

---

## 人体の形態係数シミュレーション

---

はじめに

本研究は人体に関する室内の放射熱環境をテーマとして、人体に関する形態係数について基礎的なシミュレーションを行ったものです。人体の3次元モデルの作成を行い、人体の形態係数計算をしています。

人体形状は複雑ですが、ほぼ実際の人体形状に近いモデルを用いた形態係数シミュレーションです。形態係数は人体から見た対象物体（壁面など）の形態係数を計算しています。人体がオフィスでイスや机を使用しているような場合や、教室で大学生および児童がイス・机を使用している場合などの形態係数などを示しています。

大分大学工学部創生工学科  
建築学コース 真鍋正規

この文書は科学研究補助金（平成17・18年度基盤研究C）  
により行われた研究の成果報告書が基になっています。

## 目 次

1. 3次元人体形状モデル	1
1. 1 形状測定	3
1. 2 形状編集	5
1. 3 作成した人体の3次元形状モデル	11
2. 形態係数の計算	15
2. 1 形態係数計算の概要	17
2. 2 形態係数と有効放射面積に関する基礎式	17
2. 3 形態係数計算アルゴリズム	19
2. 4 クラスタの構築	21
3 形態係数による人体形状の検討	23
3. 1 人体形状モデル	25
3. 2 人体の有効放射面積および形態係数	26
3. 3 人体形態係数シミュレーション	28
3. 4 形態係数の可視化画像	29
3. 5 イスと机がある場合の形態係数	35
3. 6 オフィスの室サイズによる形態係数の検討	36
3. 7 オフィスの執務位置による形態係数	39
4. 人体の基礎的形態係数	47
4. 1 イス・机のモデル	49
4. 2 人体形状モデル	50
4. 2. 1 成人男子・裸体立位	50
4. 2. 2 成人男子・裸体椅	52
4. 2. 3 成人男子・裸体椅座位1	54
4. 2. 4 成人男子・裸体椅座位2	56
4. 2. 5 成人男子・着衣立位	58
4. 2. 6 成人男子・着衣椅座位	60
4. 2. 7 成人男子・着衣椅座位1	62
4. 2. 8 成人男子・着衣椅座位2	64
4. 2. 9 7歳児童・裸体立位	66
4. 2. 10 7歳児童・裸体椅座位	68
4. 2. 11 7歳児童・裸体椅座位1	70
4. 2. 12 7歳児童・裸体椅座位2	72

4. 2. 1 3	7歳児童・着衣立位	74
4. 2. 1 4	7歳児童・着衣椅座位	76
4. 2. 1 5	7歳児童・着衣椅座位1	78
4. 2. 1 6	7歳児童・着衣椅座位2	80
5.	人体と面の形態係数	83
5. 1	成人男子・裸体立位	85
5. 2	成人男子・裸体椅座位	89
5. 3	成人男子・裸体椅座位1	93
5. 4	成人男子・裸体椅座位2	97
5. 5	成人男子・着衣立位	103
5. 6	成人男子・着衣椅座位	107
5. 7	成人男子・着衣椅座位1	111
5. 8	成人男子・着衣椅座位2	115
5. 9	7歳児童・裸体立位	121
5. 1 0	7歳児童・裸体椅座位	125
5. 1 1	7歳児童・裸体椅座位1	129
5. 1 2	7歳児童・裸体椅座位2	133
5. 1 3	7歳児童・着衣立位	139
5. 1 4	7歳児童・着衣椅座位	143
5. 1 5	7歳児童・着衣椅座位1	147
5. 1 6	7歳児童・着衣椅座位2	151
6.	人体と部屋の形態係数	155
6. 1	部屋の天井高が変化した場合	157
6. 2	部屋の面積が変化した場合	161
6. 3	相似形状の部屋の場合	165
6. 4	部屋の面積が一定の場合	169
7.	人体の部屋位置による形態係数	173
7. 1	成人男子モデルによる形態係数	175
7. 2	7歳児童モデルによる形態係数	181
8.	まとめ	187





## 1. 3次元人体形状モデル

## 1. 3次元人体形状モデル

### (概要)

人体は外部環境と熱放射の授受を行っている。熱放射はそれぞれの表面温度と形態係数により決定される。ここでは人体形状の熱放射特性を明らかにすることを目的として、シミュレーションの基礎データとなる人体の3次元形状データ作成を行った。被験者の人体形状を測定し、3次元の人体モデルとする。被験者は、成人男子（大学生22歳）と児童（小学2年生、7歳）である。はじめに、形状測定と形状編集について示し、最後に作成した形状モデルの概要を示す。これらの形状モデルの詳細については、第5章で示す。

本章は下記のセクションからなっている。

1. 1 形状測定
1. 2 形状編集
1. 3 作成した人体の3次元形状モデル

## 1. 1 形状測定

人体の形状測定は、パソコンに接続した 非接触型 3次元デジタイザにより実施した。

### (1) 使用機器

- ・非接触型 3次元デジタイザ : VIVID300 (図 1-1)  
人体などの立体的な対象物に無害なレーザーを照射し、その物体の 3次元座標を得ることができる装置
- ・パソコン : Pentium4(3GHz), memory2GB  
3次元デジタイザの測定データの取り込み、および測定データを編集し人体形状モデル作成に使用 (図 1-2)  
(専用ソフト : Polygon Edition Toolver1.04 [MINOLTA 社] を使用)
- ・リフト (図 1-3)  
撮影時にデジタイザの位置調整用として使用
- ・回転テーブル (図 1-4)  
測定対象物の回転台 (一定角度毎に撮影するため)



図 1-1 3次元デジタイザ

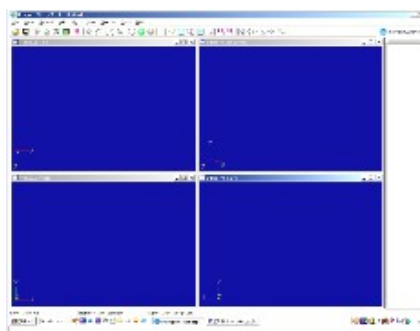


図 1-2 測定データ編集画面



図 1-3 リフト



図 1-4 回転テーブル

## (2) 3次元形状測定システム

3次元デジタルの操作はすべて、パソコン上の3次元デジタル専用ソフト「Polygon Editing Tool」を通して行う。図1-5に測定装置の構成図を示す。3次元デジタルとパソコンはSCSIケーブルで接続されている。3次元デジタルだけではデータ計測はできない。

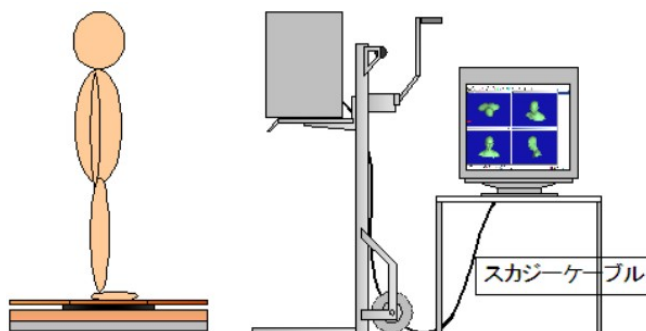


図1-5 測定システム

3次元デジタルは、レーザ光線を照射し、その反射光を測定することで、対象物体の3次元情報を得ている。一般的に黒い物体は反射が少ないため測定が難しい。人体であれば頭部の毛髪などがそれに相当する。ここでは、密着して頭部を覆うことができるものとして、パンティストッキング、やわらかいゴム製のスキンヘッドかつら、水泳帽などを使用した。

ここで使用した3次元デジタルの1回の測定で得られるデータは部分的なものである。このため、複数回測定で得られたデータを編集して3次元形状を作成する必要がある。データを編集を容易にするために、被験者ににマーカ貼付を行った。このような状態で、被験者を回転テーブルに乗せ測定を行った。図1-6に測定風景を示す。



図1-6 測定風景

## 1. 2 形状編集

### (1) パソコンへ取り込まれた測定データ

測定された形状データは上下方向6分割し、水平方向は30°間隔で測定したデータである(図1-7)。これで測定できなかった部分、頭頂部・顎・脇などは別に測定したデータを使用する。

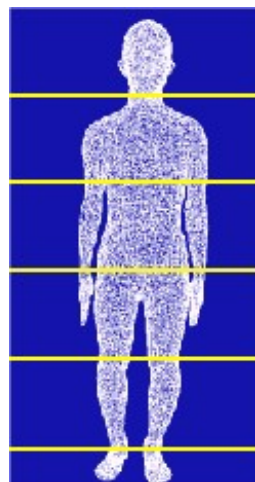


図1-7 撮影分割例  
(成人男子-裸体立位)

