

臭気源物質の拡散防止を目的とする便所の換気設計に関する研究

-自然対流場での人体ブルーム及び臭気源物質の拡散性状(和式便所の場合)-

正会員 ○田中 亮介¹同 山中 俊夫²同 甲谷 寿史³

1.はじめに

便所内での臭気には、床や便器等に付着した汚物から定常的に発生するものと、用便時に汚物と空気とが接触することによって間欠的に発生するものがある。定常的に発生する臭気については便所の維持管理等によって対応すべきで、間欠的に発生する臭気については換気設計による対応が必要とされる。臭気を除去する方法としては、換気量を増やすことが考えられるが、ただ換気量を増やすだけでは経済・エネルギー的な負担が大きく最善の解決策とは言えない。そこで、より少ない風量でかつ臭気の除去が可能な、効率の良い換気システムの設計が求められる。

用便時には便所内に人体が存在し、その人体の発熱量により人体ブルームが発生する。その人体ブルームを有効に利用すること、すなわち汚物から発生した臭気を人体ブルームに乗せて上昇させることで、効率良く臭気を排気することができる。そこで、臭気を拡散させないためには、ブルームを乱さない事が必要で、そのためにはパーティションで区切られた個室(以下「ブース」)の扉下部に設けられた開口から給気して、ブース上部から排気する方式が望ましいと考えられる。

本研究では、臭気源物質の拡散を防止し、ブース上端と天井との間の空間に到達した臭気源物質をブース内に逆流させずに排気する、効率的な便所の換気システム設計法の確立を最終目的とし、本報告では和式便所の実物大模型ブースにおいて扉下部の開口の大きさをパラメータとして変化させ、機械換気を行わない自然対流場での温度・風速及び排泄物を想定した臭気源物質濃度のトレーサースガス法による測定を行い、人体ブルーム及び臭気源物質の拡散性状を把握した結果について報告する。

2.実験概要

実験では図1に示すようなブースを用いた。図中の断面①～④は後述の測定断面を示し、ブース寸法については標準的な公衆便所の寸法を参考にした。そのブースの

表1 実験条件

便器の型式	和式 (C-752BF: INAX製)			
マネキン発熱量	100W			
ブース条件	下部開口なし	下部開口 55×5(H)cm	下部開口 55×10(H)cm	壁なし

中に、ヒーティングケーブルを等間隔に巻き付けたマネキン(SDF13D-A4: パールマネキン製)を設置し、そのマネキン上半身にはスウェットのトレーナーを2着重ねて、下半身には同素材のズボンを1着、頭部には毛糸の帽子を着衣をさせることで実人体の表面を模擬させた。発熱量は一般事務作業時の代謝量¹⁾(75W/m²)に相当する100Wとした。一般に扉下部に給気を意図した開口(アンダーカット)が設けられるが、その面積の大小がブース内の人体ブルームや臭気源物質の拡散性状に大きな影響を与えられられるため、図1に示す「下部開口高」をパラメータとし、

それにブースの壁が無い条件(自由場)を加えて、実験条件は表1に示すように4条件とした。実験は、十分な気積を有する実験室内にブースを設置し、マネキンの肛門部よりトレーサースガスとして濃度5%(N₂希釈)のSF₆を1.0ℓ/minの流

