

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5) 4床病室冷房時における室内環境特性と換気性能の測定手法

正会員○ LIU PEIHUAN*¹ 同 山中俊夫*² 同 李 エイ*³

4. 環境工学—12. 空気流動基礎—f. 換気・空調効率指標による評価手法
 病室，誘引空調，トレーサーガス法，空気齢

はじめに

人々が良好な室内環境に対する追求の向上に伴って、病室での温熱環境と空気質が広く注目されている。そこで、高性能、高効率な空調システムが求められている。既報では、ドラフト感が少ない、風量の削減による搬送動力の削減が可能という特徴をもっている天井吹出し型誘引ユニット空調に対し、ステップアップ法を用い、病室において排気口位置およびカーテンの有無が空気齢分布に与える影響を検討した。本報では、濃度を測定用の測定器(CO₂ 温度取り TR-576)の応答性が実験誤差に与える影響を検討するため、測定器の応答性を測定した。

1. 誘引空調に関する実験概要

1.1 風速測定

(1) 実験概要

実験は、2017年12月1日2017年12月21日の期間に木工工機(株)のショールームを改造した実大実験室で行なった。実験室の寸法と温度、濃度の測定点は既報¹⁾を参考されたい。

実験は室内空気環境が安定となったことを確認後、各測定点では超音波風速温度計 DA-700 を用い、45秒~1分30秒の測定を行った。測定点は図3に示し、V1-V30の位置において、それぞれ鉛直高さ3点に(FL+600, FL+1100, FL+1700)設置された。

(2) 結果と考察

風速測定点図のX, Y断面のベクトル結果はそれぞれ図4、図5に、スカラー風速値は断面Yで分け、図6に示す。図6により、FL+1700mm高さの風速値は相対的に小さく、大体0.1 m/s以下で分布しており、FL+1100mm高さの風速値は、断面Y2、Y3では、S-R-Dディフューザーによる風速はS-R-Wディフューザーによる風速より大きい傾向が見えるが、

断面Y1において、逆の傾向が見られる。FL+600 mm

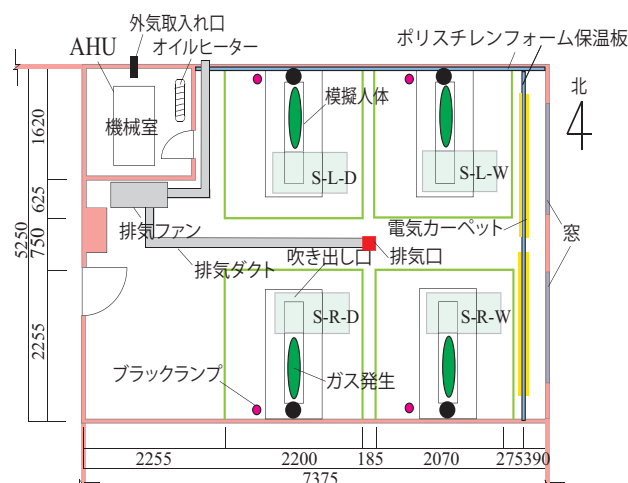


図1 実験室の平面図 [mm]