### (2) 編集例：頭部

専用のエディタを使用して位置合わせを行い、複数の測定データが重なりあった状態になる。図1-8は位置の合っていない形状データを位置合わせした様子を示している。

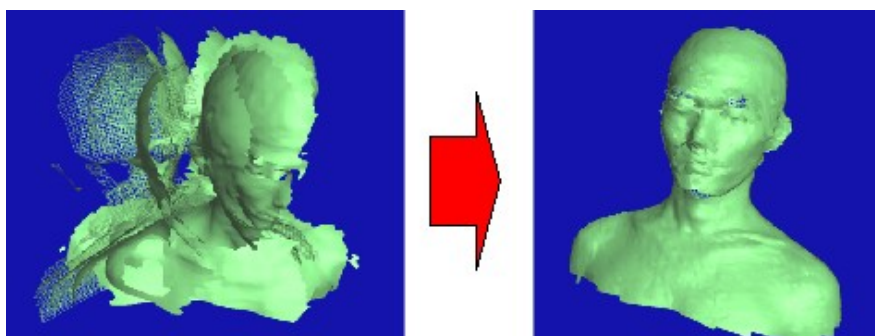


図1-8 頭部データの位置合わせ

位置合わせした形状データを1つのデータにマージ(結合)する(図1-9)。

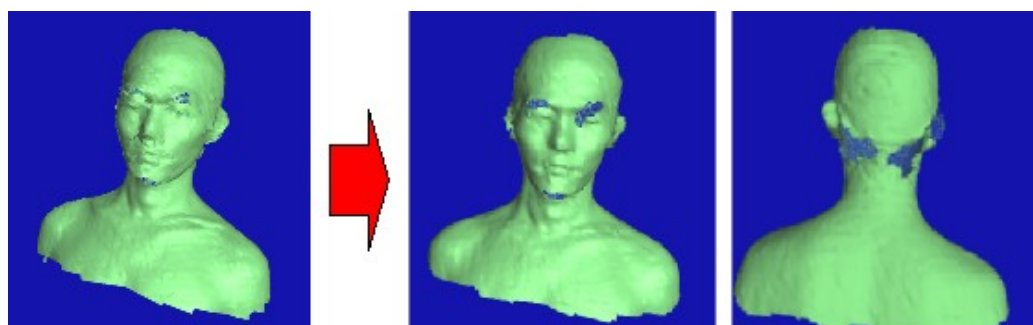


図1-9 頭部のマージ

マージで1つに結合された頭部はまだ欠損部があるため、別に欠損部を再度測定したデータを使用して張り合わせたり、データ補間機能により穴埋めを行ったりする。

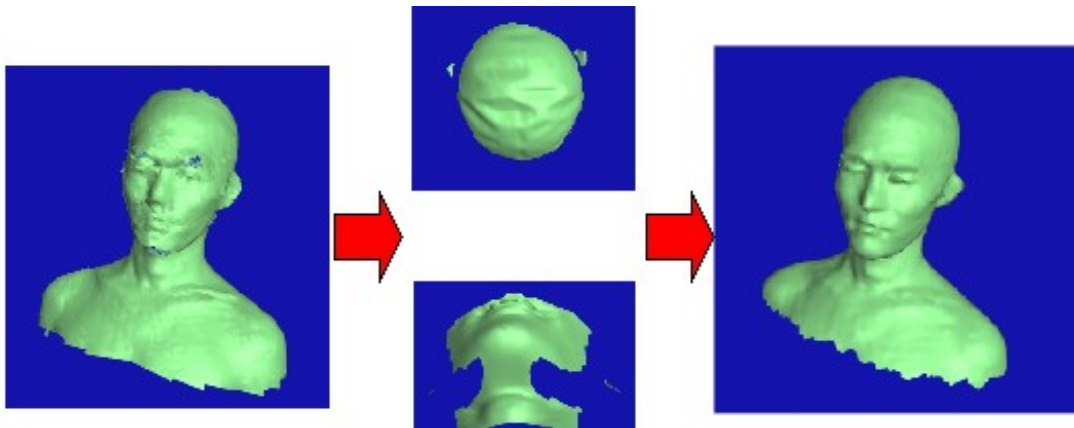


図 1-10 欠損部の位置合わせとマージ

### (3) その他の分割部位の編集

頭部同様にその他の分割した部位を位置あわせ、マージ、欠損部の補間をおこない形状データを作成する。これらの様子を次の各図に示す。

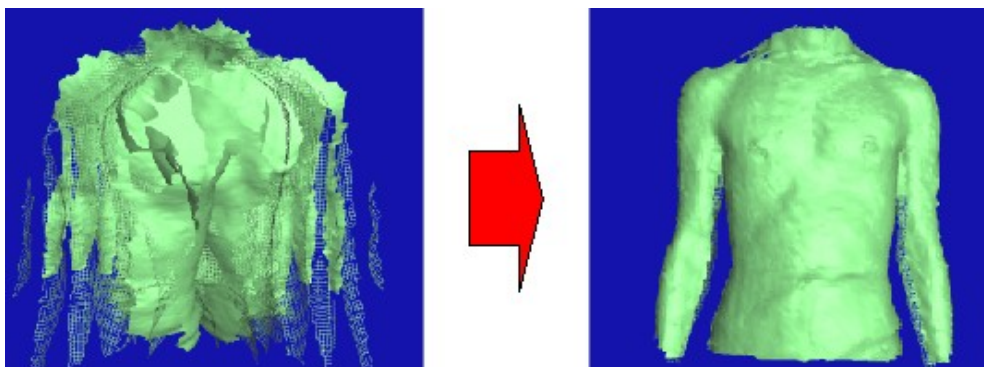


図 1-11 胸部の位置あわせ

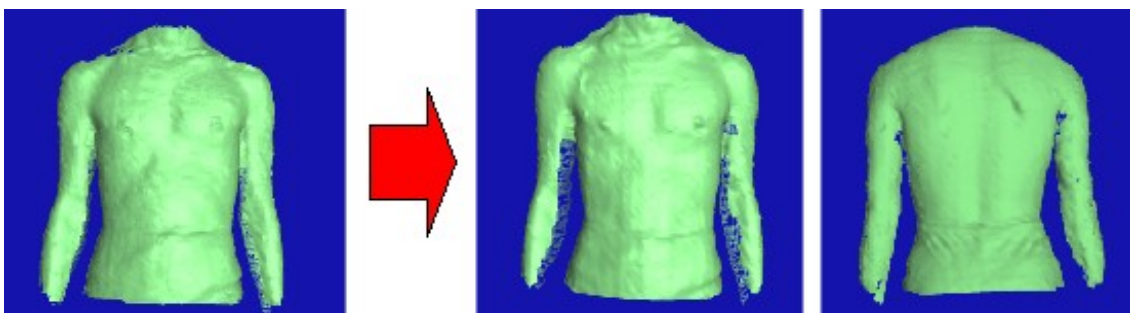


図 1-12 胸部のマージ



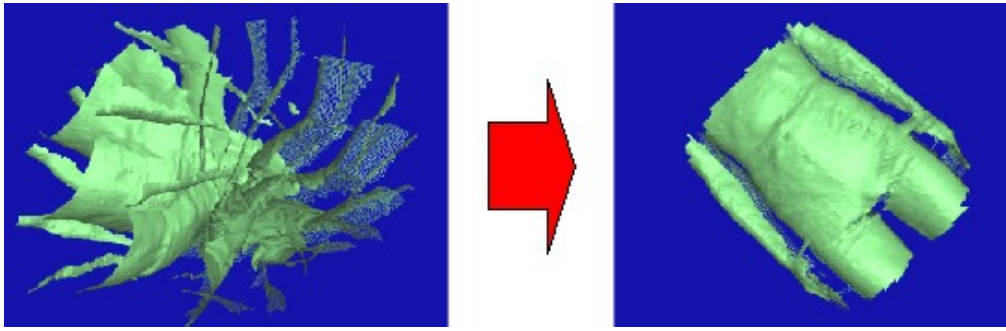


図 1-13 腹部の位置合わせ

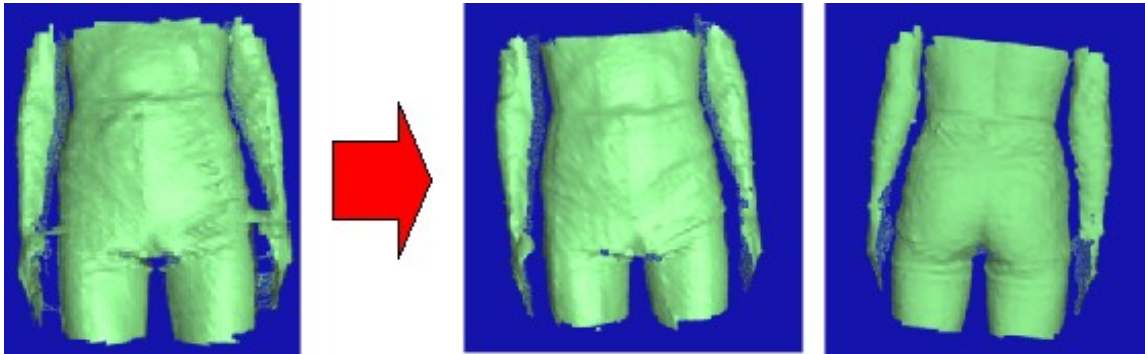


図 1-14 腹部のマージ

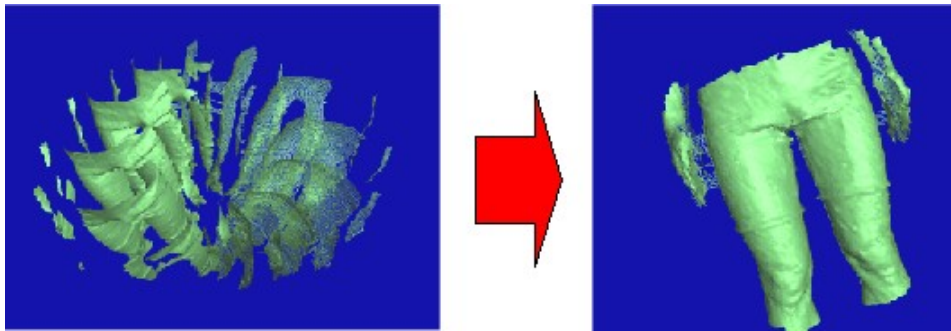


図 1-15 大腿部の位置合わせ

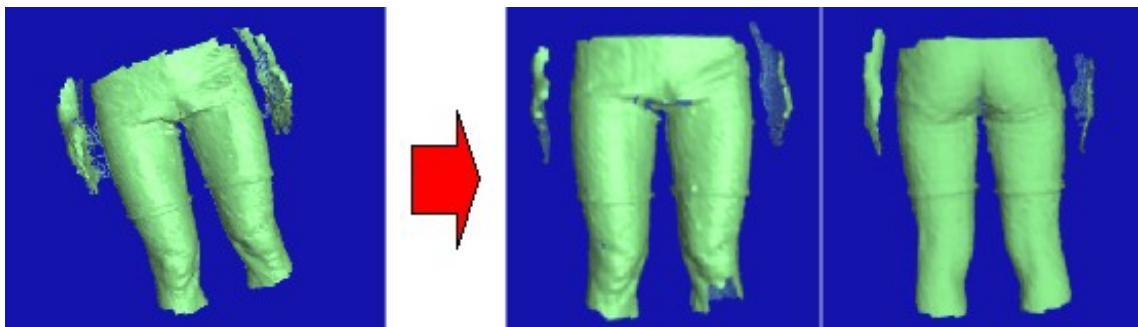


図 1-16 大腿部のマージ



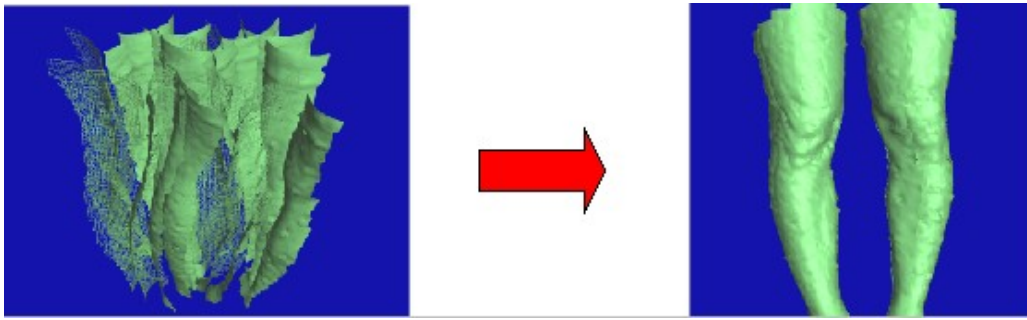


図 1-17 下腿部の位置合わせ

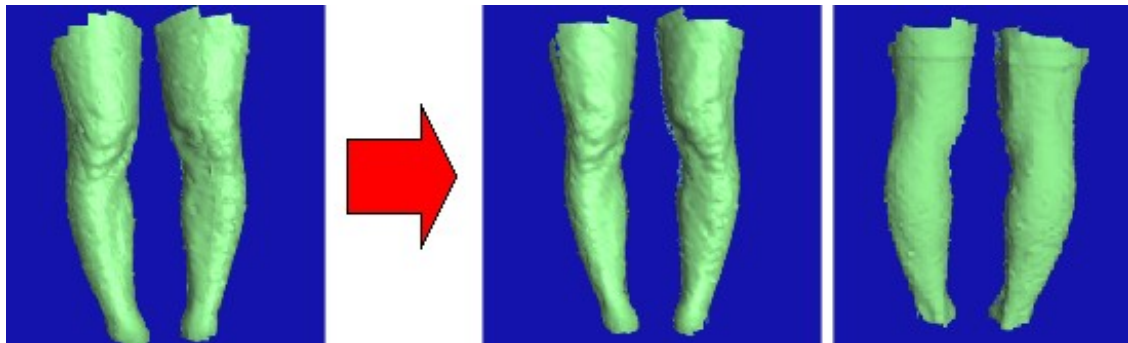


図 1-18 下腿部のマージ

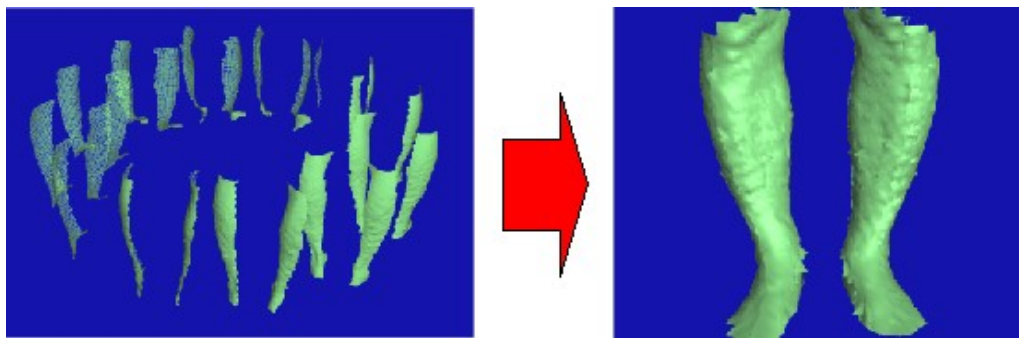


図 1-19 下肢・足首の位置合わせ

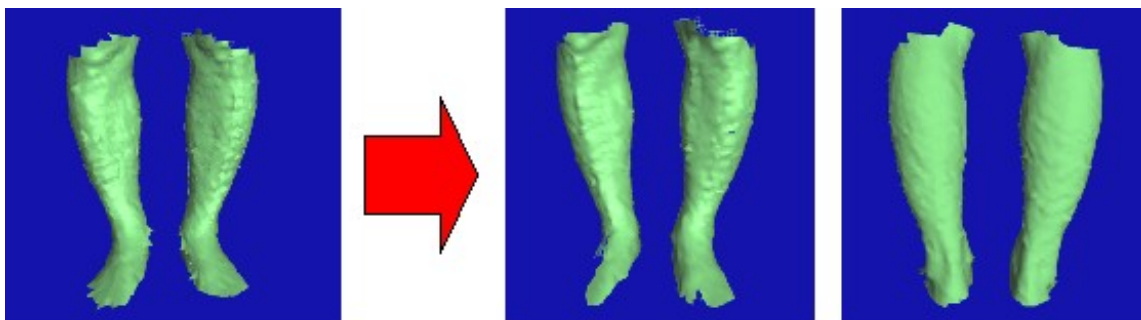


図 1-20 下肢・足首のマージ

足裏は回転テーブル上では撮影できないため別に形状測定し、データを補完した。

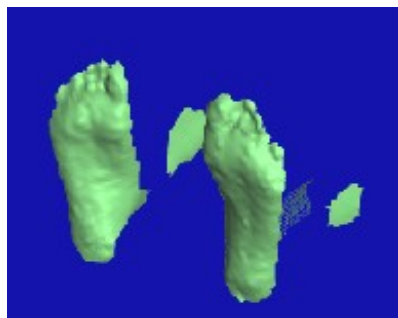


図 1-21 足裏

#### (4) 部位の結合

上下方向に6つに分割していた部位データを1つに結合する。結合は今まで同様に位置合わせ、マージを行う。データ量が多いため6分割→3分割→全身と分けてマージを行った(図1-22)。

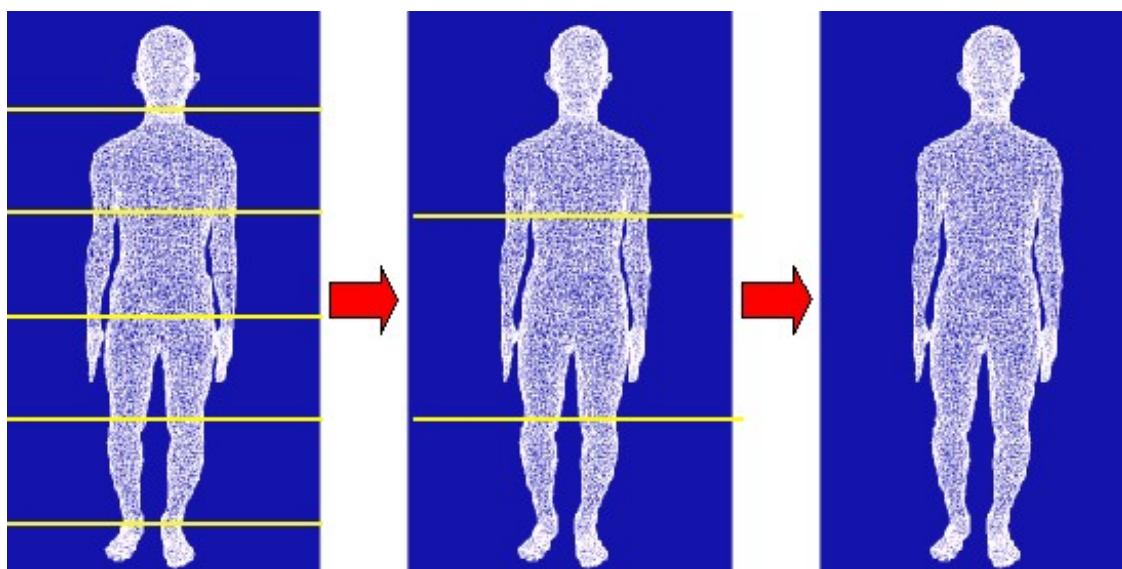


図 1-22 1つの人体形状へのマージ

次の図 1-23、24、25 にマージの様子を示す。

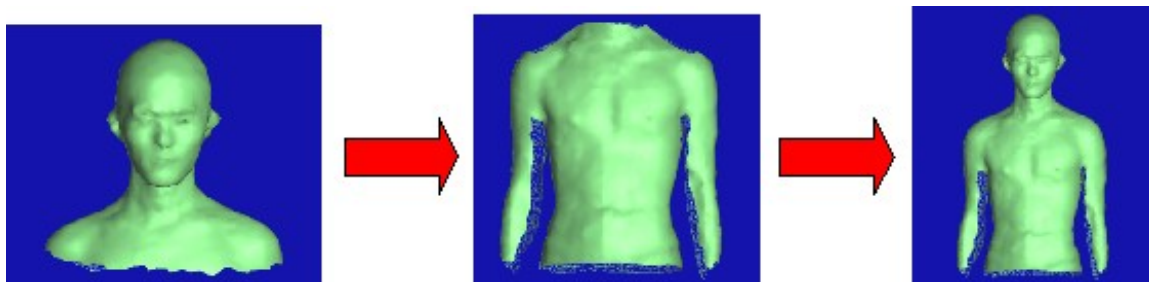


図 1-23 頭部と胸部のマージ

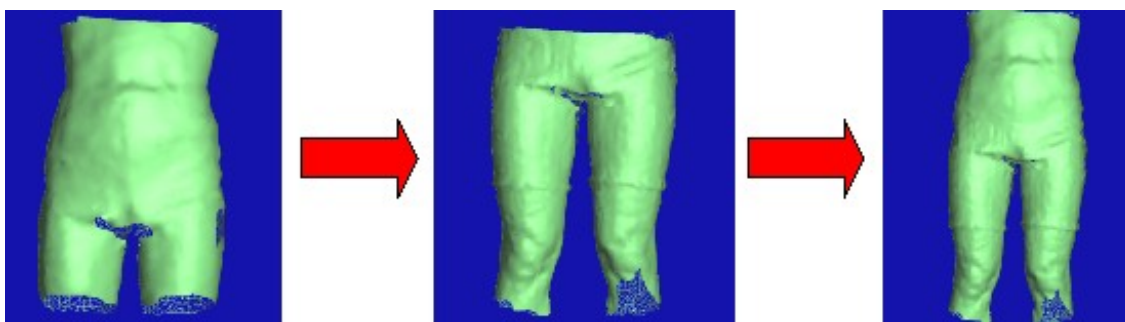


図 1-24 腹部と大腿部の結合

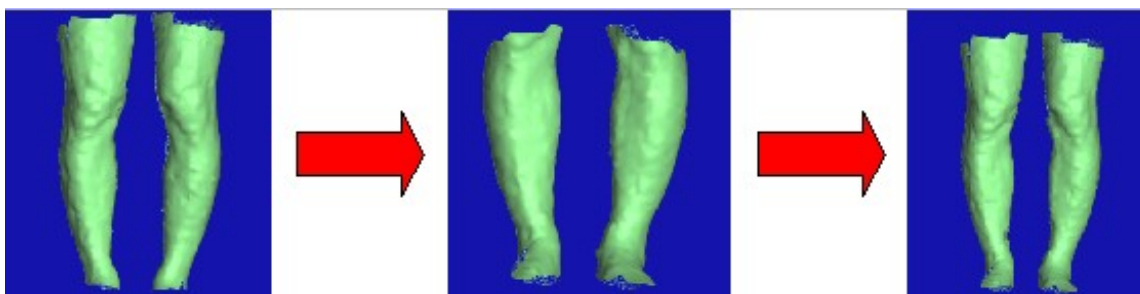


図 1-25 下腿部と足首下の結合

#### (5) 人体形状モデルの完成

分割した部位を結合したら3次元人体形状モデルが完成する。モデルを構成するポリゴン数、ポイント数はそれぞれ8000、4000程度になるように編集した。

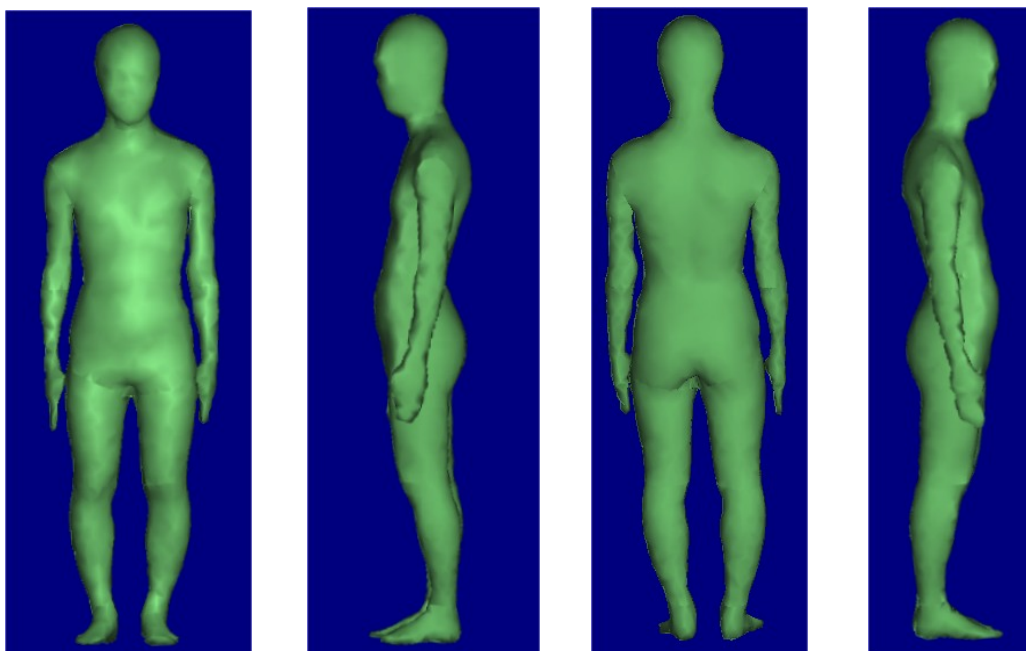


図 1-26 完成モデル（成人男子・裸体立位）

### 1. 3 作成した人体の3次元形状モデル

上記の方法で今回作成した形状モデルを示す。これらのモデルは、成人男子の立位（裸体、着衣）、椅座位（裸体、着衣）、7歳児童の立位（裸体、着衣）、椅座位（裸体、着衣）の8モデルである。