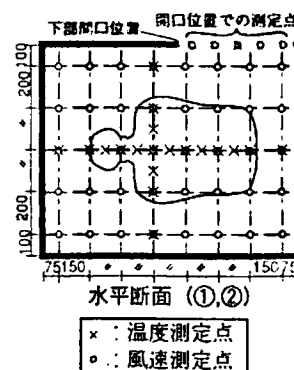


図2 温度・風速測定点

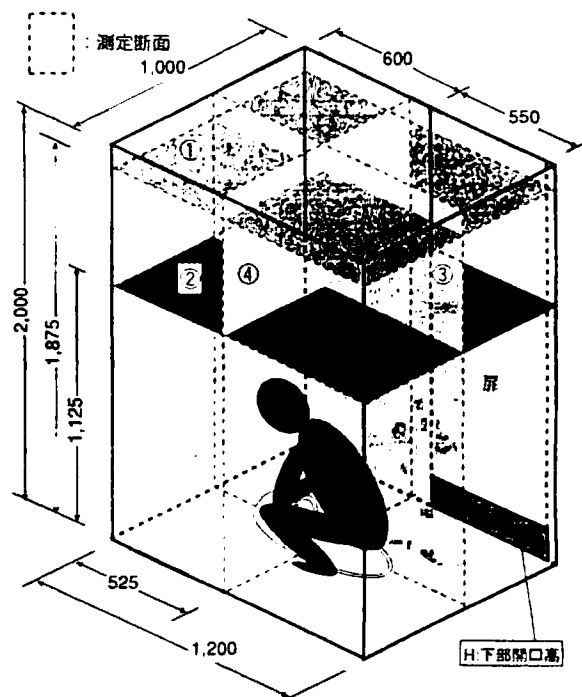


図1 ブース概略及び測定断面(単位[mm])

Ventilation Design of Lavatory to Prevent Odor from Diffusing

-Plume from Occupant and Contaminant Transport in Natural Ventilated Squatting Type Closet

TANAKA Ryosuke, YAMANAKA Toshio and KOTANI Hisashi

量でパッシブに発生させ、実験室内の SF_6 濃度の上昇を防ぐためブルームを乱さない位置から内径5cmのホースによって実験室内空気を実験室外へ強制排気しながら温度・風速・濃度を測定した。なお温度測定にはT型熱電対、風速測定には超音波風速計（WA-390型：海上電機製）、 SF_6 濃度測定にはリアルタイムガスモニタ（1311型：Brüel&Kjær製）を用いた。測定点は、温度については図2に

示す水平断面2面（図1中の水平断面①、②）上の点と開口位置1点の計39点、風速については図2に示す水平断面2面（同水平断面①、②）上の点と開口位置5点の計85点、濃度については図3に示す水平断面2面（同水平断面①、②）と鉛直断面2面（同鉛直断面③、④）上の点と鼻周辺部1点の計112点である。

3. 実験結果と考察

3.1 温度分布

ブース内の温度分布を図4に示す。それぞれ給気基準温度（給気温度との差）で表現しており、給気温度としては下部開口55×5(H)cm（以下「開口5cm」）及び下部

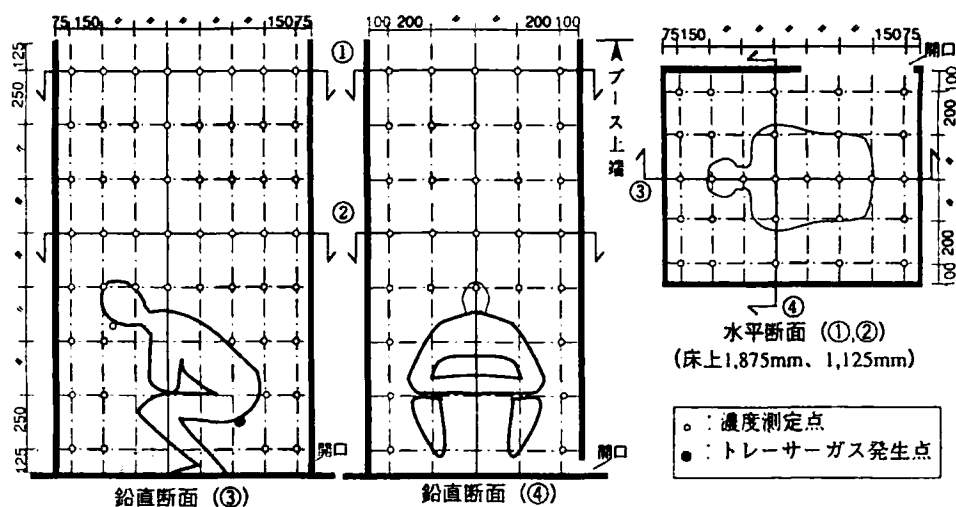


図3 濃度測定点及びトレーサガス発生点

開口55×10(H)cm（以下「開口10cm」）の条件では開口部での温度を、壁なしの条件では壁を設置した場合の開口部にあたる位置、すなわち床面付近での温度を用いたが、下部開口なし（以下「開口なし」）については給気温度が特定できないため、便宜的に他の3条件と同じ、図2に示す位置（壁より内側）での温度を用いた。