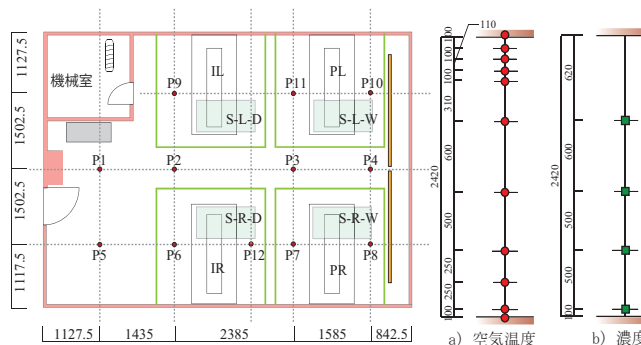


図2 温度、濃度測定点

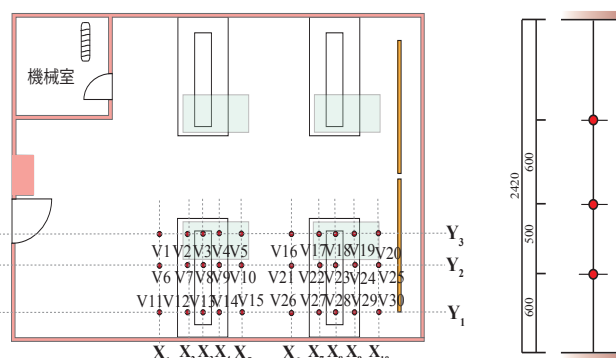


図3 風速測定点

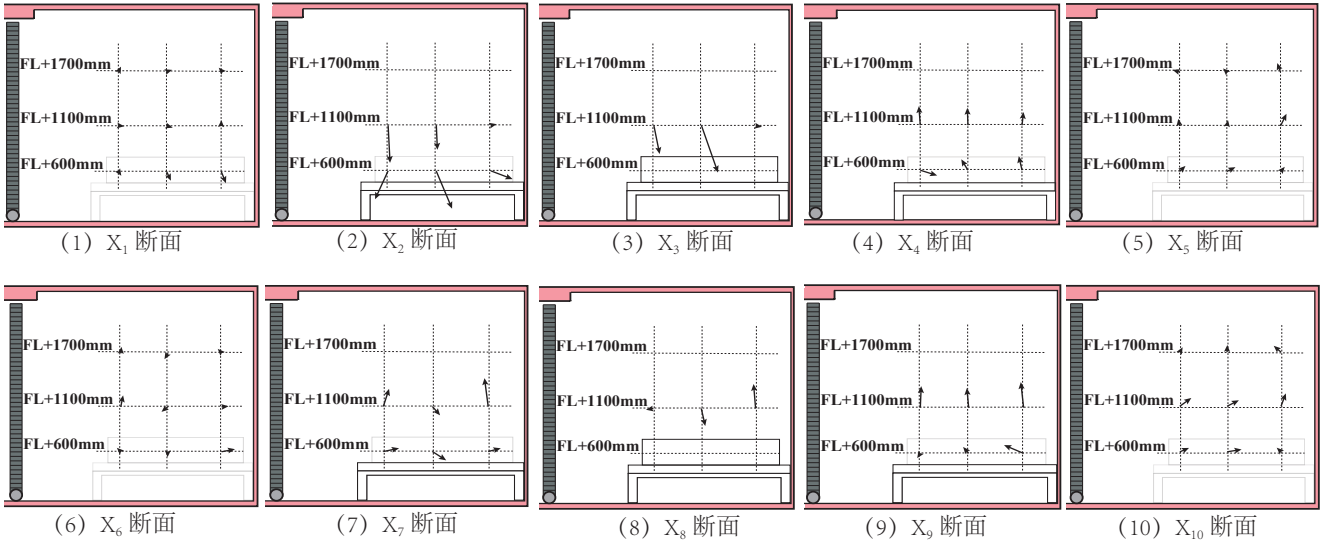


図4 X断面ベクトル風速の分布

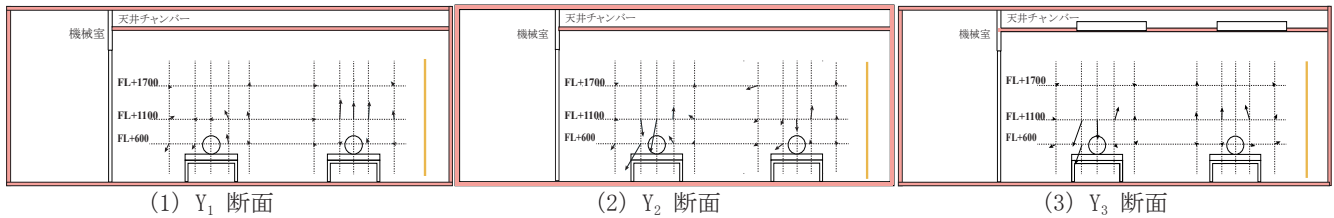


図5 Y断面ベクトル風速の分布

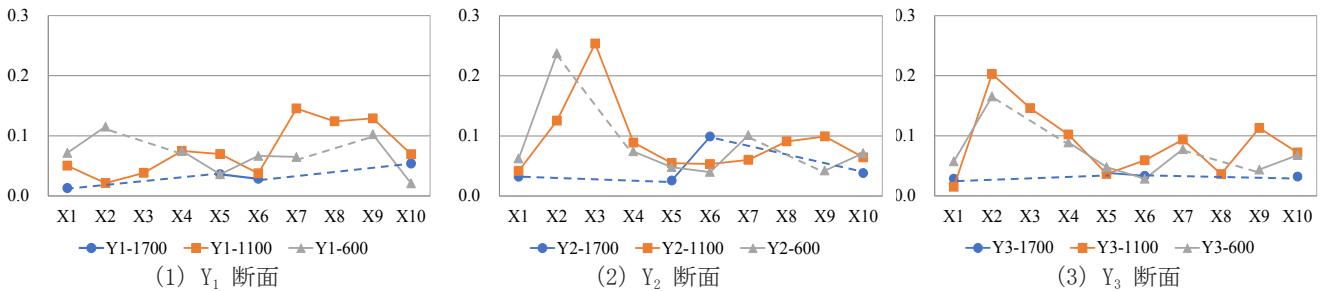


図6 スカラー風速の分布 [m/s]