#### (1) 成人男子・裸体立位（図1-26）

- ・年齢22歳、身長165cm、体重50kg、スパッツを着用
- ・ポリゴン数（三角形数）：12090

#### (2) 成人男子・着衣立位（図1-27）

- ・年齢22歳、身長165cm、体重50kg、ビジネススーツを着用
- ・ポリゴン数（三角形数）：15576

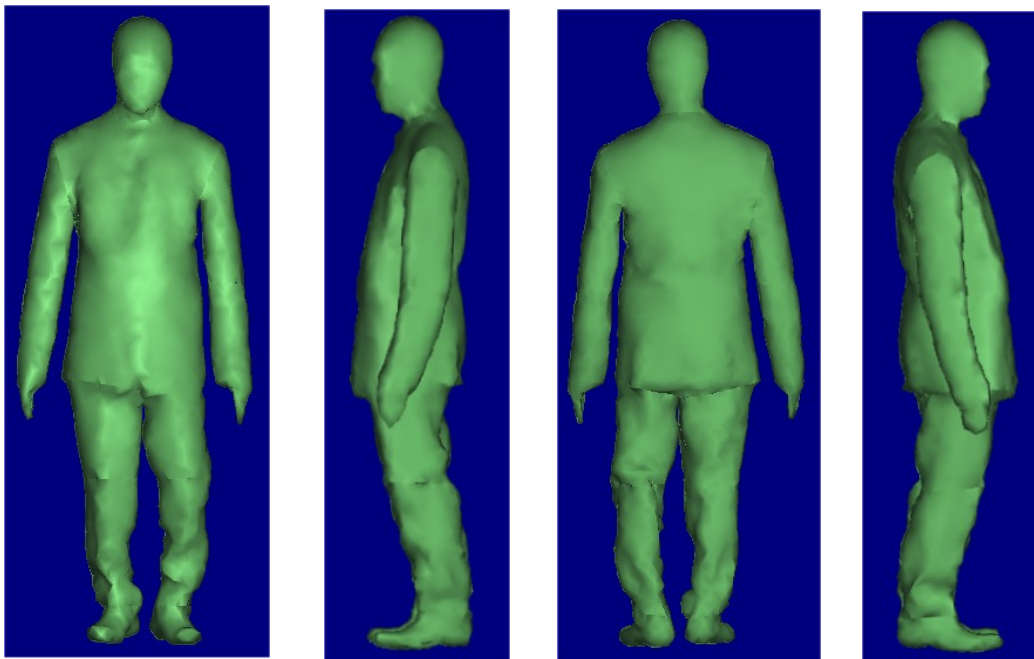


図1-27 成人男子・着衣立位

(3) 成人男子・裸体椅座位 (図 1-28)

- ・年齢 22 歳、身長 165cm、体重 50kg、スパッツを着用
- ・ポリゴン数 (三角形数) : 12389

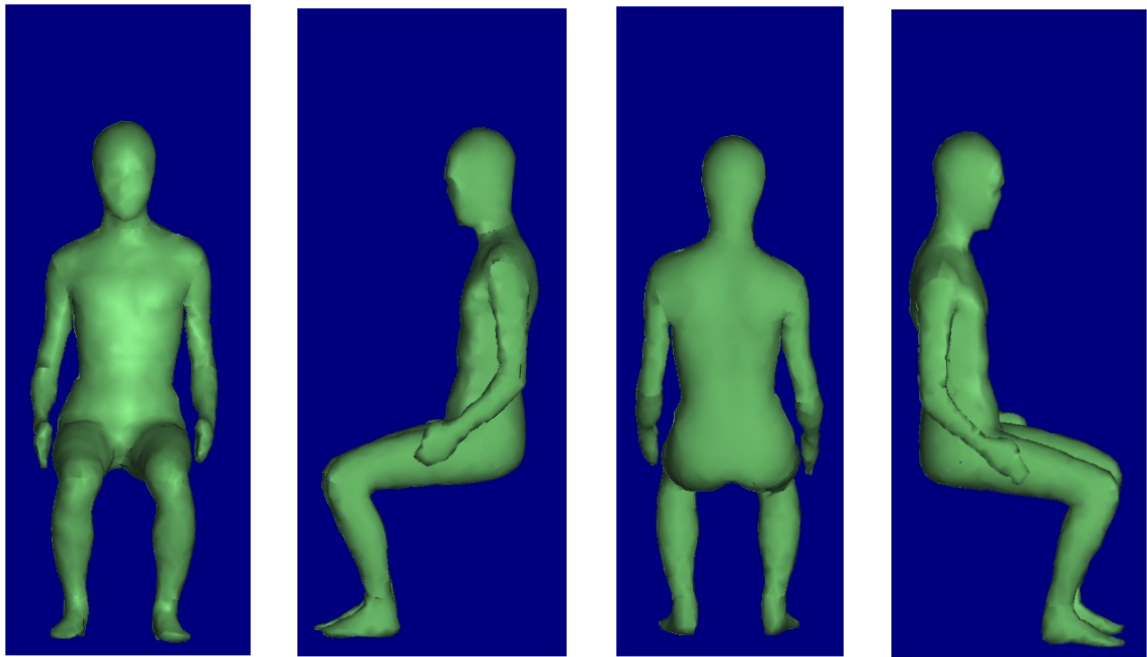


図 1-28 成人男子・裸体椅座位

(4) 成人男子・着衣椅座位 (図 1-29)

- ・年齢 22 歳、身長 165cm、体重 50kg、ビジネススーツを着用
- ・ポリゴン数 (三角形数) : 15882

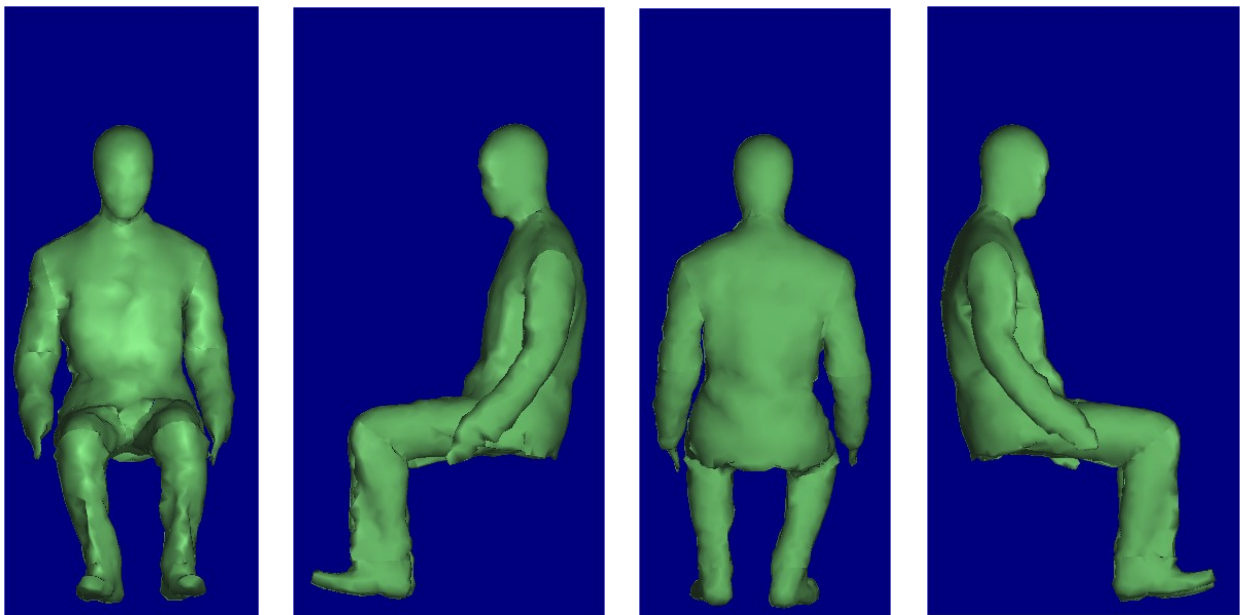


図 1-29. 成人男子・着衣椅座位



(5) 7歳児童・裸体立位 (図1-30)

- ・年齢7歳女児、身長116cm、体重21kg、水着を着用
- ・ポリゴン数 (三角形数) : 9369

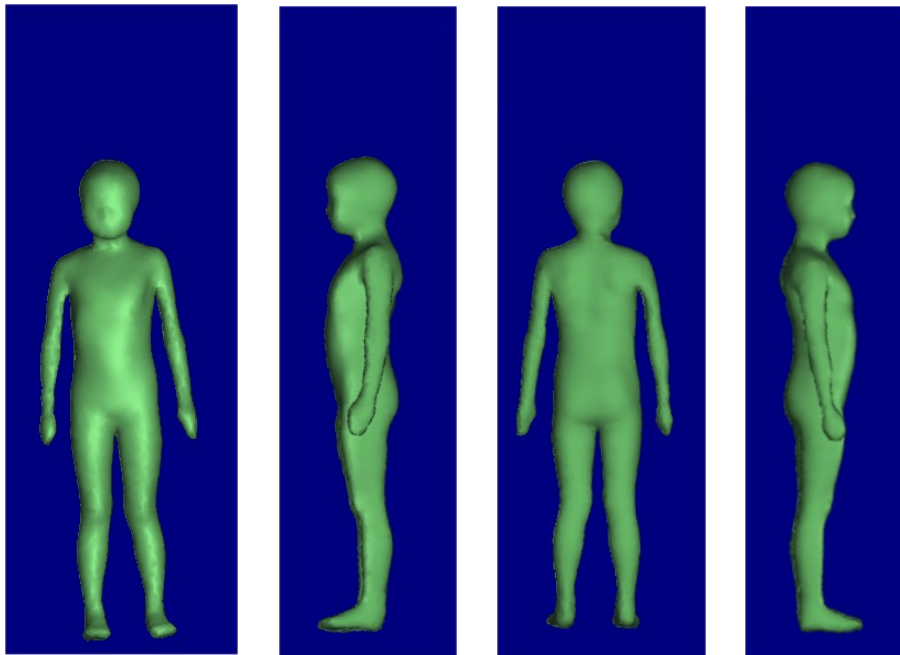


図1-30 7歳児童・裸体立位

(6) 7歳児童・着衣立位 (図1-31)

- ・年齢7歳女児、身長116cm、体重21kg、ズボン・ブラウスを着用
- ・ポリゴン数 (三角形数) : 9701

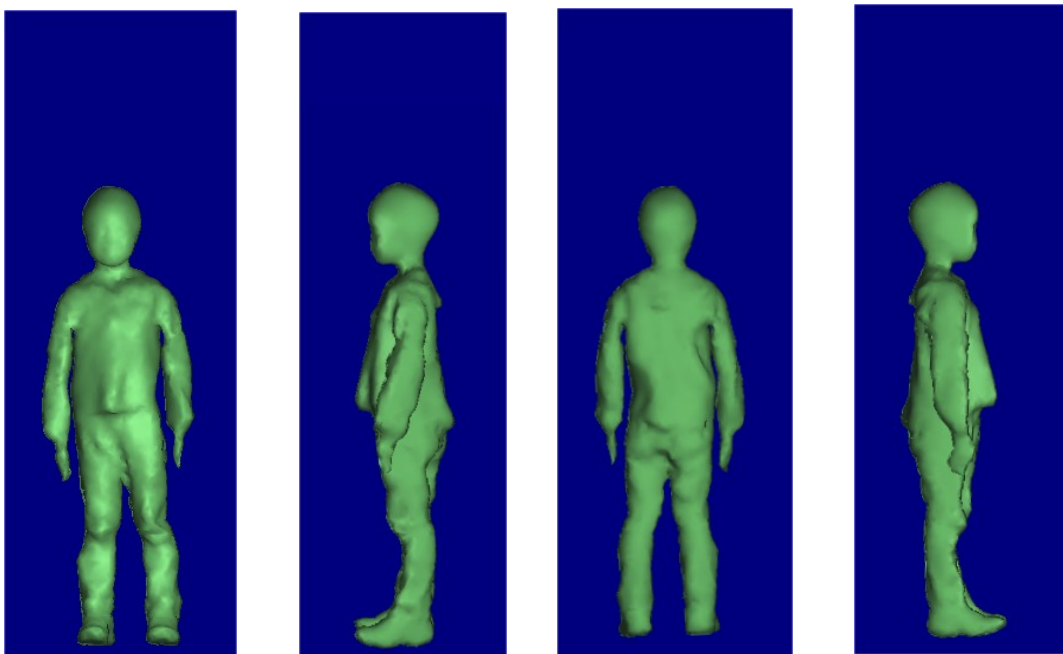


図1-31 7歳児童・着衣立位

(7) 7歳児童・裸体椅座位 (図1-32)

- ・年齢7歳女児、身長116cm、体重21kg、水着を着用
- ・ポリゴン数 (三角形数) : 9703

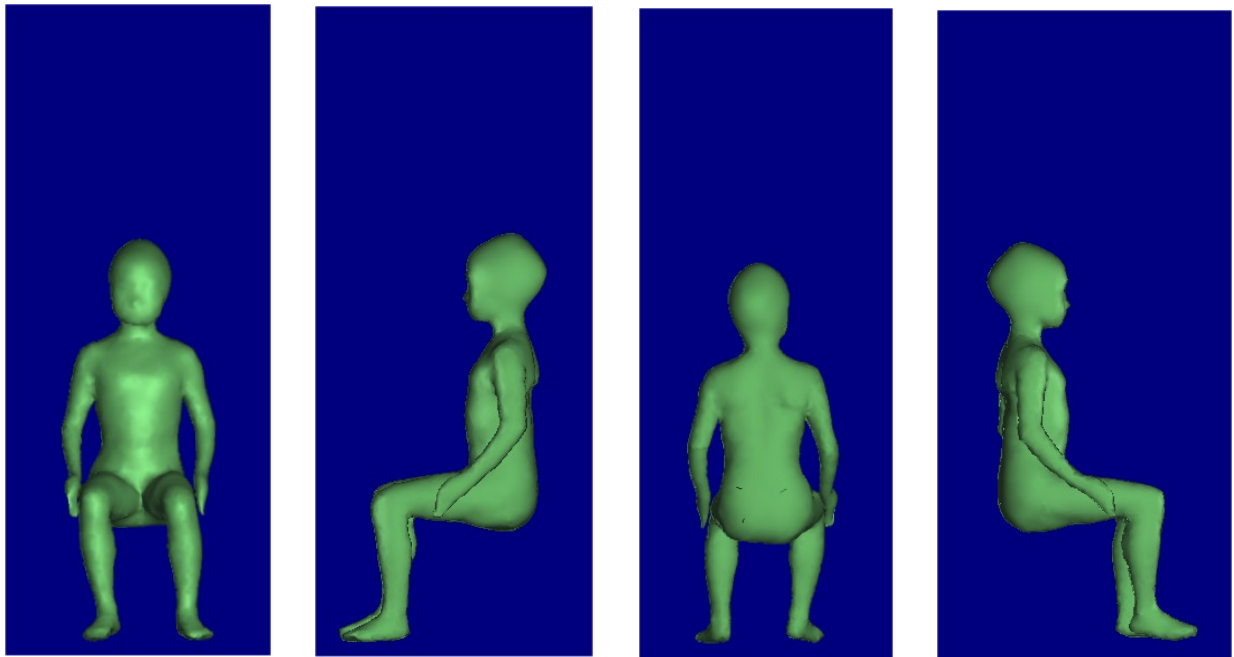


図1-32 7才児童・裸体椅座位

(8) 7歳児童・着衣椅座位 (図1-33)