どの条件においても、同一水平断面上での温度分布は床上1,875mm（図1中の水平断面①）よりも床上1,125mm（同水平断面②）の方が大きく、水平断面②で大きく温度分布が生じている部分はマネキン上部であり、人体ブルームによる温度上昇と考えられる。

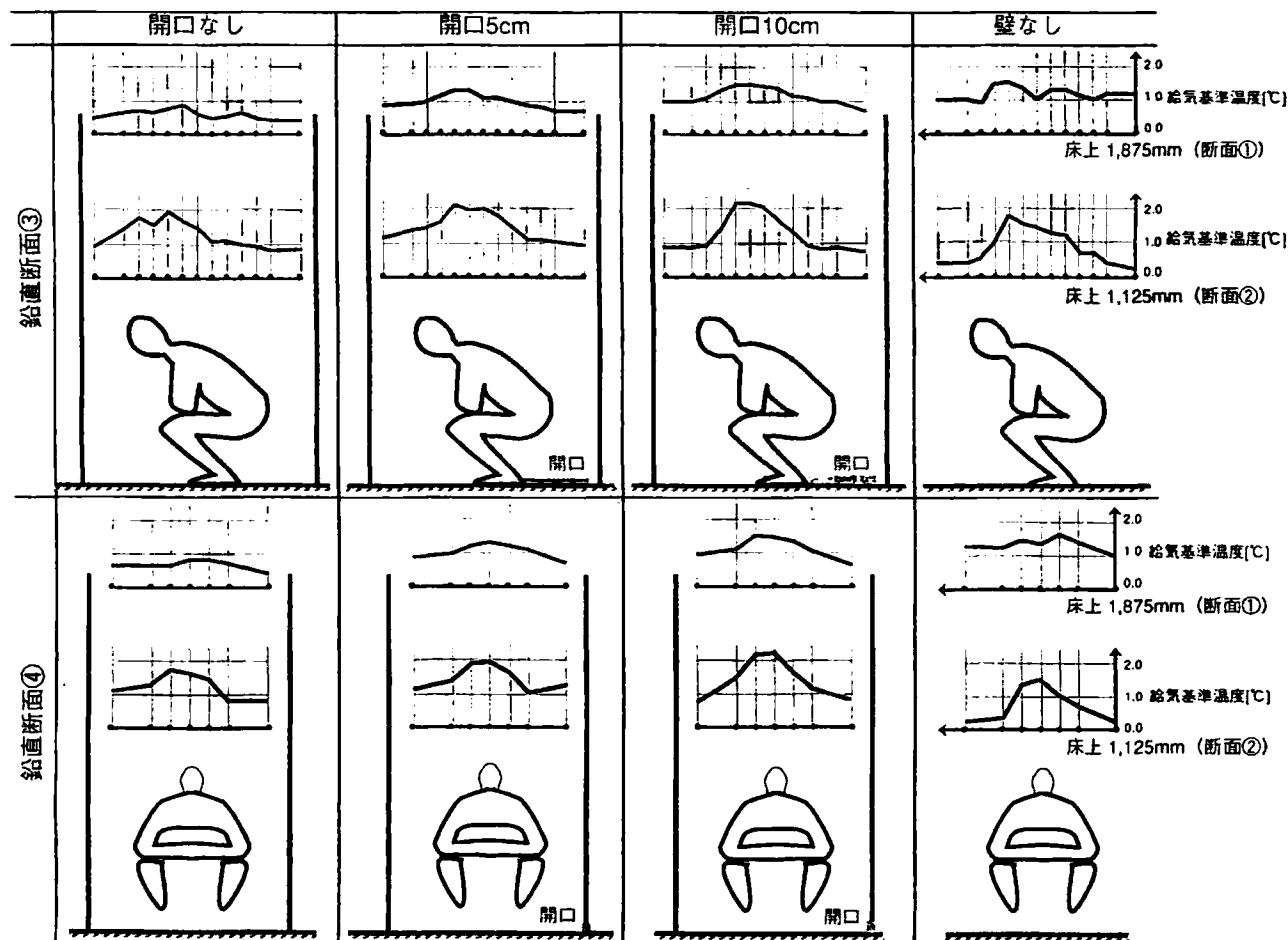


図4 温度分布

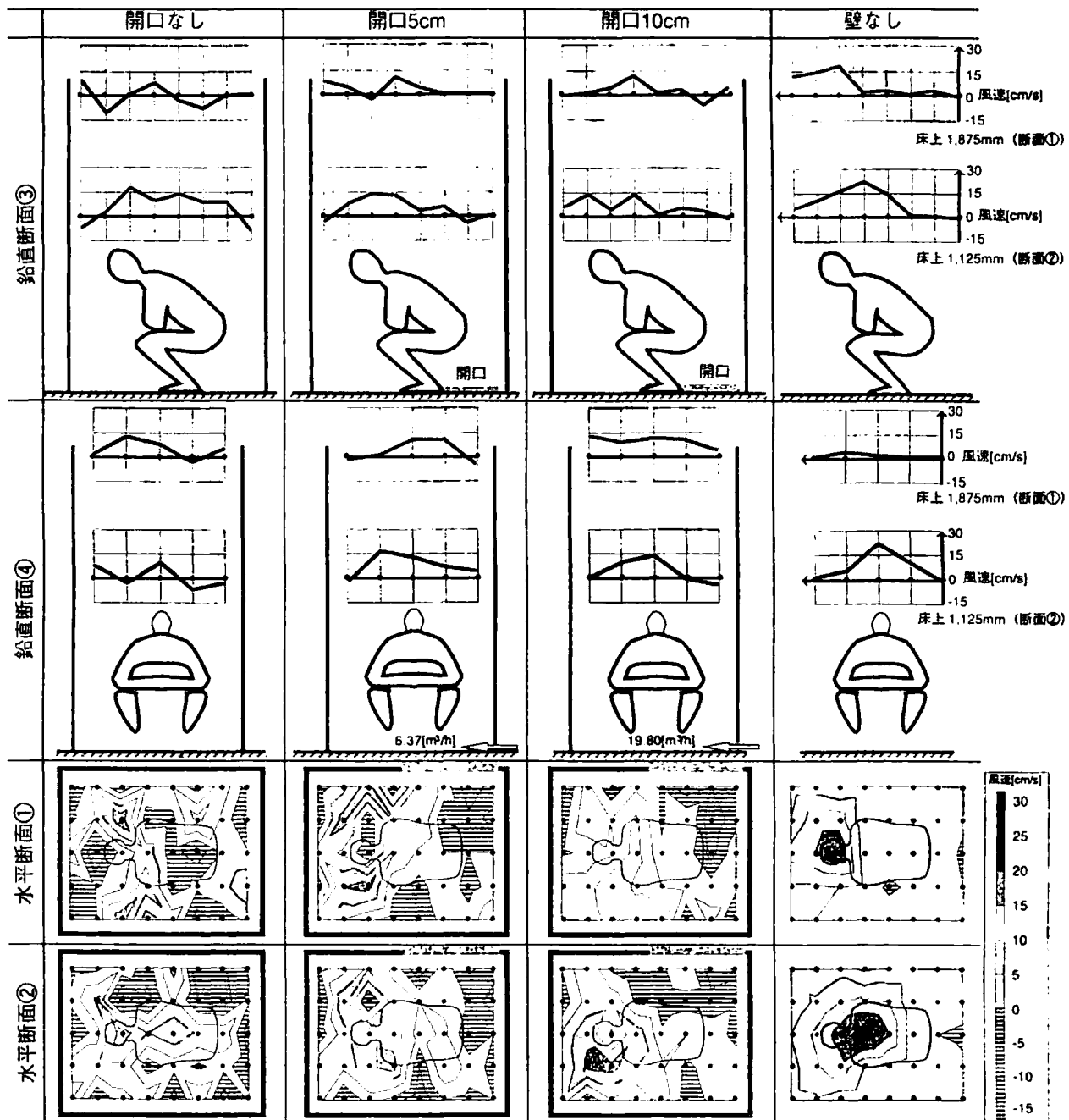


図5 風速分布

また鉛直断面④について見ると、開口5cm、開口10cmでは開口部と反対側（向かって左側）に温度分布が偏心している。これはマネキンの右後方に設けた下部開口からの給気により人体ブルームが風下側に偏心しているためと考えられる。

3.2 風速分布

ブース内の鉛直成分風速の分布を図5に示す。壁なしの条件を見ると、高さの低い位置では背中付近にブルームがあり、高さが高くなるとブルームはマネキンの頭上にあることが分かる。これより、ブルームが背中に沿って上昇し、背中が傾斜していることが原因で、ブルームも傾斜して前方へと流れていると考えられる。

また温度分布と同様に、開口5cm、10cmでは開口部と反対側に風速分布が偏心しており、その傾向は水平断面②よりも水平断面①の方が大きい。

また開口なしについては、風速の正の値と負の値がブース全体に分布して見られ、ブース上部全面から給気され、それによりブルームが乱されていると考えられる。一方で開口5cm、10cmにおいては、ブース壁付近において風速に負の値が多く見られ、ブース上部、特にブース壁沿いから給気されていると考えられ、下部に開口を設けることで開口なしの場合に比べてブルームが乱されずに上昇していることが分かる。

また開口5cm、10cmについては、図5中の鉛直断面④に開口部での風速から求めた開口部流量を示す。開口面積は2倍であるが開口部流量は3倍に増加している。

3.3 トレーサーガス濃度分布

ブース内の濃度分布図を図6に示す。発生SF₆流量（0.05 l/min）で規準化した濃度分布である。温度・風速分布同様、開口5cm、10cmでは開口部と反対側への高

