

## 実測による車いす乗車人体の有効放射面積および空間構成面との間の形態係数の検討

正会員 土川 忠浩\*<sup>1</sup> 同 藏澄 美仁\*<sup>2</sup>  
同 大和 義昭\*<sup>3</sup> 同 鳥居 孝行\*<sup>4</sup>

熱平衡 有効放射面積 形態係数  
車いす 人体 実測

## 1. はじめに

居住空間における人体と周囲環境との熱放射授受量の算定や熱放射環境の評価には、人体の有効放射面積および人体と空間を構成する面（壁、床、天井面等）との間の形態係数を必要とする。これまでに著者らは青年男女を対象に、椅座、立位等の姿勢条件で実測を行い、提案してきた<sup>1)2)3)</sup>。

本研究では、車いすでの生活行動に配慮した空間の温熱環境の評価や設計の基礎資料のため、車いすに乗車した人体に対する有効放射面積および人体と室内構成面（壁、天井、床）との間の形態係数を実測により求める。

## 2. 算出理論

人体の有効放射面積および形態係数の算出は、立体角投射法則に基づくものとする。

人体の総体表面積 ( $A_d$ ) に対する、熱放射授受に関わる人体の表面積 (有効放射面積  $A_{eff}$ ) の割合である人体の有効放射面積率 ( $F_{eff}$ ) は、壁面 ( $F_i$  矩形面) 上の点 ( $dF_i$ ) と人体 ( $S$ ) との間の形態係数 ( $_{dFi-s}$ ) を用いて次式で示される。

$$F_{eff} = A_{eff} / A_d = 1 / A_d \cdot \sum_i \int_{F_i} d_{Fi-s} dF_i \quad [ND] \quad (1)$$

本報での有効放射面積は、空間構成面との熱放射授受に関わる人体の表面積と位置付けるものとする。従って、人体と空間構成面との間の熱授受にかかわらない人体の部分でも、車いすとの熱放射授受に関わる部分があると考えられるが、本報では考慮せず、別途検討するものとする。

人体 ( $S$ ) と空間構成面 ( $F_i$ ) との形態係数 ( $_{S-Fi}$ ) は、有効放射面積 ( $A_{eff}$ ) を用いて、次式で示される。

$$_{S-Fi} = 1 / A_{eff} \cdot \int_{F_i} d_{Fi-s} dF_i \quad [ND] \quad (2)$$

## 3. 実測計画

## 3.1 被験者

被験者は表 1 に示す健康な成年男子 1 名を対象とした。着衣状態は裸体状態 (身体にぴったりとしたスパッツのみ) と、着衣状態 (半袖 T シャツ、トランクス、トレーニング用ズボン、運動靴) とした。

表 1 被験者データ

被験者	年齢	身長 [cm]	体重 [kg]	PI * [kg <sup>1/3</sup> /m]	性別
Y Y	30	174.8	62.6	2.27	男性

\*Ponderal Index

## 3.2 測定方法

測定は立体角投射レンズ (Nikon 製 OP Fish-Eye Nikkor) を用いた写真法<sup>4)</sup>によって行った。

人体の姿勢状態については、一般的な標準自走用車いす (日本ウイール・チェアー社製: 長さ 1m, 幅 0.6m, 高さ 0.9m) に深く乗車し、背筋を伸ばし、足をフットレストに乗せ、手はハンドリムに自然にかけた状態とした。そして人体全体として姿勢維持に無理のない乗車条件とした。

撮影の座標系を図 1 に示す。座標中心は人体の中心 (臍奥約 10cm) を通る鉛直線と床面との交点とした。車いす乗車人体を左右対称とみなし、人体右側の面のみを撮影対象とした。測定対象とする