- ・年齢7歳女児、身長116cm、体重21kg、ズボン・ブラウスを着用
- ・ポリゴン数 (三角形数) : 9620

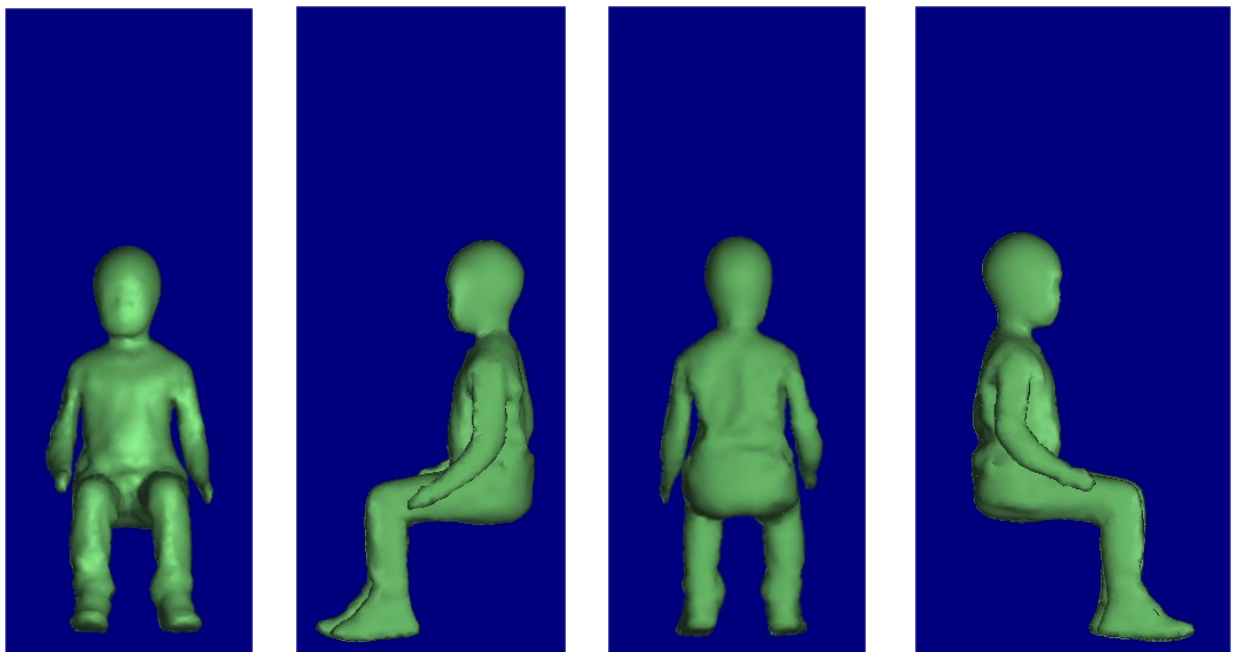


図1-33 7歳児童・着衣椅座位

## 2. 形態係数の計算



## 2. 形態係数の計算

### (概 要)

本章では、コンピュータを使用した形態係数計算について示す。形態係数計算方法は、本研究の根幹なすものである。形態係数計算方法はさまざまなものがあり、例えば計算対象物体が複雑な場合はモンテカルロ法などもよく用いられる方法である。しかし、形態係数計算一般について広く示すのは本研究の目的ではないため、ここでは本研究に関連にある計算方法、計算アルゴリズムについて示す。

本章は下記のようなセクションで構成されている。

- 2. 1 形態係数計算の概要
- 2. 2 形態係数と有効放射面積に関する基礎式
- 2. 3 形態係数計算アルゴリズム
- 2. 4 クラスタの構築

## 2. 1 形態係数計算の概要

形態係数の計算方法は、さまざまなアルゴリズムで行われているが、これまで当研究室で使用してきた形態係数の主な計算方法は、次のものである。

- (a) ポイント関数を利用した方法<sup>2-1)</sup>
- (b) 幾何学的手法により計算図形を抽出し山崎の多角形の形態係数計算サブルーチンにより計算する方法<sup>2-2)</sup>
- (c) スキャンラインを利用しパースを分割し山崎のサブルーチンで計算する方法<sup>2-3)</sup>
- (d) 立方体を利用した方法<sup>2-4)</sup>
- (e) 立体各投射の原理による方法<sup>2-5)</sup>

(b)は解析に基づく計算であるため最も高精度な計算が可能であり、現在でも数値計算による値の検証にリファレンスとして使用している。しかし、(b)(c)の方法では障害物が多々存在する環境に対応するためには、複雑なプログラムが必要となる。複雑な周辺環境（部屋に複数の人体や家具などが存在するような現実に近い環境）に対応できるアルゴリズムの検討を行い、(e)の立体各投射の原理に基づくアルゴリズムを採用するに至っている。以下、この方法に基づく帰依さん方法を示す。

人体から見た周辺環境の形態係数は、始めに周辺環境から見た人体の形態係数を求め、次に相反定理を利用することで計算することが多く行われている。これは人体が複雑な形状をしているためである。本報告においては、人体モデル表面上において周囲環境の形態係数計算を行うことで有効放射面積を計算する方法を採用する。人体側から計算することで、複雑な環境での形態係数計算を容易にすることができる。

## 2. 2 形態係数と有効放射面積に関する基礎式

ここでは、形態係数計算プログラムの基礎式を示す。図2-1に示すように、人体は室内にいるものとして考える。

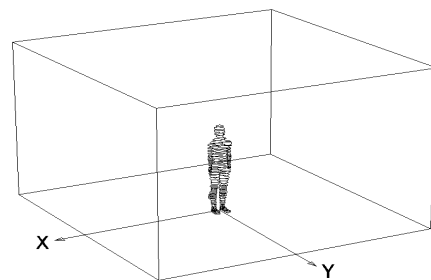


図2-1 在室する人体

人体モデルは $n$ 個の小面で構成されており、人体の面 $i$ の面積を $A_i$ とする。人体の表面積は次式(2.1)となる。

$$A = \sum_{i=1}^n A_i \quad (2.1)$$

人体が在室している状態を想定し、人体モデルは  $m$  個の壁面で囲まれているとする。人体の面  $i$  から見た壁面  $j$  の形態係数を  $F_{ij}$  とする。このとき、人体の有効放射面積  $A_{eff}$  は次式(2.2)となる。

$$A_{eff} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m A_i \cdot F_{ij} \quad (2.2)$$

また、有効放射面積率  $F_{eff}$  は次式(2.3)となる。

$$F_{eff} = A_{eff} / A \quad (2.3)$$

また、人体の面  $i$  から見た人体（自分自身）の形態係数を  $H_i$  とし、熱放射に寄与しない人体の表面積（非有効放射面積） $NonA_{eff}$  を考えてみると、次式(2.4)となる。

$$NonA_{eff} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot H_i \quad (2.4)$$

人体から離れた位置にある物体であれば、その影響で形態係数  $H_i$  が変化することはない。しかし、人体近傍にある物体の影響で  $H_i$  が変化すると有効放射面積も変化する。人体がイスや机を使用している状態では、人体のみの場合と比較して  $H_i$  が減少し有効放射面積が増加する現象が通常発生する。当然ではあるが、次式(2.5)が成り立つ。

$$A = A_{eff} + NonA_{eff} \quad (2.5)$$

ここで、人体の部位  $p$  が面  $n1$  ~ 面  $n2$  で構成されているとする。人体部位の有効放射面積  $PA_{eff}$  は  $A_{eff}$  の 1 部分であるから次式(2.6)により求めることができる。

$$PA_{eff} = \sum_{i=n1}^{n2} \sum_{j=1}^m A_i \cdot F_{ij} \quad (2.6)$$

人体から見た周囲壁面  $k$  の形態係数  $F_{hk}$  は有効放射面積  $A_{eff}$  を利用して次式(2.7)より計算する。

$$F_{hk} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot F_{ik} / A_{eff} \quad (2.7)$$

従って、同様に人体部位  $p$  から見た周囲壁面  $k$  の形態係数  $F_{pk}$  は次式(2.8)のようになる。

$$F_{pk} = \sum_{i=n1}^{n2} A_i \cdot F_{ik} / PA_{eff} \quad (2.8)$$

## 2. 3 形態係数計算アルゴリズム

### 2. 3. 1 基本アルゴリズム

ここでは、本報告で使用された形態係数計算アルゴリズムを示す。形態係数を物体の立体角投射の原理に基づいて計算するものである。図2-2に計算対象物体を立体角投射している様子を示す。形態係数計算は次の手順で計算する。

(1) 初めに投影面である半球底面の円を格子状に細分割する(図2-3)。

注) 底面円の面積を1とすれば、各格子の面積がその格子の形態係数となる。

円の端部は正方形ではないので、その形状に合わせて面積を求める。

(2) 次にこの格子を利用して逆立体角投射を行う(図2-4)。各格子の中央点より法線を立ち上げ、球面との交点を求める。計算点からこの交点を通過するベクトルと対象物体との交点を求める。

(3) 全格子についてチェックし、同じ物体との交点があった格子の形態係数を合計し、その物体の形態係数とする。

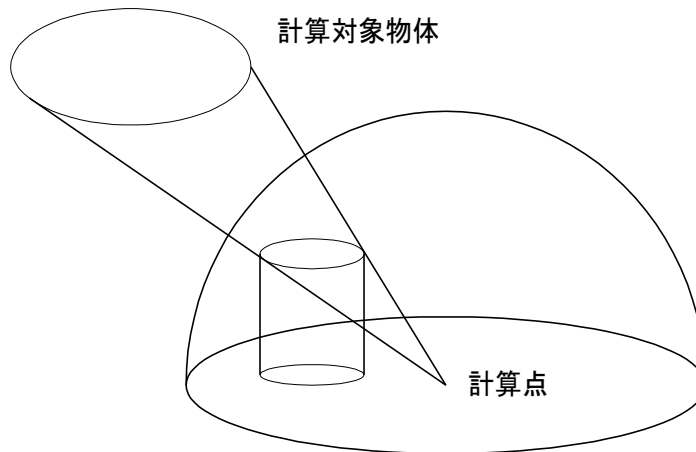


図2-2 立体角投射

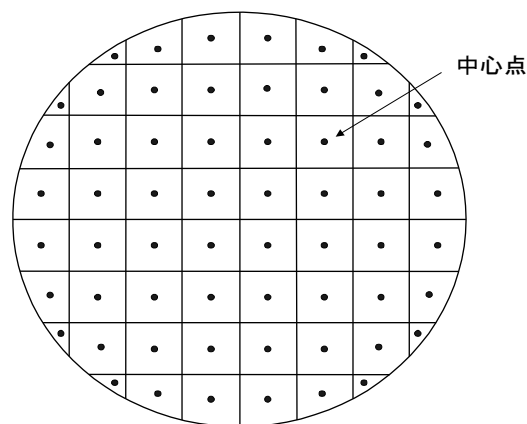


図2-3 半球の底面円の分割

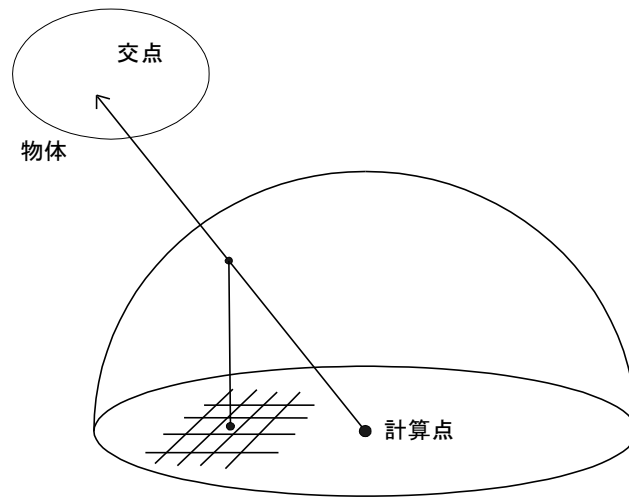


図 2-4 逆立体角投射

### 2. 3. 2 スーパーサンプリング

上記の基本アルゴリズムにスーパーサンプリング処理を追加する。スーパーサンプリングはアンチエイリアス手法の1つであり、この処理によりさらに計算精度を上げることができる。

- (1) 基本アルゴリズムによる形態係数の計算終了後に、各格子における交点物体のチェックを行う。図 2-5 に示すように交点の周辺における交点物体をチェックする。
- (2) 隣接する格子の交点物体が異なった場合を取り出し、スーパーサンプリング処理を行う。格子  $(i, j)$  と隣接する格子の交点物体が異なった場合、格子  $(i, j)$  を再分割 (図 2-6) し、新たな格子を作成する。
- (3) 新たな格子について、基本アルゴリズムと同様に逆立体角投射を行い、各格子において交点がある物体を求める。交点がある物体の種類に応じて新しい格子の面積を合計して形態係数とする。

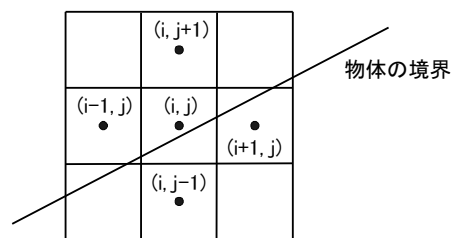


図 2-5 格子  $(i, j)$  と隣接する格子のチェック

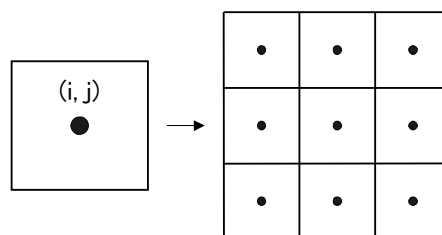


図 2-6 格子  $(i, j)$  の再分割

## 2. 4 数値計算用PCクラスタの構築

形態係数の数値計算用としてPCクラスタシステム<sup>2-6)</sup>を構築<sup>2-7)</sup>した。PCクラスタは、複数のパソコンがネットワークで結合されたメモリ分散型の並列計算機であり、比較的簡単にシステム構成が可能である<sup>2)</sup>。並列計算を実行するためには、並列計算用のプログラムを開発する必要があるが、パソコンの台数を増やすだけで容易にクラスタの能力を拡張することができる。

構築したPCクラスタの構成を図2-7に示す。このPCクラスタは16台のノード(PCサーバ)で構成されている。ノード単体の仕様を表2-1に示す。各ノードは、Gigabitイーサネットにより接続されている。ノード0がマスターノードで、ノード1~15がスレーブノードである。

システムソフトウェアは全てフリーソフトを使用することにし、OSとしてLinux(CentOS)<sup>2-8)</sup>、並列化ライブラリとしてMPIが実装されているMPICH<sup>2-9)</sup>を使用した。また、コンパイラはOSに付属しているgccの他に、IntelのCコンパイラをインストールしている。

PCクラスタのネットワークはセキュリティを考慮してプライベートLANとし、ルータを介して学内LANに接続している。プライベートLAN内部からは外部(インターネット等)にアクセスできるが、外部からは各ノードにアクセスできないように設定している。これはMPICHでは、スレーブノードでの計算にリモートログイン等の機能を使用するための処置である。

表 2-1 ノードの仕様

CPU	Pentium D 3.0GHz (2 core)
メモリ	2GB
LAN	1000Base-TX
HDD	120GB
OS	CentOS4.3(64bit)
コンパイラ	gcc(GUN) icc(Intel)
MPI	MPICH

