

天井吹出し型誘引空調による室内環境制御手法に関する研究 (その1) 冷房時における4床病室内の温度・汚染物濃度分布

病室 誘引空調 トレーサーガス法

正会員○李 エイ^{*1} 同 山中 俊夫^{*2}
同 甲谷 寿史^{*3} 同 相良 和伸^{*4}
同 桃井 良尚^{*5}

1. はじめに

近年、省エネルギー性と室内温熱環境の質を両立できる空調システムが求められており、その要求を満たせるものとして、天井放射空調が注目されている¹⁾。なかでも、空気式で低風速の天井吹出し型誘引空調は、外気導入が可能で、室内空気を誘引し混合空気を低速で吹き出すため、風量が削減でき、ドラフト感の少ない快適な空調システムと考えられる。吹出し面積が大きいことから、ユニット配置数を多くすることで、放射効果も期待できる。本研究では、4床病室での適用を考え、汚染物発生位置、ベッド廻りのカーテンの有無が室内温度・汚染物濃度分布に与える影響を検討した。なお、本報告は、既報²⁾をまとめたものである。

2. 実験概要

実験は2015年11月2日～22日の期間に木村工機(株)のショールームを改造した実大実験室で行った。内寸7.35m×5.25m、高さ2.42mであり、概要を図1、断面図を図2に示す。実験室の北壁及び東壁は厚さ150mmのポリスチレンフォーム保温板で断熱した。また、日射負荷を再現するため、東壁側面にポリスチレンフォームに500Wの電気カーペットを片面二枚ずつ計4枚設置した加熱面を吊し、計2000Wの発熱を行った。機械室(図1参照)にはオイルヒーターを設置し、導入外気を32℃に昇温した。なお、4つの長方形給気ユニットが天井に配置され、還気口は一辺275mmの正方形のVHSが二個天井面隅部に配置されている。排気はドアと床の隙間(865mm×7mm)から、廊下側に自然排気される仕組みである。模擬人体はスパイラルダクト(直径30cm、高さ150cm)の内面に、PVC皮膜ヒータケーブル等を等間隔に配置したものとし、顕熱発熱量は40Wに設定した。さらに、TVや冷蔵庫の発熱を想定し、各ベッド近くにブラックランプを設置した。

実験は、室内の空気温度及び壁面温度が定常に達したことを確認した後、一つの模擬人体上部中のレーザーガス発生口よりCO₂を1.5L/minで発生させ、濃度が定常に達したことを確認した後、各測定点のCO₂濃度を測定した。

図3中P1～P12の位置において、それぞれ鉛直方向8点の空気温度をT型熱電対(Data logger Cadac 3, Etodenki Corporation)と小型測定器(TR-576, TR-76Ui, T&D Corporation)を用いて測定した。また、W1～W9の位置において鉛直方向3点の室内壁面温度を測定した。濃度測定に関しては、図3に示すP1～P10の位置において、それぞれ鉛直方向4点の濃度を小型測定器(TR-576, TR-76Ui,

T&D Corporation)で測定した。測定間隔は30秒とした。実験条件を表1に示す。外気量は2回/h換気(外気風量200m³/h)に固定し、汚染源発生位置、カーテンの有無をパラメータとして設定した。なお、4個の給気ユニットは図4の断面を有し、空調機からの吹出し風量は213m³/h個、うち外気量は50m³/h個、還気量が163m³/h個、誘引される室内空気と吹出し風量の比は6:4(メーカー値)である。