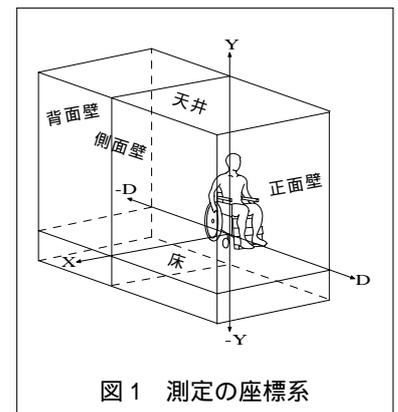


図 1 測定の座標系

面は、壁面、床面、天井に相当する矩形面とした。壁面 (正面、背面、側面) は、人体から 1m, 2m の位置の面を測定対象とした。床面は車いすと接している面と、有効放射面積算定のための床面から 0.5m 下がった面を対象とした。天井面は床面から 2.5m の高さとした。それぞれの周囲面 (矩形面) 上の 0.5m 間隔の格子点から、立体角投射レンズを装着したカメラによって撮影した。撮影された写像を印画紙に焼き付け、デジタイザとパソコンを用いて面積計測した。なお、数値積分には Newton-Cotes 法を用いた。

## 4. 測定結果および考察

## 4.1 有効放射面積について

測定の結果を表 2 に示す。有効放射面積率は、実測 (直接採取法) による裸体時人体の総体表面積 ( $A_{dm}$ ) に対する割合として計算し、裸体状態に対しては 0.45 [ND]、着衣状態では 0.54 [ND] となった。人体の表面積のうち、半分弱が周囲壁面との熱放射授受に関わる面積であるこ

とが明らかとなった。残りの半分強は、車いすとの接触面積、人体の凹部、人体と車いすのみとの熱放射授受面積と考えられる。

姿勢として類似していると考えられる椅座位の有効放射面積率と比較しても顕著に小さくなっていることが判る。車いすの熱放射に対する遮蔽の影響が大きいものと推察できる。

#### 4.2 空間構成面上の点と人体との間の形態係数分布

面上の点と人体との間の形態係数測定結果の例として、床面との関係を図3に示す。人体近傍の床面では、車いすのフットレスト等の影響によって形態係数の急変が認められる。

#### 4.3 車いす乗車人体と空間構成面との間の形態係数

車いす乗車人体とそれぞれの面との間の形態係数を図化した。一例を図4(前面壁)を示す。図は省略するが人体から等距離でも前方の面と後方面とでは、顕著な差が認められ、後方面との関係において車いすの遮蔽の影響が大きく、相対的に形態係数が小さくなる。側面および天井面との関係においても、人体前方よりも後方の面の方が、形態係数が小さくなる傾向を示した。床面との関係(図5)では、前方床面のX=1m付近で不連続な傾向を示している。車いすのフットレスト等の位置関係によって、形態係数の急変が影響したものと考えられる。

#### 5.まとめ

車いす乗車人体(成年男子1名・裸体・着衣)を対象に、立体角投射カメラによる写真法に基づき、人体の有効放射面積および空間構成面との間の形態係数を求めた。

その結果、有効放射面積率として裸体 0.45[ND]、着衣 0.54[ND]を得た。さらに人体と空間構成面(壁、天井、床)との間の形態係数を算出し、図化した。

#### 【引用文献】

- 1) 土川忠浩ほか：実測による人体の有効放射面積および人体と矩形面との間の形態係数に関する研究，日本建築学会論文報告集，No.388，pp.48-57,1988
- 2) 宮本征一ほか：床座時の人体の有効放射面積と形態係数に関する研究，日本建築学会計画系論文集，No.479，pp.27-33,1996
- 3) 大和義昭ほか：日本人の生活実態を反映した温熱環境評価のための実測による人体の有効放射面積および矩形面との間の形態係数に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集(D-2)，pp.231-232, 2001
- 4) 堀越哲美ほか：人体と矩形面との間の形態係数および人体の有効ふく射面積に関する研究1，日本建築学会論文報告集，No.268，pp.109-120,1978
- 5) 藏澄美仁ほか：日本人の体表面積に関する研究，日本生気象学会誌，Vol.31, No.1, pp.5-29,1994