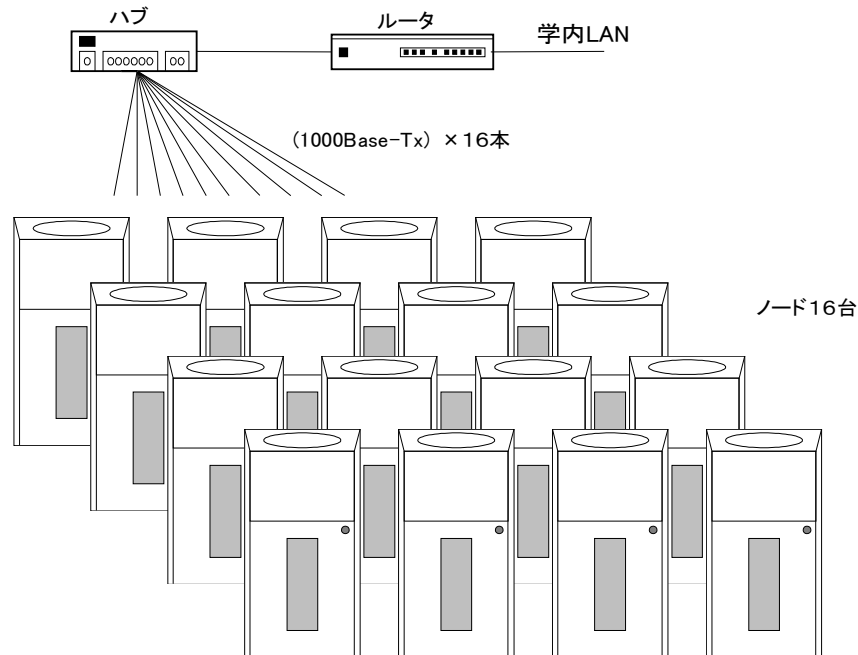


図 2-7 PCクラスタシステム

## 参考文献

- 2-1) 山崎, 真鍋, 他 : 人体モデルの形態係数その 1, 日本建築学会九州支部研究報告環境系, 1984. 3
- 2-2) H. Yamazaki: Shape Factor Calculation and Computer Graphics, The 4th International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering Related Buildings, 1983,
- 2-3) 真鍋, 山崎, 小島 : スキャンラインによる人体の形態係数計算, 日本建築学会計画系論文集, 第 551 号, 2002. 1
- 2-4) 真鍋, 山崎, 小島 : 3次元人体モデルによる人体表面上の形態係数計算とその可視化, 日本建築学会第 25 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, 2002. 12
- 2-5) 真鍋, 山崎, 酒井 : 形態係数計算の基礎的検討— 複雑な周辺環境における人体の形態係数計算について その 1 —, 日本建築学会第 27 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, 2004. 12
- 2-6) スターリング、サルモン、ベッカー他、PC クラスタ構築法 Linux によるベオウルフ・システム、産業図書、2001 年
- 2-7) 真鍋, 山崎, 酒井 : PC クラスタによる形態係数計算— 複雑な周辺環境における人体の形態係数計算について その 2 —, 日本建築学会第 27 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, 2004. 12
- 2-8) URL: <http://www.centos.org/>
- 2-9) URL: <http://www-unix.mcs.anl.gov/mpi/mpich1/>

### 3. 形態係数による人体形状の検討



### 3. 形態係数による人体形状の検討

#### (概 要)

人体の表面上から周辺環境の形態係数を計算するプログラムを2章に基づいて開発することで、人体表面上における形態係数分布の可視化が可能となった。

室内等において人体は室内表面や什器からの熱放射の影響を受けている。人体の形態係数に関しては、従来、人体と室内表面（床、天井、壁など）との関係が示されてきた<sup>3-1,2)</sup>。しかし、実際の室内空間においては、室内にイス、机、棚などが人体と壁面の間に存在し、純粹に人体と壁面のみという場合はあまり多くないと思われる。

より実際に近い状態の形態係数を知ることが目的として、イス・机などがある場合に関してシミュレーションを行った<sup>3-3)</sup>。ここでは、それらのシミュレーションによる人体表面上の形態係数の可視化を中心とし、複雑な環境における有効放射面積などについて示す。

本章は下記のようなセクションで構成されている。

3. 1 人体形状モデル
3. 2 人体の有効放射面積および形態係数
3. 3 人体形態係数シミュレーション
3. 4 形態係数の可視化画像
3. 5 イスと机がある場合の形態係数
3. 6 オフィスの室サイズによる形態係数の検討
3. 7 オフィスの執務位置による形態係数

### 3. 1 人体形状モデル

非接触型3次元デジタイザを使用し、椅座位の裸体と着衣の形状モデルを作成した。測定モデルの被験者は、年齢22歳の青年男子で、身長168cm、体重60kgである。裸体はスパッツを着用し、着衣はビジネススーツを着用した状態とした。

作成した人体形状モデルを図3-2と図3-3に示す。各モデルの形状は3角形で構成されているが、これらの図はスムーズシェーディング表示をしたものである。本章のために作成した形状モデルの3角形数は、椅座位・裸体が9847、椅座位・着衣が9808である。また、これらモデルを部位別に分けるために、CADソフトを使用してモデルを部位別にカットを行った。全身モデルを頭部、胴体前部、胴体後部、上腕、下腕、上腿、下腿、足の8つの部位に分割した(図3-4)。

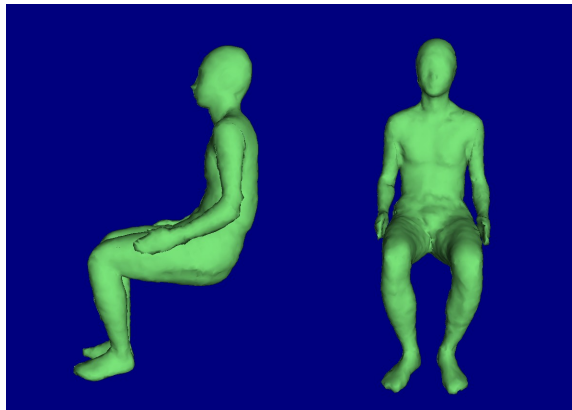


図3-2 椅座位裸体モデル

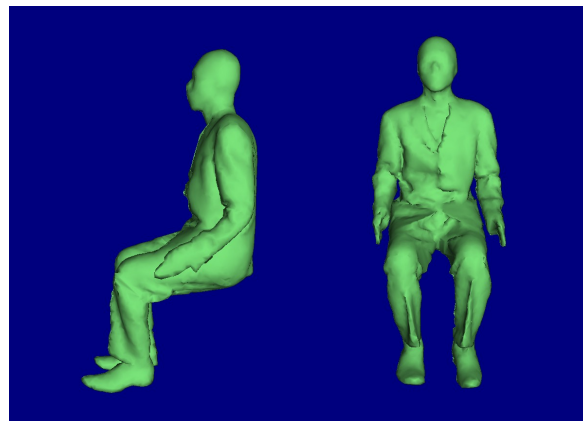


図3-3 椅座位着衣モデル

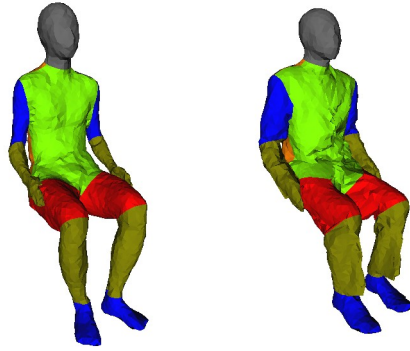


図 3-4 椅座位の裸体・着衣モデルの部位別表示



図 3-5 イス・机を使用する椅座位着衣の人体モデル

### 3. 2 人体の有効放射面積および形態係数

表 3-1 人体モデルの有効放射面積

#### 3. 2. 1 有効放射面積

次の表 3-1 に人体部位別の面積と有効放射面積の値一覧を示す。表面積と有効放射面積を示す。椅座位裸体モデルで表面積 16025cm<sup>2</sup>・有効放射面積が 12975cm<sup>2</sup>、椅座位着衣モデルで表面積 20924cm<sup>2</sup>・有効放射面積が 16295cm<sup>2</sup>となった。各部位の面積も示しているが、対称で本来ほぼ同じ面積であると思われる部位で異なったものがある。原因は個人差やモデルの部位別カット誤差などだと思われる。

	椅座位・裸体		椅座位・着衣	
	面積	有効放射面積	面積	有効放射面積
全身	16025	12975	20924	16295
頭部	1406	1327	1400	1305
胴体前部	2349	1728	3340	2246
胴体後部	3450	3156	3864	3396
右上腕	671	450	1041	789
右下腕	656	446	981	618
左上腕	612	409	907	738
左下腕	717	485	1136	759
右上腿	1445	1105	1850	1425
右下腿	1107	932	1523	1187
右足	551	491	782	672
左上腿	1414	1077	1862	1364
左下腿	1055	889	1445	1129
左足	544	481	793	687

(単位 cm<sup>2</sup>、表はそれぞれを単純に四捨五入した値)

### 3. 2. 2 オフィス用イス・机の形態係数

人体部位とイスと机を使用している着衣の人体モデルを図3-5に示す。ここでは形態係数計算主体ということで、人体はイスに接触しないように数mm程度の間隔を空けて位置させている。

このモデルの形態係数計算等を行った結果を表3-2に示す。人体に対してイス・机の形態係数は約4割であり、かなり大きな割合を占める。部屋から直接受ける放射の割合は全放射受熱量の約6割となる。

表3-2 人体モデルのイス・机の形態係数

部位	面積	有効放射面積	形態係数	
			イス	机
全身	21131	17012	0.145	0.250
頭部	1437	1351	0.000	0.077
胴体前部	3164	2474	0.059	0.287
胴体後部	4266	3680	0.364	0.006
右上腕	803	671	0.066	0.103
右下腕	1169	824	0.098	0.284
左上腕	876	689	0.050	0.056
左下腕	1172	806	0.073	0.170
右大腿	1615	1212	0.216	0.568
右下腿	1566	1243	0.076	0.569
右足	855	753	0.046	0.288
左大腿	1726	1272	0.210	0.468
左下腿	1672	1320	0.062	0.426
左足	810	720	0.040	0.235

### 3. 2. 3 有効放射面積の増加

今回の使用したイス・机がある場合について有効放射面積を計算した。表3-3に有効放射面積の増加量を示す。この量は、表3-1の面積に対する増加量である。表-1の全身の有効放射面積に対する割合はイス・机を使用したときに、裸体で1.2%、着衣で1.5%程度である。部位で見ると、その傾向は裸体・着衣とも似ている。

イス使用で胴体後部、上腿・下腿が高く、机・イス使用で胴体前部、上腿・下腿が高くなっている。部位別の有効放射面積の割合だと着衣の上腿で3.7%程度と高い部分もある。全体としての増加割合は1%台なのであまり大きくはないが、無視すると誤差の原因となる。

表3-3 有効放射面積の増加量

	椅座位・裸体		椅座位・着衣	
	イス	イス・机	イス	イス・机
全身	96	161	169	243
頭部	0	7	0	6
胴体前部	0	22	1	28
胴体後部	15	15	10	10
右上腕	0	2	0	3
右下腕	0	2	1	1
左上腕	0	2	0	3
左下腕	0	1	0	1
右上腿	15	32	36	53
右下腿	17	18	34	35
右足	6	6	11	11
左上腿	17	30	34	51
左下腿	19	19	32	32
左足	6	6	9	9

(単位 cm<sup>2</sup>、表はそれぞれを単純に四捨五入した値)

### 3. 3 人体形態係数シミュレーション

座位の人体モデルを部屋中央に位置させ、イス・机を使用した場合の形態係数シミュレーションを行った。人体を構成する3角形上において周囲物体の形態係数を計算する。部屋のサイズは、WDHが5×5×3mとした。

計算モデルを図3-6に示す。イスは肘掛なしの事務用イス、机は片袖机である。図3-7に、イスに腰掛け、机についている着衣のモデルを示す。人体は中央に位置させ、床面高さ1mmに置いた。人体とイスの間は数mm程度の隙間をとった。全ての点において形態係数計算が可能な状態となるように人体モデルの位置設定をしている。

シミュレーションは、裸体と着衣の2つモデルに対して、イス・机なし、イスのみ使用、イス・机を使用の3つの場合を組み合わせ計6通り行った。

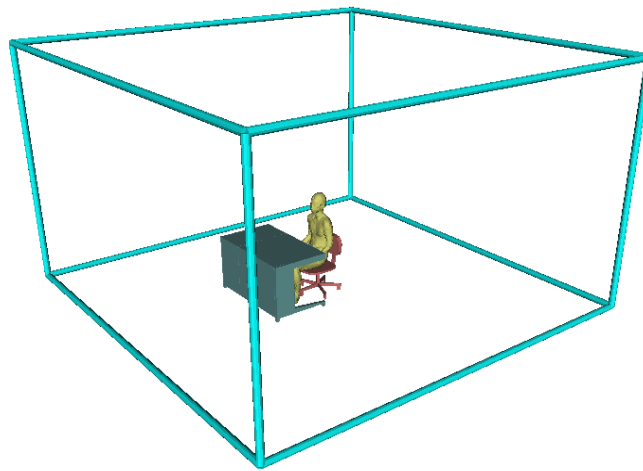


図3-6 計算モデル



図3-7 イス・机を使用する椅座位着衣の人体モデル

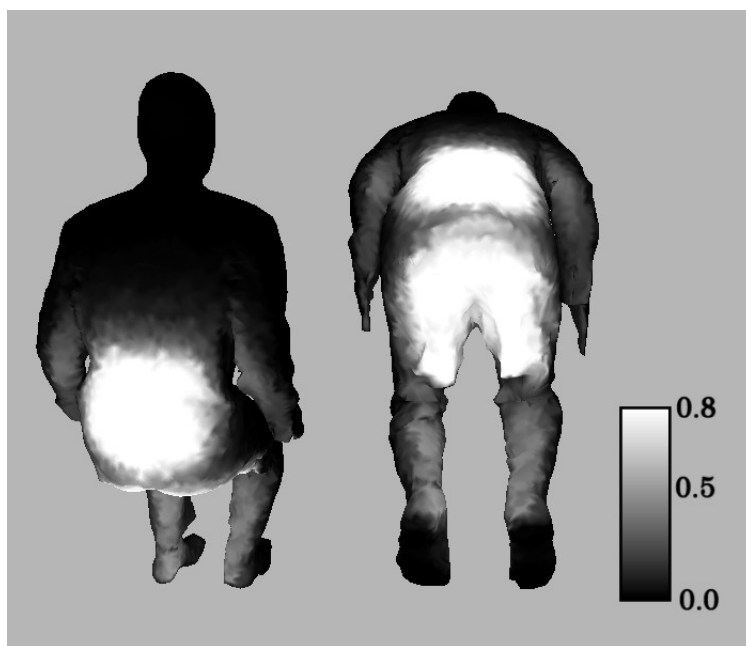


図 3-8 イスの形態係数分布

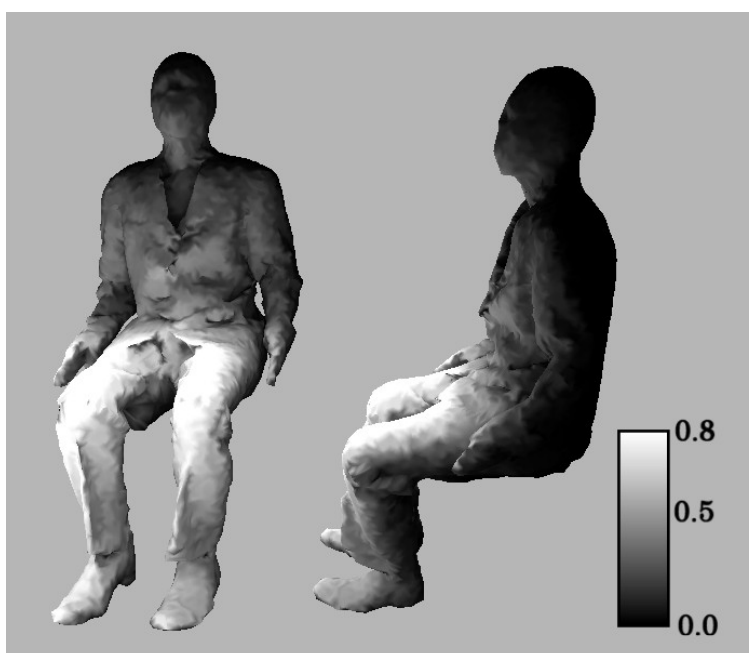


図 3-9 机の形態係数分布

### 3. 4 形態係数の可視化画像

シミュレーション結果を可視化することで、人体のどの部分において形態係数が大きいかを具体的に知ることができる。可視化は形態係数計算結果と人体形状データから VRML (Virtual Reality Modeling Language)<sup>3-4)</sup> ファイルを作成した。画像表示は VRML 表示ソフトを使用している。ここでは着衣・椅座位の場合について示す。

