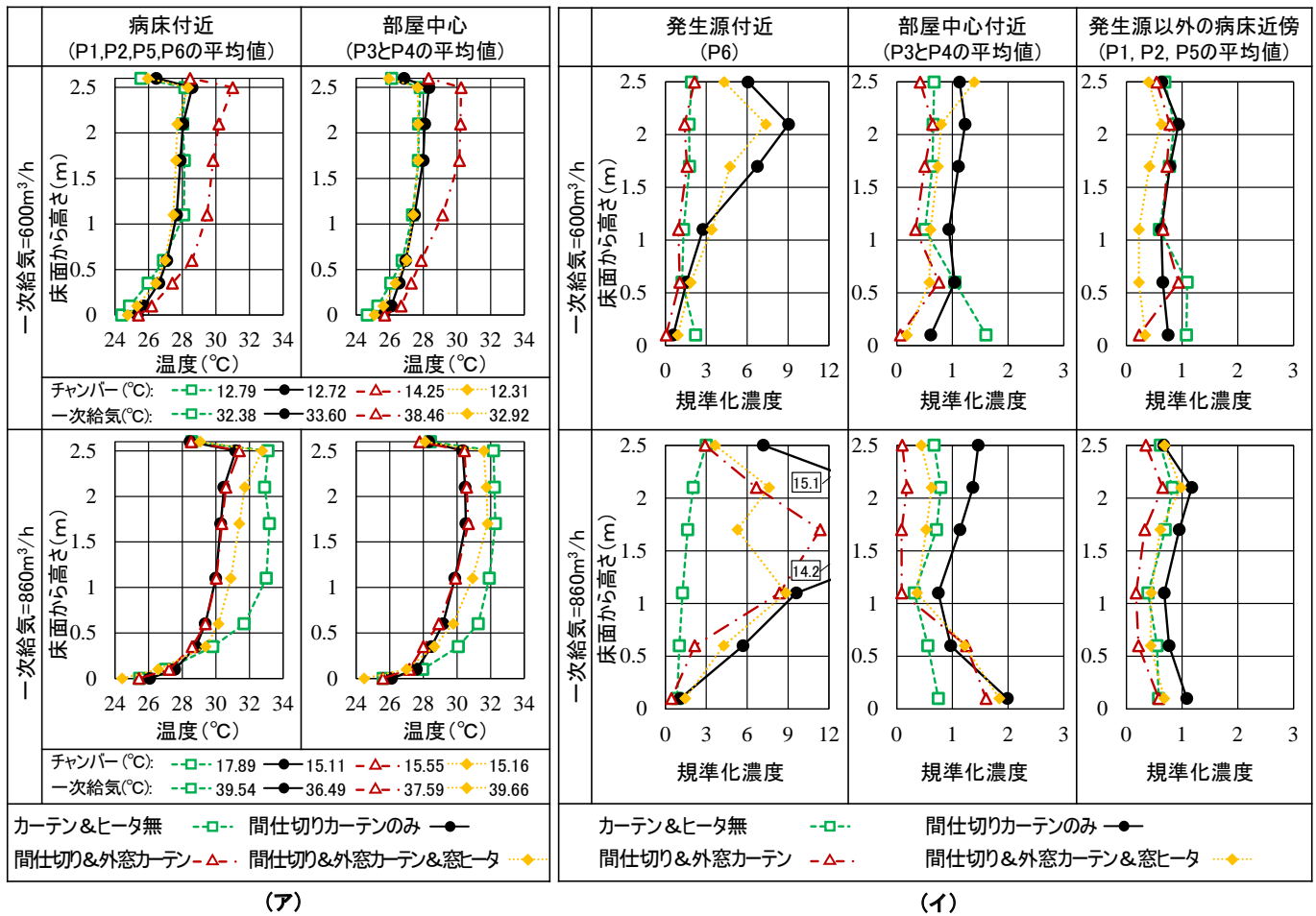


図4 冬暖房条件（室内外温度差 15℃程度）下の室内鉛直温度（ア）と基準化濃度（イ）分布

### 3. 結果と分析

異なる空調風量（換気回数）の実験ケースの換気効果を比較するため、CO<sub>2</sub> トレーサガスの濃度はすべて(1)に示している規準化濃度  $C_N^*$ （測定点と排気濃度の比率）で表す。

$$C_N^* = \frac{C_P - C_{SA}}{C_{EA} - C_{SA}} \quad (1)$$

定常状態の室内の温度分布を図4（ア）、規準化濃度分布を図4（イ）に示す。外気チャンバーの温度調整能力は限りある同時に、室内外温度差を 15℃程度に保証するため、一部のケースは室内温度を正常な暖房目標温度より高めに設定した。室内上下温度分布について、中風（600m<sup>3</sup>/h）給気の場合は4℃差程度、強風（860m<sup>3</sup>/h）は5℃差程度の方、病室用（寝ている人）から考え、病床高さ（0.6m）より上の空間の鉛直温度差は2℃程度であり、置換空調の温度分布を維持しながら、熱快適性への影響は少ないと考える。また、間仕切りカーテンの設置は、病床周辺の温度差緩和効果を持ちながら、窓ヒータと外窓カーテンが室内温度分布への影響は特に見れなかった。室内汚染物質濃度に関して、置換換気の（低速給気推奨）特性から、中風給気は強風より、汚染物質の拡散は少なく、安定な置換換気になり易いことが分かった。全てのケースでは外窓付近の下降流

の影響を受け、汚染物の沈下（特に部屋中心、P3 & P4 付近）が観測された。それに対し、外窓カーテン設置は一定な下降流防止&汚染物質巻き込み減少効果がある同時に、窓ヒータと併用すれば、元から下降流を除去でき、熱上昇流も発生し、冬暖房時の置換換気効果が顕著に向上、保証出来る。まとめになると、縦型誘引給気ユニットを有する4床病室の冬暖房時の置換換気効果を保証するには、中風量給気と窓ヒータとの併用を強く推奨する。やむを得ず大風量給気が必要な場合、間仕切りカーテンを閉めず（室内障害物を無くす）、混合換気システムとしても優秀な換気性能（発生源以外、基準化濃度は0.5程度）も持っている。

記号	
$C_N^*$ 基準化濃度 [-]	$C_{SA}$ 一次給気濃度 [ppm]
$C_P$ 室内測定点濃度 [ppm]	$C_{EA}$ 排気濃度 [ppm]

謝辞  
本研究は木村工機（株）との共同研究であり、ここに記して謝辞を表します。

参考文献  
1) Shaoyu Sheng, e. al., "Experimental study and CFD modelling of four-bed hospital ward with all-air wall induction unit for air-conditioning," Building and Environment, vol. 222, 2022.  
2) Shaoyu Sheng, e. al., "Ventilation Performance of All-air Wall Induction Unit in a Four-bed Hospital Ward During the Summer", 令和4年度室内環境学会学術大会講演要旨集 B-21, 2022.12

\*1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 特任研究員・博士（工学） Specially Appointed Researcher, Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr.Eng.  
\*2 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 教授・博士（工学） Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr.Eng.  
\*3 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 准教授・博士（工学） Associate Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr.Eng.  
\*4 東洋大学理工学部建築学科 助教・博士（工学） Assistant Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Science and Engineering, Toyo University, Dr. Eng.