高さでは、各断面の趨勢が大体一致であり、S-R-D ディフューザーによる風速はS-R-Wディフューザーによる風速より大きかった。図4、5により、空調の近くに風速方向は上向きであり、模擬人体からの上昇気流の影響と考えられる。

1.2 放射測定

(2) 実験概要

実験手順としては、室内空気環境が安定になったことを確認後、各測定点で長波放射計 CFH-IR02 を用い、測定を行った。測定点は図4に R1 ~ R9 の位置に FL+1100 mm の高さで設けた。実験はカーテンあり、カーテンなしの二条件で行った。

(2) 結果と考察

式(1)より、電圧を $U[V]$ 、感度係数 S を

$14.66 \times 10^{-6} [V/(W/m^2)]$ 、ステファンステファンボルツマン定数を $5.67 \times 10^{-8} [W/(m^2k^4)]$ 、温度を $T[^\circ C]$ とすれば、放射量 $E[W/m^2]$ を計算された。また、放射係数は 1 と仮定すると、式(2)より、放射温度 $T[^\circ C]$ が得られた。この算出した放射温度と測定点周辺の室温との比較結果は図8、9に示す。

図により、空調の放射作用下、測定点での放射温度が室内温度より $0.3^\circ C \sim 0.5^\circ C$ 程小さくなったことを分かった。なお、窓側で電気カーベットの影響のため、その周辺の放射温度と室内温度が高かった

$$E = \frac{U}{S} + \sigma(T + 273.15)^4 \quad \dots\dots (1)$$

$$E = \sigma \varepsilon T^4 \quad \dots\dots (2)$$

$$\varepsilon = 1$$

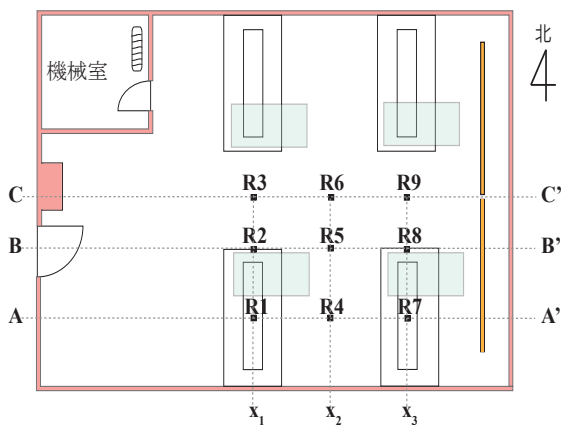


図7 放射測定点

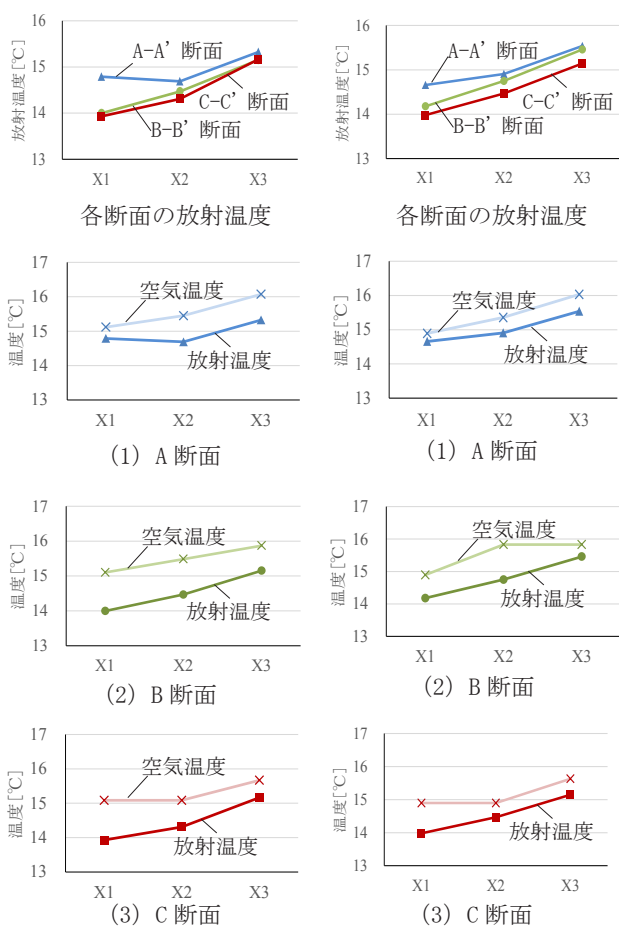


図8 室内温度と放射温度 (カーテン無し) 図9 室内温度と放射温度 (カーテン有り)