図 3-8 は人体がイスに座ったときのイスの人体表面上における形態係数分布図である。濃淡により形態係数の大きさを示している。背中および尻がイスに接する部分で形態係数が非常に大き

い。それ以外の部分でも、上腕・下腕や下腿部分がイスの影響を受けているのがわかる。図3-9は机の形態係数分布である。机に覆われている下半身部分で形態係数が大きくなっている。図3-10は床面の形態係数分布であり、人体と床面の間には障害物はない。図3-11は、人体がイスを使用した場合の床面の形態係数分布で、イスに座っている部分の床面形態係数が大変小さい。

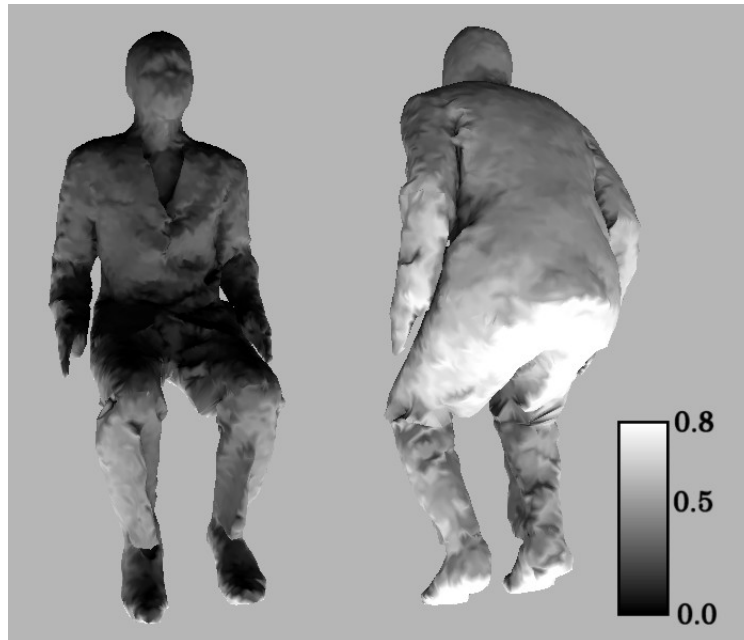


図3-10 床面の形態係数分布（人体のみ）

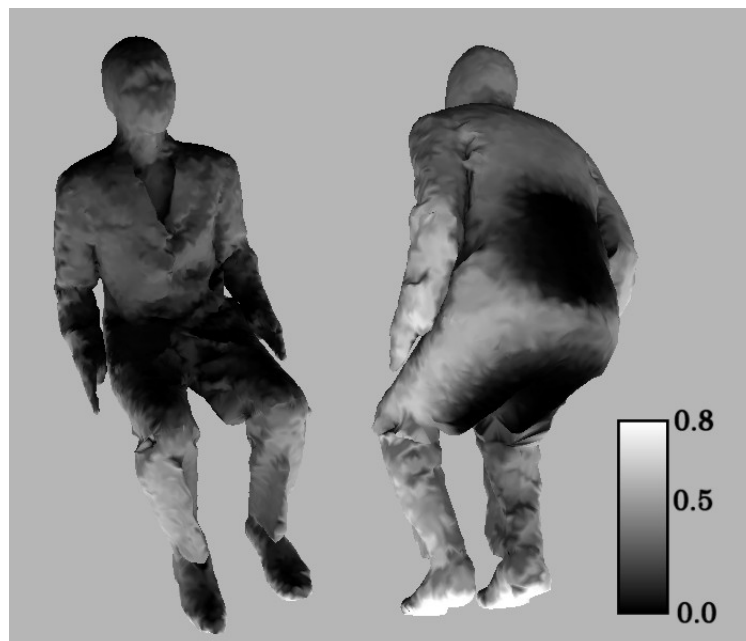


図3-11 床面形態係数分布（イス使用）

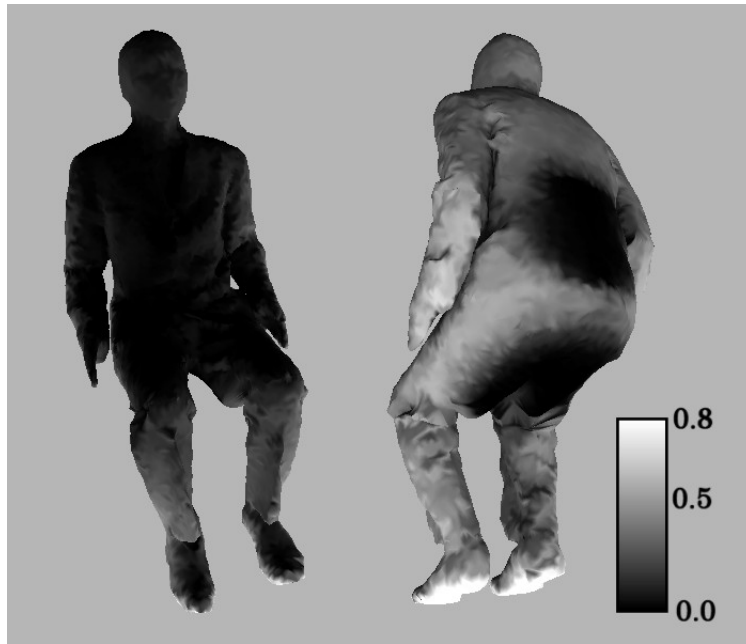


図3-12 床面形態係数分布（イス・机使用）

図3-12は、人体がイス・机を使用した場合である。イスによる形態係数減少と机による形態係数減少が発生している。特に上半身前面部分が大きく、また、下腿部分も小さくなっている。





図 3-13 天井の形態係数分布



図 3-14 天井の形態係数分布（イス・机使用）

図 3-13 は天井の形態係数分布である。図 3-14 は、イス・机を使用した場合の分布であるが、図 3-13 と比較して、机の中にある下半身部分で天井の形態係数が小さく、イスの背もたれの影響で背中の中も小さくなっている。

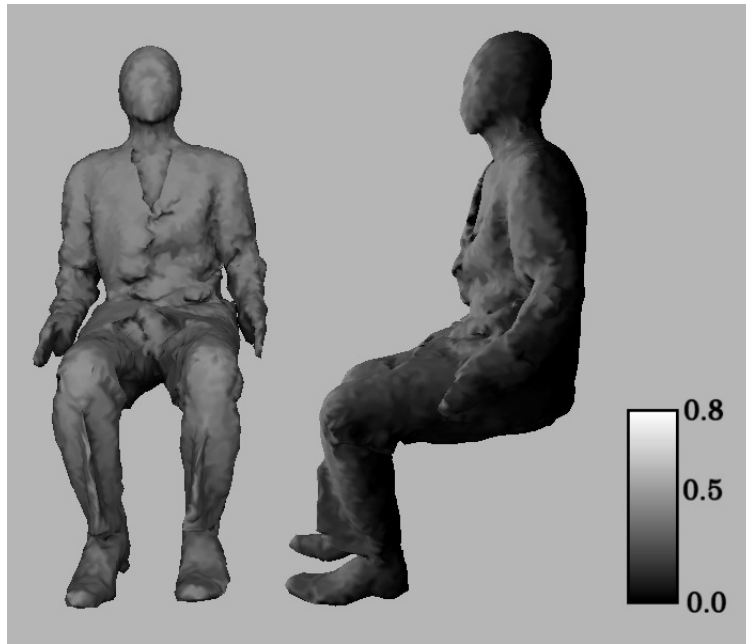


図 3-15 前壁の形態係数分布

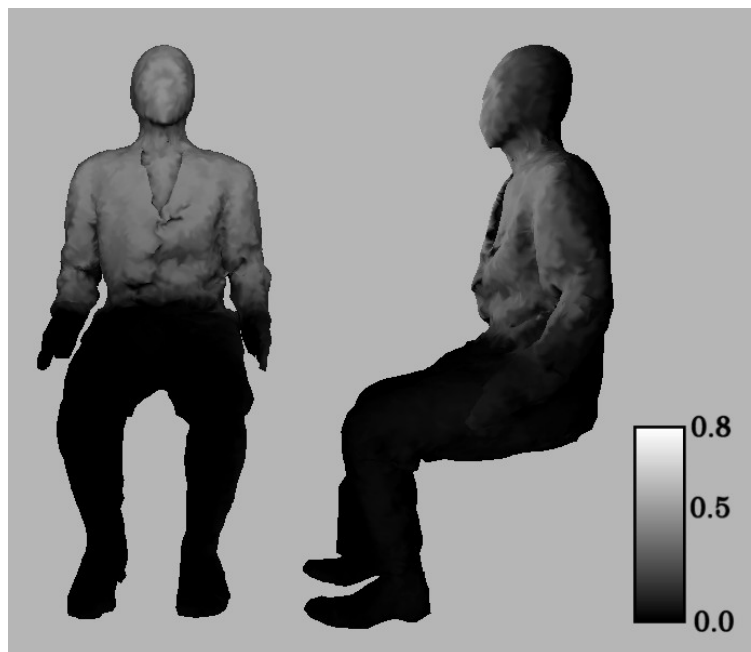


図 3-16 前壁の形態係数分布（イス・机使用）

図 3-15 は前壁の形態係数分布で、図 3-16 は同様にイス・机を使用した場合の分布である。人体から見て前の影となる足や手の部分の形態係数分布が小さくなって図 3-14 の天井と比較すると、図 3-16 では机の高さ位置の腹部まで形態係数が小さくなり、上腿付近にある下腕部分も小さくなっている。図 3-14 の天井と比較すると、図 3-16 では机の高さ位置の腹部まで形態係数が小さく、上腿付近にある下腕部分も小さくなっている。

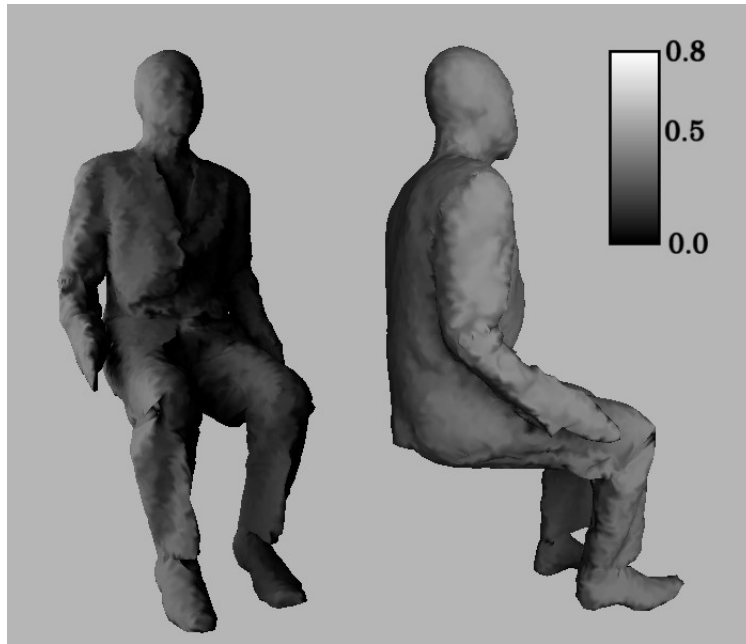


図 3-17 右壁の形態係数分布

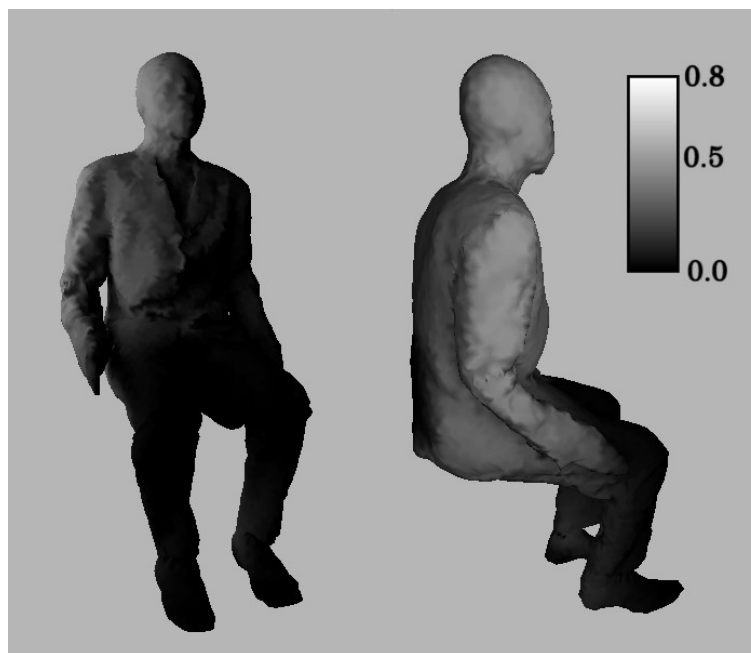


図 3-18 右壁の形態係数分布（イス・机使用）

図 3-17 は、右壁の形態係数分布で、図 3-18 はイス・机を使用した場合の右壁の分布である。図 3-14、3-17 同様に下腿部分などの形態係数が小さい。また、図でわかりにくいですが、イスの背もたれ部分でも少し小さくなっている。



図 3-19 人体表面上における人体の形態係数分布

図 3-19 は人体表面上の人体の形態係数分布を表している。この形態係数の大きさにより、人体の有効放射面積が人体の表面積より小さくなる量が決まる。

### 3. 5 イスと机がある場合の形態係数

今回の計算モデルで、各壁面・家具の形態係数を求め、グラフにしたものを図 3-20、3-21 に示す。図 3-20 が裸体で、図 3-21 が着衣である。イスや机を使用すると、床面の形態係数が大きく減少し、イス・机の形態係数が増加する。イスの形態係数が裸体・着衣とも 0.14、机の形態係数が裸体で 0.26、着衣で 0.23 程度である。イスや机が身体近傍なるため、床面の形態係数より大きくなっている。

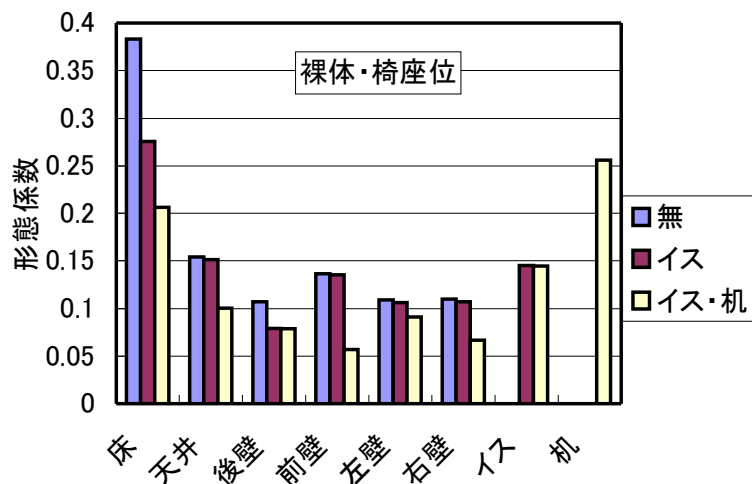


図 3-20 裸体における形態係数

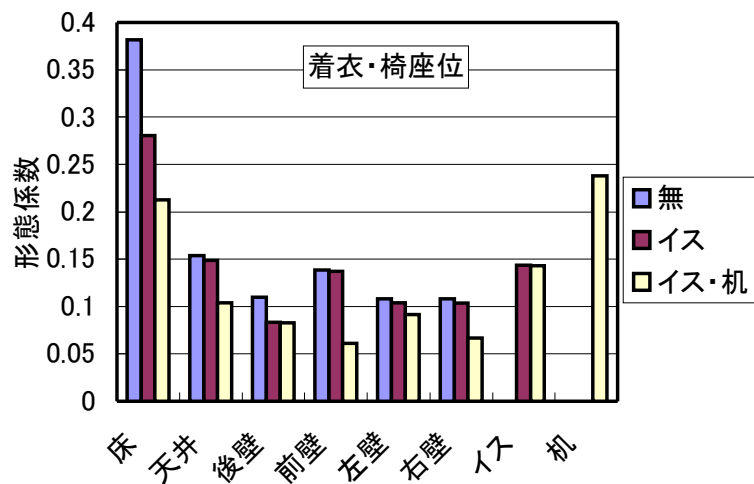


図 3-21 更衣における形態係数

### 3. 6 オフィスの室サイズによる形態係数

人体がイスや机を使用することで、部屋壁面と人体との形態係数がどのような影響を受けるかを明らかにする目的でシミュレーションを行った。部屋はオフィスを想定し、人体モデルは部屋中央に位置している場合とした。