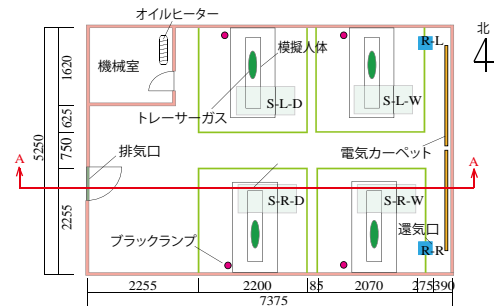


図1 実験室概要

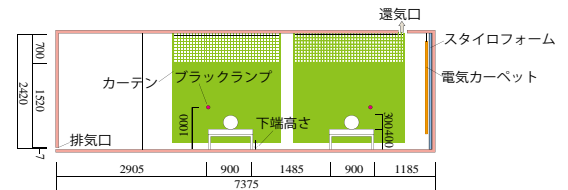


図2 実験室断面図

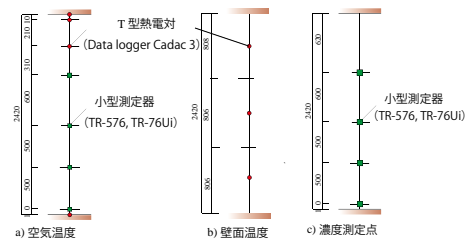
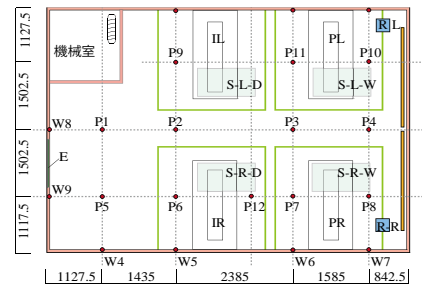


図3 測定点

表1 実験条件

Case名	換気回数(回/h)	発生源位置	カーテン
Case 1	2	PB(ペリメータ側模擬人体)	有
Case 2	2	PB(ペリメータ側模擬人体)	無
Case 3	2	IB(インテリア側模擬人体)	無

Controlling Method of Indoor Environment in Sickroom with Ceiling Induction Diffusers

(Part 1) Temperature and Contaminant Concentration Profile in 4-bed Sick Room under Cooling Condition

LI Ying, YAMANAKA Toshio, KOTANI Hisashi, SAGARA Kazunobu, MOMOI Yoshihisa

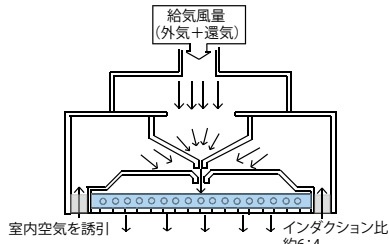


図4 給気ユニットの断面図

3. 実験結果と考察

(1) 汚染源発生位置による影響

換気回数(外気量のみ) 2回/h、ベッド廻りのカーテンはなく、CO₂発生源位置PR(ペリメータ側)及びIR(インテリア側)とした両条件下で、室内の各点(図3参照)の温度分布を比較した結果を図5に示す。図より、いずれのCO₂発生位置でも、各測定点の温度分布に差異はなく、床から天井にかけての上下温度差は小さいことがわかる。言い換えれば、二つの条件での実験の再現性が高いことを確認できたと言える。

同条件下における室内鉛直濃度分布の比較を図5に示す。濃度は、外気濃度を0、排気濃度を1として規準化して示している。図より、IR(インテリア発生)の場合はいずれの場所においても高濃度の部位は見られず、CO₂が室内全体に拡散している状況が見られる。一方、PR(ペリメータ発生)の場合でも、発生源に最も近いP8でやや濃度が高いものの室全体としては濃度の不均一は少なく、CO₂の発生源位置による濃度分布の差異は小さいことがわかる。

(2) カーテンの有無による影響

換気回数2回/h、汚染物発生源位置PRでベッド廻りにカーテンを設置している条件と設置していない条件について、室内鉛直温度分布を図7に示す。図より、両条件下で同様の温度分布傾向が見られたが、カーテンを設置している場合、どの場所でも約1℃程度温度が高くなる傾向が見られる。天井面温度、床面温度にも差異が見られることから、この原因は外気温の差異の可能性が高いと言える。

図8は室内のCO₂濃度分布を規準化濃度で表したものであるが、発生源近くのP7、P8では大きな値を示しているが、それ以外の測定点においては、両条件とも規準化濃度はいずれも1に近く、大きな差異は見られない。このことにより、カーテンは、発生源近くの濃度を上昇させるが他のベッドの近くの濃度に対する影響は見られないと言えることができる。

4. まとめ

本報では、ベッド廻りのカーテンと汚染源発生位置が冷房時の天井吹出し型誘引空調を有する4床病室内の温度・汚染物濃度分布に与える影響について検討した。今後は暖房時の検討に加えて、CFD解析を用いて詳細な検討を行う所存である。