ところが分かれた。また、模擬人体が発熱していたことで、断面C-C'からA-A'まで、放射温度が徐々に上昇してきた。

2. 測定機器の応答性に関する実験

2.1 実験概要

(1) 実験の目的

第3報では、病室の空気齢を算出するために、ステップ法を用いた。然し、実験で測定した濃度が測

定器の応答性により、誤差が生じる可能性がある。この誤差を判明する為に、測定器の応答性実験を行った。

(2) 測定方法

実験は大阪大学実験室で行なった。実験方法に関しては、ある濃度測定器 (RTR-576 CO₂ recorder) が入れられた箱に 503ppm スパンガスを出し、濃度は安定したことを確認したあと、三方弁を切り替え、瞬時に 1491ppm のスパンガスを出し、濃度は安定したまで、この測定器の濃度変化を測定した。(図10を参考) 本実験では、流量はそれぞれ 4.32L/min, 3.24L/min, 2.16L/min, 1.08L/min, 0.54L/min, 0.27L/min とし、6 ケースの実験を行い、各流量を 2~3 回測定を行った。(表1を参考)

なお、測定器本体の隙間などをテープで貼り付け、センサーの付近にある開口部に合わせ、ガスを注入することになった。

表1 実験条件

ケース	実際流量 [L/min]	測定回数
①	0.27	2
②	0.54	2
③	1.081	2
④	2.16	3
⑤	3.24	3
⑥	4.32	3

2.2 実験結果と考察

各流量ケースの濃度変化は図11に示される。これらの濃度を微分し、各流量ケースの測定器応答値が得られる。結果は図12に示す。ここで、ケース⑥(流量は4.32L/min)を注目し、負数を較正するため、3秒、4秒、5秒の移動平均値をとり、結果は図13に示さる。また、外気を ppm、実験と同じように CO₂ を 1.5L/min で出し、換気回数を 4 回/h とすることを仮定し、病室濃度変化を模擬した。この模擬値を真値と仮定し、式(3)を用い、室内濃度 Cp(t) を病室の模擬した濃度 C(t) と測定器 5 秒移動平均の応答値 R(t) の積分で試算した。得られた計算値と病室模擬濃度の比較結果は図14に示す。

病室と同じ条件下、計算値と模擬値は一致する傾

$$C_p(t) = \int_0^{\infty} \frac{C(t-\tau)R(\tau)}{1000} d\tau \quad \dots\dots (3)$$