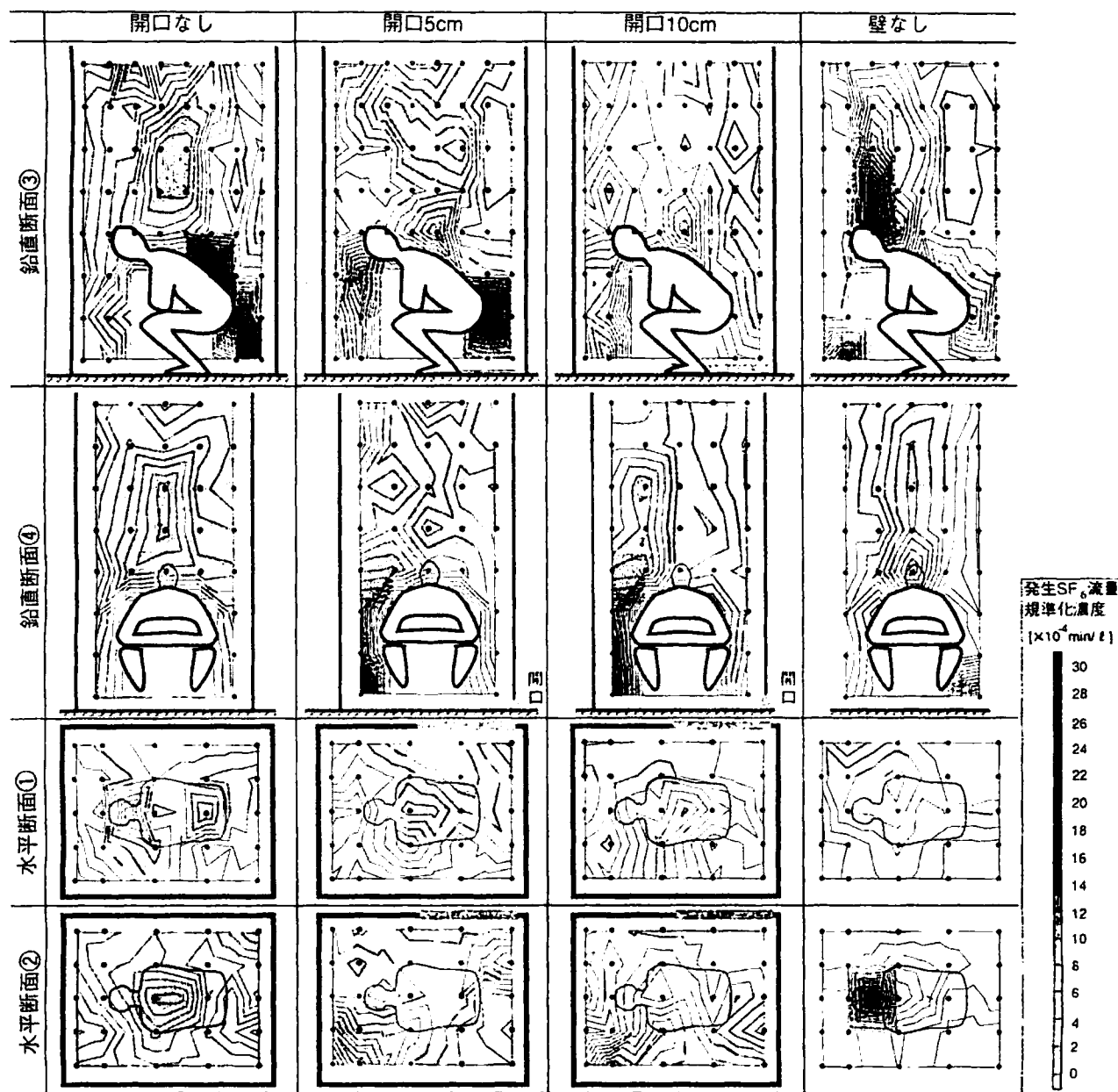


図6 濃度分布

濃度領域の偏心が見られる。

またどの条件においても、水平断面②に比べて水平断面①の方が低濃度で広範囲にトレーサーガスが拡散していることが分かる。

開口5cm及び開口10cmにおいて、図5に示した開口部流量を全換気量と仮定した時の、ブース内の一様拡散規準化濃度を算出すると、それぞれ $94.2 \times 10^{-4} \text{ min/l}$ 及び $30.4 \times 10^{-4} \text{ min/l}$ となり、測定値と比べて高濃度である。これより、下部開口のみから給気されているのではなく、ブース上部からも給気されていることが分かる。

また鼻周辺部での濃度測定結果を表2に示すが、これより開口なしは他の3条件に比べて濃度が高いことが分かる。さらに開口5cm、10cmでは壁なしの条件に比べて低く、これは開口がマネキンの右後方の位置にあること

でブルームが左側に偏心し、鼻周辺部に到達するトレーサーガス量が減少したためと考えられる。

4. おわりに

和式便所における自然対流場での人体ブルーム及び臭気源物質の拡散性状を把握できた。今後は、自然対流場での洋式便所および強制対流場での和式、洋式便所においても同様の検討を行うとともに、臭気源物質の発生量などのデータの整備を行うことが課題と考える。

謝辞 本研究を進めるにあたり、多大なご尽力を頂いた本学卒業生 浜口祥治氏（現 前田建設工業（株））に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) D. A. McINTYRE : Indoor Climate, APPLIED SCIENCE PUBLISHERS LTD, 1980

表2 鼻周辺部の規準化濃度

ブース条件	規準化濃度 $[\times 10^{-4} \text{ min/l}]$
開口なし	15.8
開口5cm	4.7
開口10cm	4.6
壁なし	9.8

* 1 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻博士前期課程

* 2 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 助教授 博士（工学）

* 3 大阪大学大学院工学研究科建築工学専攻 助手

Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University

Associate Professor, Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr. Eng.

Research Associate, Department of Architectural Engineering, Graduate School of Engineering, Osaka University