#### 【謝辞】

実測およびデータ処理にご協力頂いた、姫路工大学生(当時)の

表2 車いす乗車時の有効放射面積の測定結果

【裸体】時の有効放射面積 $A_{eff}$	0.82 [m <sup>2</sup> ]
有効放射面積率 $F_{eff}$	0.45 [ND] *1
【着衣】時の有効放射面積 $A_{eff}$	0.98 [m <sup>2</sup> ]
有効放射面積率 $F_{eff}$	0.54 [ND] *1
【裸体】実測人体総体表面積 $A_{dm}$	1.81 [m <sup>2</sup> ]
【裸体】算出人体の総体表面積 $A_{dc}$	1.75 [m <sup>2</sup> ] *2
椅座時の有効放射面積率(比較)	0.74 [ND] *3

\*1 車いす乗車時の有効放射面積 / 実測人体総体表面積

\*2 藏澄の式による 文献5)

\*3 土川らの実測による 文献1)

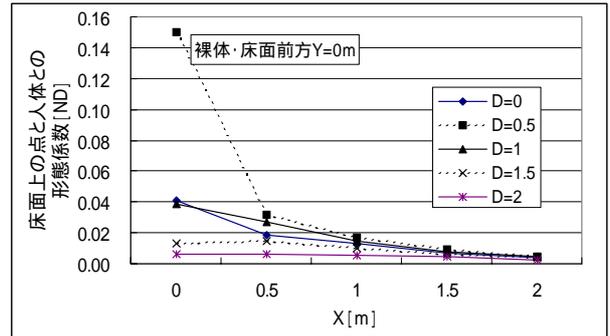


図3 前方床面上の点と人体との間の形態係数

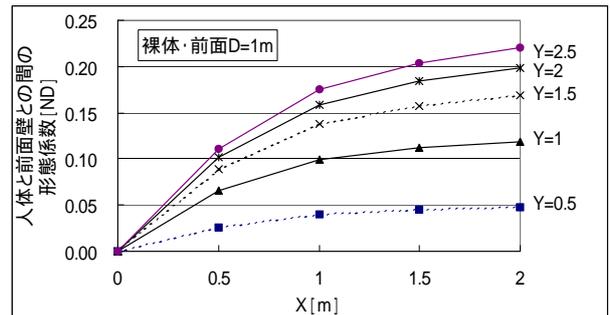


図4 車いす乗車人体と前面壁との間の形態係数

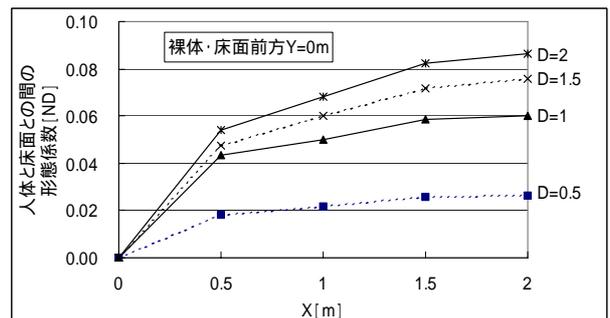


図5 車いす乗車人体と前方床面との間の形態係数

立岩美香子君、田中有紀君、京都府立大学学生(当時)の九手貴行君、山本哉君、脇阪高輔君、に感謝申し上げます。また、車いす貸与の便宜を図って頂いた勝木洋子氏(兵庫県立大)と、写真装置に関して多大にご尽力頂いた奥博文氏に深く感謝申し上げます。

\*1 兵庫県立大学環境人間学部・助教授・博(工)  
 \*2 京都府立大学人間環境学部・助教授・博(工)  
 \*3 (株)くろがね工作所・修士(生活科学)  
 \*4 高砂熱学工業(株)・修士(学術)

\*1 Univ. of Hyogo, School of Human Science and Environment  
 \*2 Kyoto Pref. Univ., Dept. of Human Environmental Science in Built Environment  
 \*3 Kurogane Kosakusyo Ltd.  
 \*4 Takasago Thermal Engineering Co., Ltd.