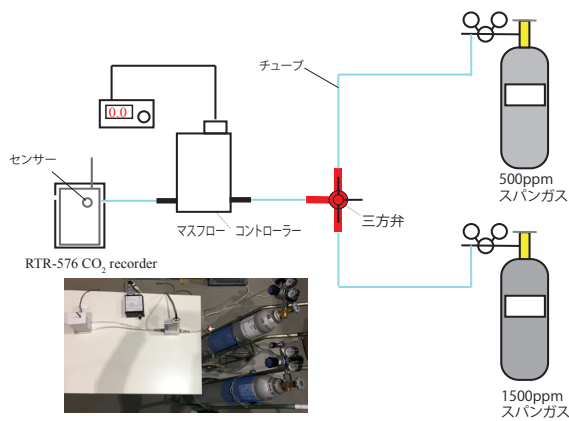


図10 実験概要図

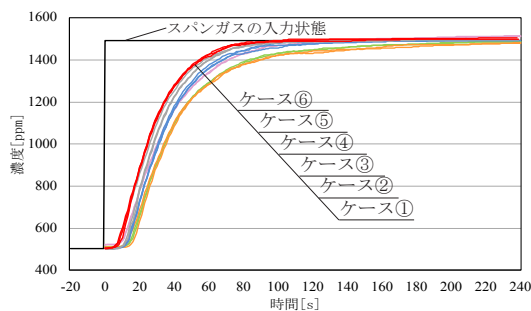


図11 各ケースの測定値

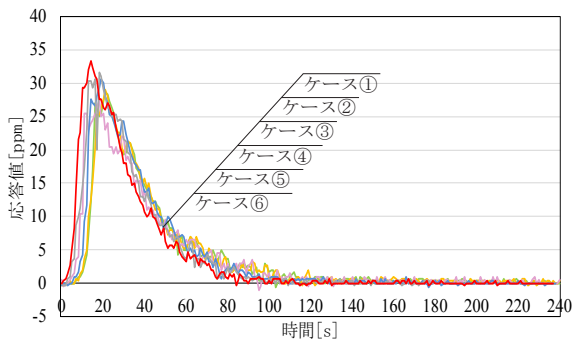


図12 各ケースの応答値

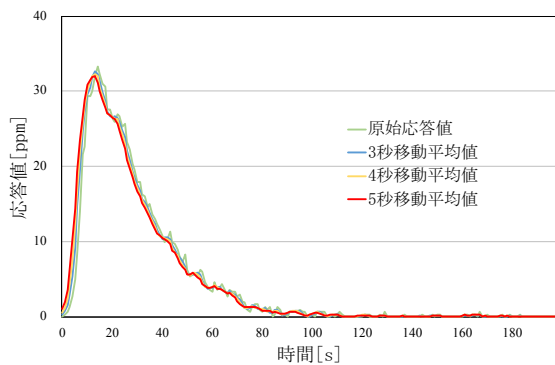


図13 ケース⑥の応答特性移動平均結果の比較

病室と同じ条件下、計算値と模擬値は一致する傾向を示している。すなわち、病室で測定した結果は信頼することができると考えられる。なお、換気回数を16回/h, 28回/h, 40回/hまで増加すると、濃度の上昇過程では、ずれる現象が見られる。換気回数の増加に伴って、測定器の応答性による誤差が大きくなることが分かる。

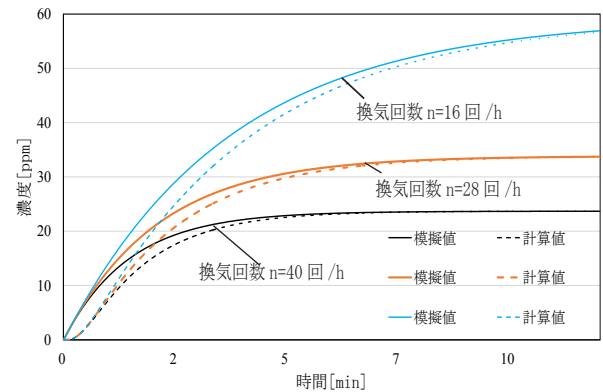
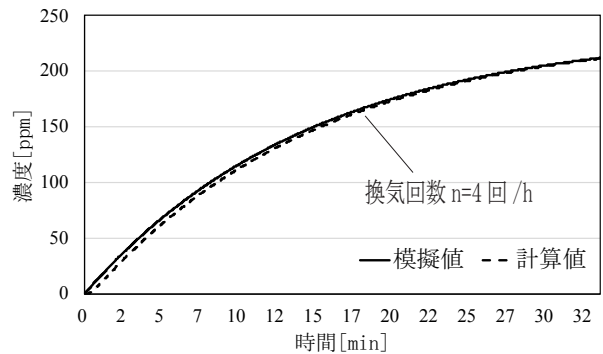


図14 検証結果

3. おわりに

誘引空調の各吹出しユニットによる風速は極めて低いこと、上向きの放射温度は室温より少し低いことなどがわかった。また、測定器による誤差は測定値に与える影響はほぼないが、換気回数が増えると、影響は大きくなることが判明した。

謝辞

本研究は木村工機(株)との共同研究によるものであり、種々の便宜を図っていただいた関係者各位に感謝致します。なお研究を進めるにあたりご指導頂いた、故甲谷寿史先生に深謝いたします。

参考文献

1) 蔵永真理、山中俊夫、甲谷寿史、桃井良尚、相良和伸、李瑩：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3) 全外気冷房運転時における4床病室内の空気齢分布。日本建築学会学術研究発表会論文集、2017、8

*1 大阪大学大学院 博士前期課程
 *2 大阪大学大学院工学研究科 教授 博士(工学)
 *3 大阪大学大学院工学研究科 博士後期課程

Graduate Student, Division of Global Architecture, School of Engineering, Osaka University
 Prof. Division of Global Architecture, School of Engineering, Dr. eng
 Graduate Student, Division of Global Architecture, School of Engineering, Osaka University