図 3-22～24 に部屋の床面積を変化させた場合の壁面の形態係数を示した。縦軸が形態係数、横軸は床面を正方形としたときの 1 辺の長さを示している。部屋の天井高は 3m としている。図 3-22 は「人体のみ」、図 3-23 は「イスと机使用」の場合である。図 3-24 は、図 3-22 と図 3-23 の差を示している。イス・机の形態係数は 0.605 なので図 3-24 の差は常に 0.395 である。図 3-24 より、床面積が大きくなるにつれて、天井の形態係数は 0.025～0.13 と変化している。これは床面積の増加に対して、「人体のみ」よりも「イスと机使用」が、影響が少ないことを示している。

同様に、図 3-25～278 は部屋の天井高を変化させた場合である。図 3-25 は「人体のみ」、図 3-26 は「イスと机使用」で、図 3-27 は、図 3-25 と図 3-26 の差である。形態係数の差である図 3-27 を見ると、「イスと机使用」が 0.136～0.033 と変化しており、天井が高くなるにつれて「人体のみ」より影響が大きくなっている。

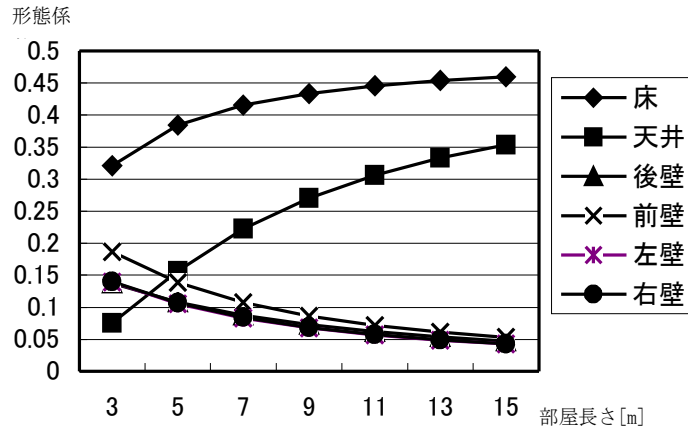


図 3-22 部屋面積の変化：人体のみの場合

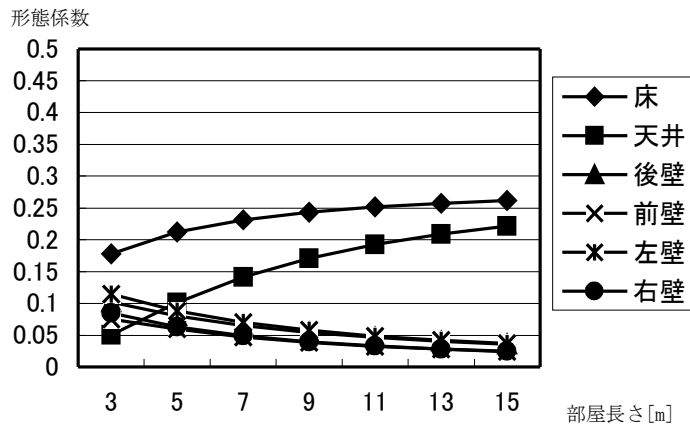


図 3-23 部屋面積の変化：イス・机を使用した場合

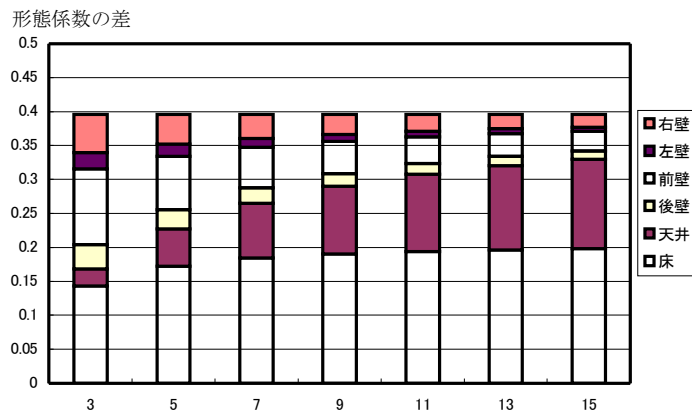


図 3-24 部屋面積の変化：形態係数の差

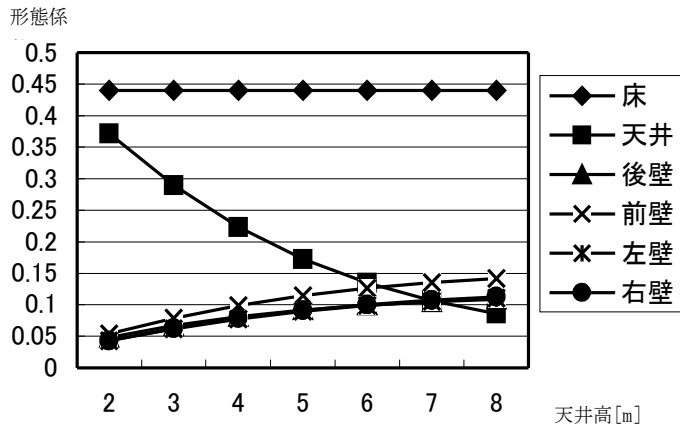


図 3-25 天井高さの変化：人体のみの場合

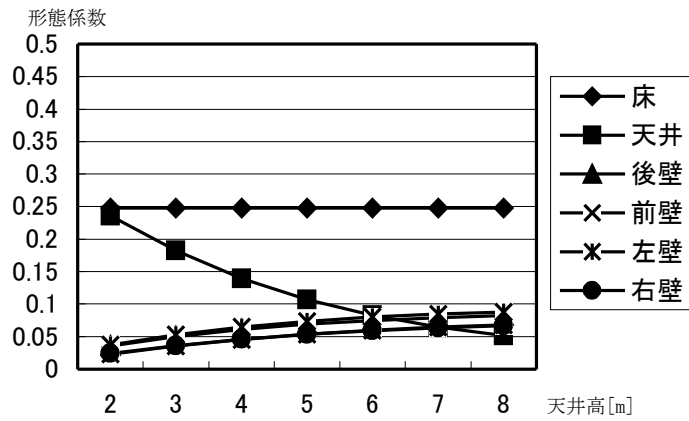


図 3-26 天井高さの変化：イス・机を使用した場合

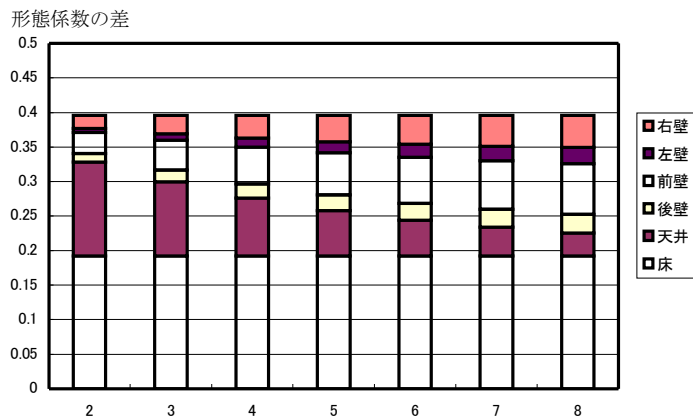


図 3-27 天井高さの変化：形態係数の差

### 3. 7 オフィスの執務位置による形態係数

部屋の人体位置により、壁面の形態係数は異なってくる。ここでは、人体のみの場合と人体がイス・机を使用している場合を比較すると、家具により壁面の形態係数がどのような影響を受けるのかを検討した。部屋は10×10×3mの大きさとし、人体のみの場合と人体がイス・机を使用している人場合について、位置を変化させて各室内壁面の形態係数を求めた。

図3-28は人体位置と壁面を示している。この図は人体を移動させた位置全てを同時に表示している。図3-29は「人体のみ」の場合の各位置における壁面の形態係数を求め棒グラフで表したもので、図3-30は「イス・机」使用した場合について同様なグラフである。以下各図は3枚1組となっている。床面を図3-28、29、30、天井を図3-31、32、33、後壁を図3-34、35、36、前壁を図3-37、38、39、左壁を図3-40、41、42、右壁を図3-43、44、45に示す。

床面は、図3-29と図3-30を比較すると、人体のみの場合は部屋の前方2隅が比較的小さいが、イス・机を使用した場合は全般的に小さくなるが、比較的2隅の落ち込みは少ない。天井面の図3-32と図3-33でも同様の傾向である。これは、人体のみの場合、壁に近い場合には床・天井に対する脚部の影響が小さくなり値が小さくなるためと考えられる。

後壁（図3-34、図3-36）と前壁（図3-38、図3-39）を比較すると、後壁の両者の差より前壁の両者の差が大きくなっている。これは身体後部より身体前部と脚部が机で隠される部分が大きく影響していることを示している。