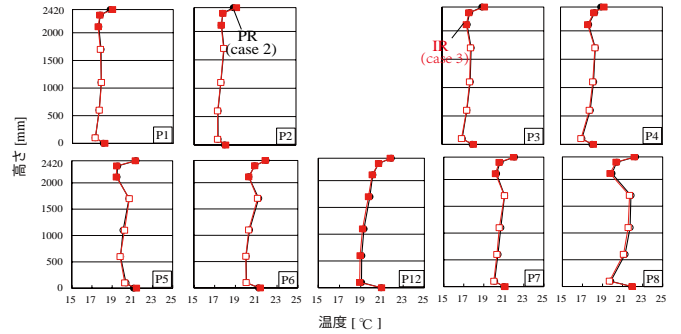


図5 鉛直温度分布
(CO₂発生位置の比較、換気回数：2回/h、カーテン：なし)

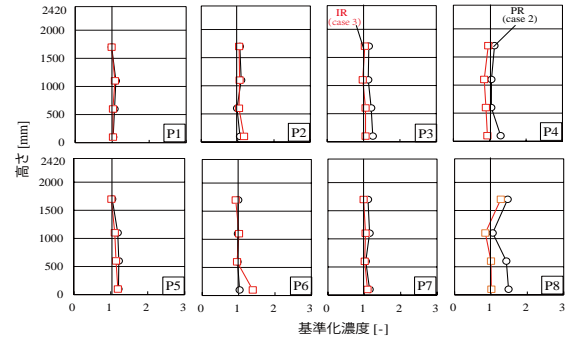


図6 鉛直濃度分布
(CO₂発生位置の比較、換気回数：2回/h、カーテン：なし)

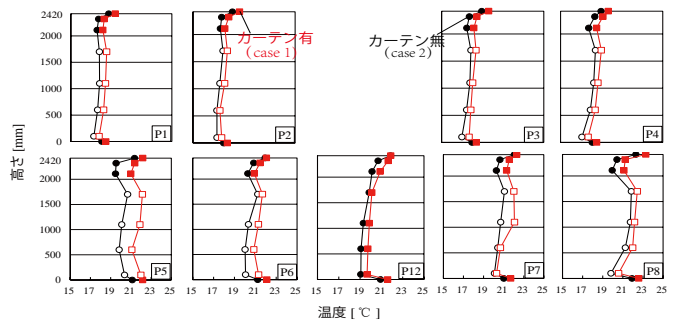


図7 鉛直温度分布
(カーテン有無の比較、換気回数：2回/h、CO₂発生位置：PR)

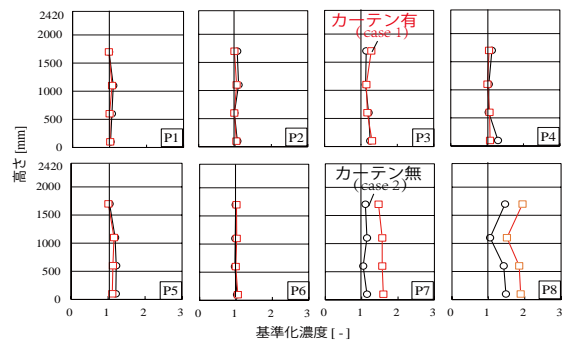


図8 鉛直濃度分布
(カーテン有無の比較、換気回数：2回/h、CO₂発生位置：PR)

【参考文献】

- 1) K Nagano, T Mochida : Experiments on thermal environmental design of ceiling radiant cooling for supine human subjects, Building and Environment, 39 (2004) 267-275
- 2) LI Ying, YAMANAKA Toshio, KOTANI Hisashi, SAGARA Kazunobu, MOMOI Yoshihisa, CHEN Yun Indoor Thermal Environment in Four-bed Sickroom with Ceiling Induction Diffusers under Cooling 平成28年度日本建築学会近畿支部研究発表会論文集, 2016.5掲載予定

*1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 博士後期課程
 *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)
 *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)
 *4 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 教授・工学博士
 *5 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 助教・博士(工学)

Graduate Student, Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University
 Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr Eng
 Associate Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr Eng
 Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr Eng
 Assistant Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr Eng