左壁の図3-42と右壁の図3-45を比較すると、左壁の方が、値が大きくなっている。これは、机の左側には側板がないための影響である。



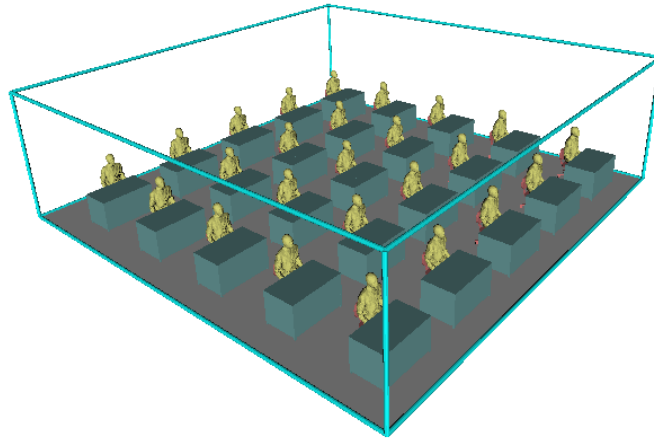


図 3-28 床面モデル

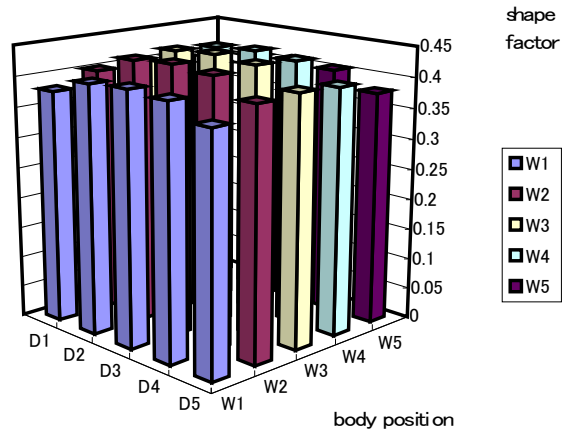


図 3-29 床面／人体のみ

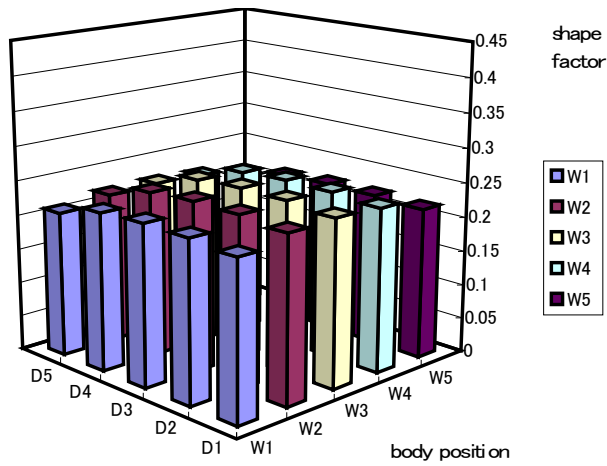


図 3-30 床面／イス・机使用

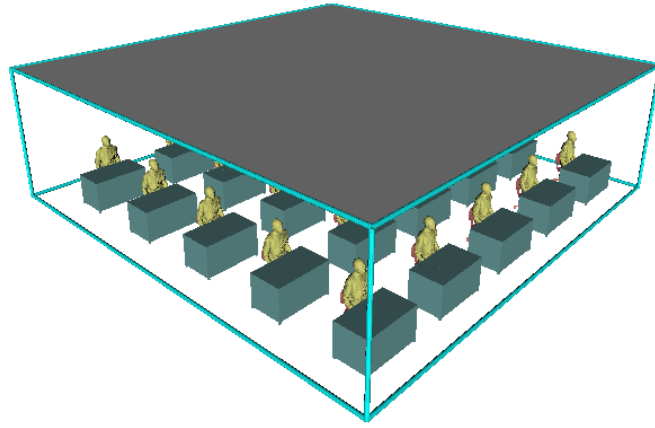


図 3-31 天井モデル

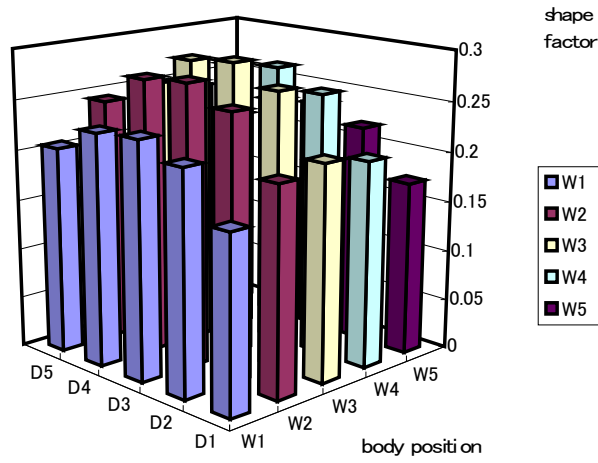


図 3-32 天井／人体のみ

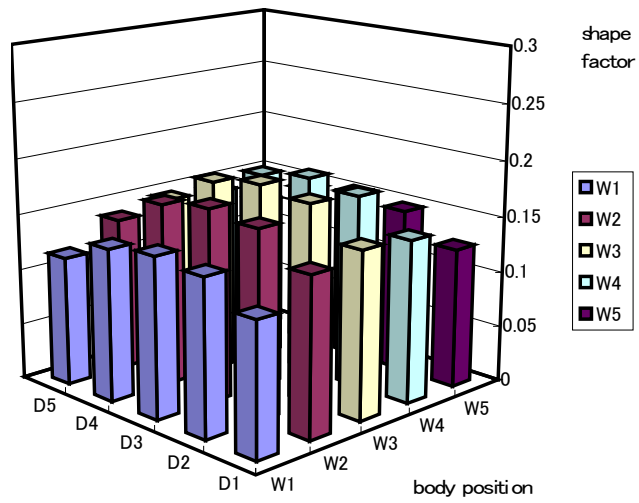


図 3-32 天井／イス・机使用

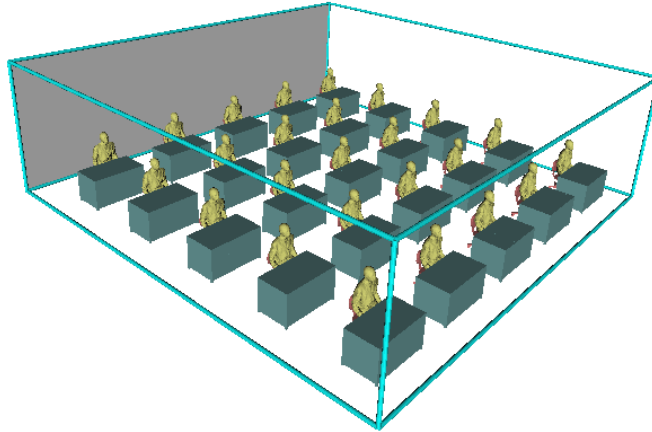


図 3-34 後壁モデル

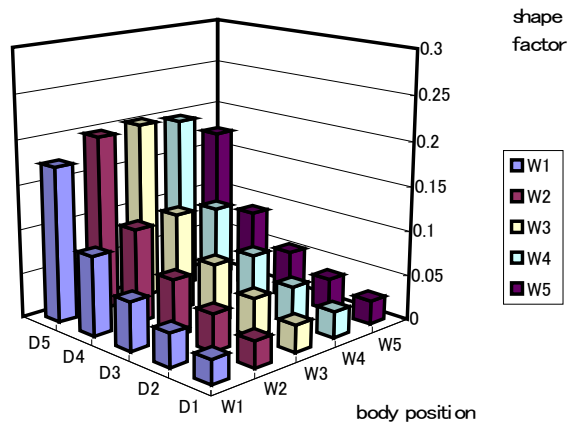


図 3-35 後壁／人体のみ

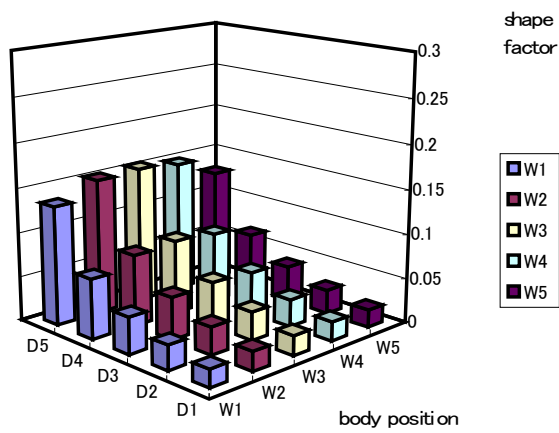


図 3-36 後壁／イス・机使用

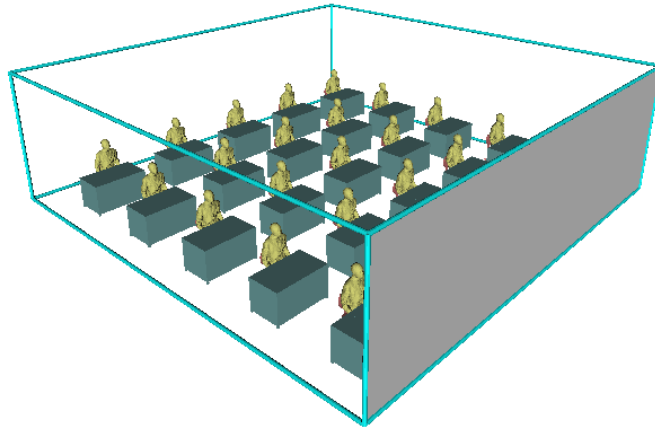


図 3-37 前壁モデル

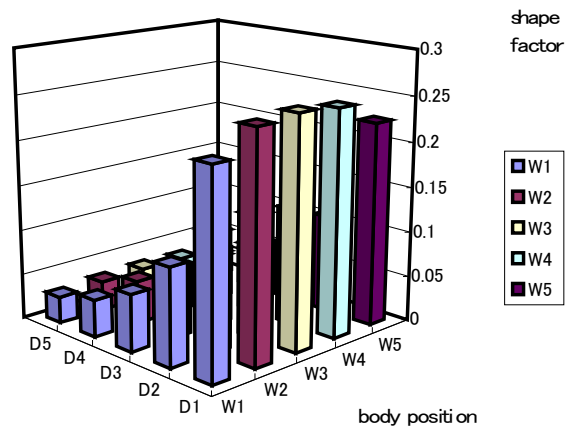


図 3-38 前壁／人体のみ

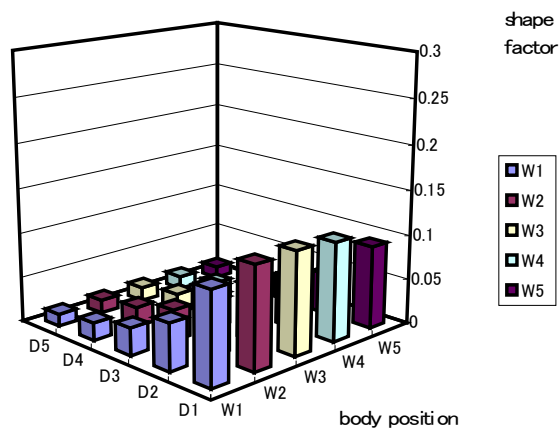


図 3-39 前壁／イス・机使用

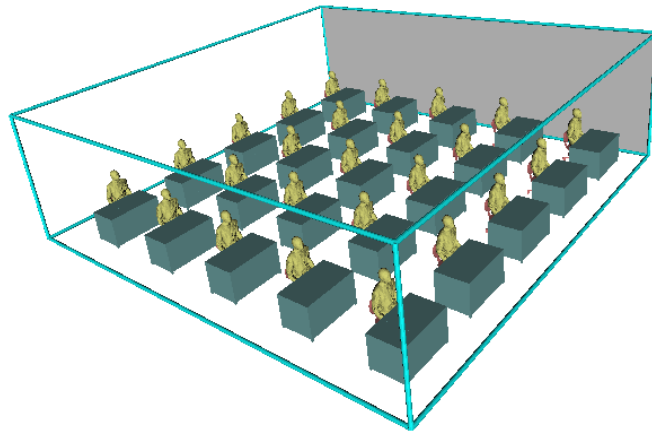


図 3-40 左壁モデル

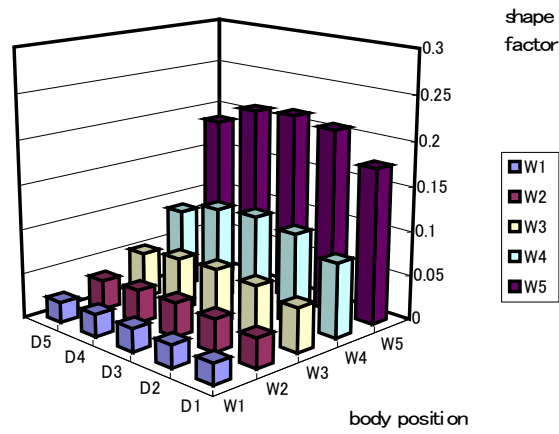


図 3-41 左壁／人体のみ

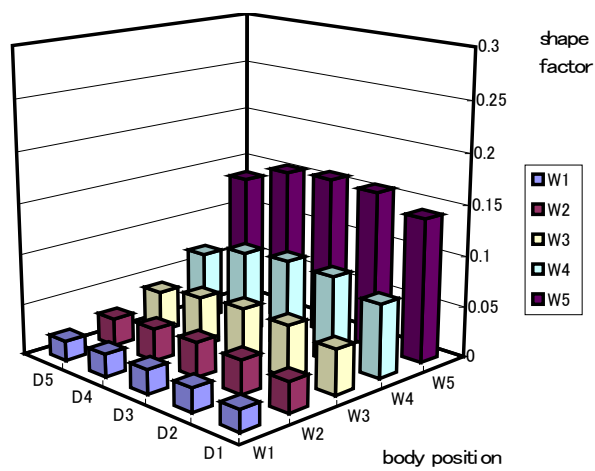


図 3-42 左壁／イス・机使用

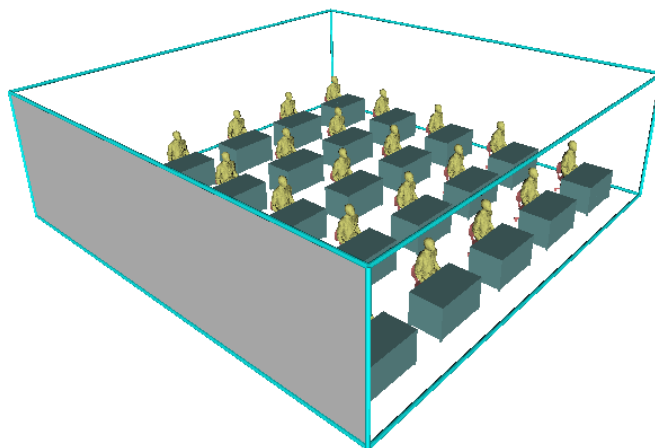


図 3-43 右壁モデル

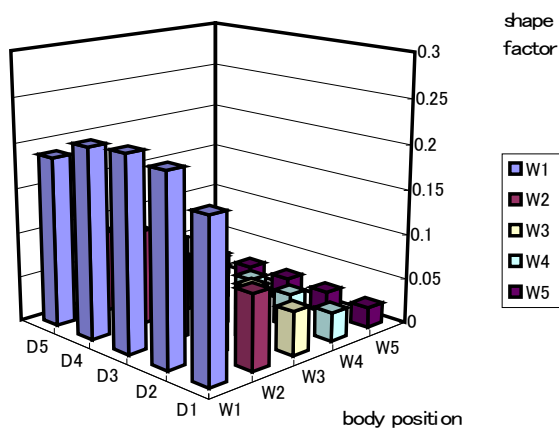


図 3-44 右壁／人体のみ

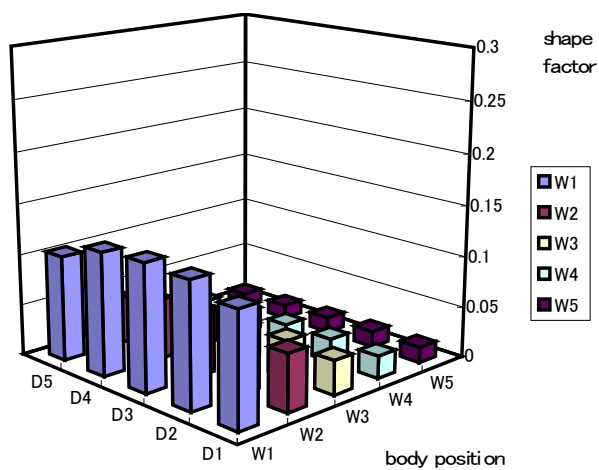


図 3-45 右壁／イス・机使用

## 参考文献

- 3-1) Fanger P.O., Angeltus O. and Jensen P.K.: Radiation Data for the Human Body, ASHARE Transactions, Vol.76-II, pp.338-373, 1970
- 3-2) 土川忠浩, 小林陽太郎, 堀越哲美, 三輪恵美, 蔵澄美仁, 平山慶太郎: 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, 日本建築学会計画系論文報告集, 第388号, pp.48-59, 1988
- 3-3) 真鍋, 江崎, 山崎, 酒井: イス・机がある場合の形態係数可視化と有効放射面積について— 複雑な周辺環境における人体の形態係数計算について その3 —, 日本建築学会第28回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, 2005.12
- 3-4) Andrea. L. :VRML Source book, Wiley, 1996
- 3-5) 真鍋, 山崎, 小島: 3次元人体モデルによる人体表面上の形態係数計算とその可視化, 日本建築学会第25回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, 2002.12
- 3-6) 真鍋, 山崎, 酒井: 形態係数計算の基礎的検討— 複雑な周辺環境における人体の形態係数計算について その1 —, 日本建築学会第27回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, 2004.12
- 3-7) 真鍋, 山崎, 酒井: PCクラスタによる形態係数計算— 複雑な周辺環境における人体の形態係数計算について その2 —, 日本建築学会第27回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, 2004.12

#### 4. 人体の基礎的形態係数



## 4. 人体の基礎的形態係数

### (概要)

教室の放射熱環境の特性を把握することを目的として、形態係数シミュレーションを行った。人体形状モデルは、第1章で作成したモデルである成人男子（大学生）と児童（小学生2年女児）を使用した。ここではそれらのモデルの基礎的データである詳細な形態係数や有効放射面積、人体表面上の形態係数分布などを示す。また、イスや机を使用した場合は、有効放射面積が異なってくるため、ここでは別モデルとして取り扱っている。

#### 被験者データ

成人男子：年齢22歳、身長165cm、体重50kg、BMI 18.4

7歳児童：年齢7歳、身長116cm、体重21kg、BMI 15.6

本章は下記のようなセクションで構成されている。

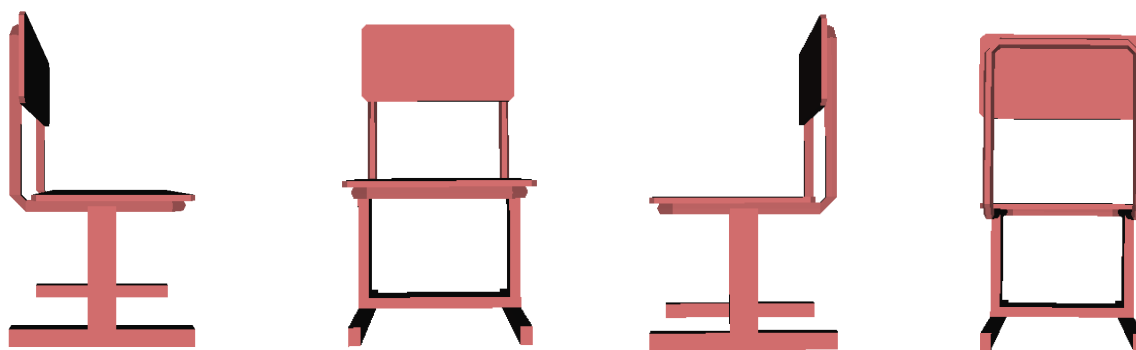
- 4. 1 イス・机のモデル
- 4. 2 人体形状モデル
  - 4. 2. 1 成人男子・裸体立位
  - 4. 2. 2 成人男子・裸体椅
  - 4. 2. 3 成人男子・裸体椅座位1 (イスを使用)
  - 4. 2. 4 成人男子・裸体椅座位2 (イスと机を使用)
  - 4. 2. 5 成人男子・着衣立位
  - 4. 2. 6 成人男子・着衣椅座位
  - 4. 2. 7 成人男子・着衣椅座位1 (イスを使用)
  - 4. 2. 8 成人男子・着衣椅座位2 (イスと机を使用)
  - 4. 2. 9 7歳児童・裸体立位
  - 4. 2. 10 7歳児童・裸体椅座位
  - 4. 2. 11 7歳児童・裸体椅座位1 (イスを使用)
  - 4. 2. 12 7歳児童・裸体椅座位2 (イスと机を使用)
  - 4. 2. 13 7歳児童・着衣立位
  - 4. 2. 14 7歳児童・着衣椅座位
  - 4. 2. 15 7歳児童・着衣椅座位1 (イスを使用)
  - 4. 2. 16 7歳児童・着衣椅座位2 (イスと机を使用)

#### 4. 1 イス・机のモデル

椅座位のモデルは裸体と着衣の2種類のモデルであるが、イスや机を使用すると有効放射面積が異なる。そのため、イスや机を使用したモデルは別モデルとして扱い、1つの人体形状モデルに対して、人体のみ、イス使用、イス・机を使用の3種類のモデルとした。はじめに、イス・机のモデルを示す。イスおよび机は生徒用学校家具のJIS標準規格のものを使用した。

<イス>

座幅×座奥行き	360×400 [cm]	
座面高	成人：38.5 [cm]	児童：26.5 [cm]
背もたれ高	成人：69.5 [cm]	児童：58.5 [cm]



[右側面]

[正面]

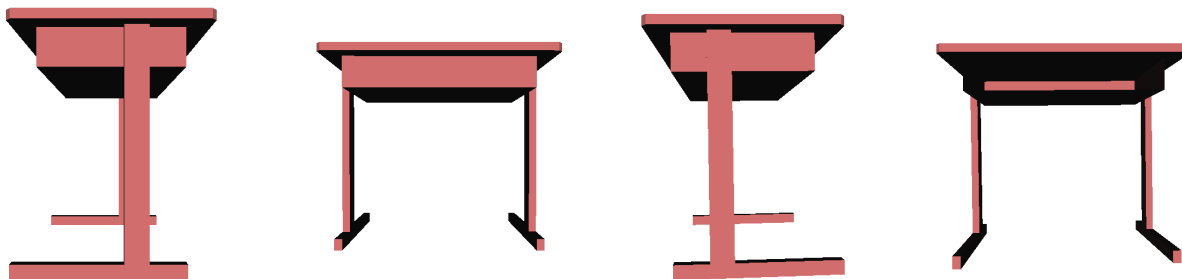
[左側面]

[背面]

図 4-1 生徒用イス姿図

<机>

天板	600×400 [cm]	
机上面高	成人：73 [cm]	児童：52 [cm]
机面厚	2 [cm]	
引出しサイズ	50×30×8 [cm]	



[右側面]

[正面]

[左側面]

[背面]

図 4-2 生徒用机姿図

4. 2 人体形状モデル  
 4. 2. 1 成人男子・裸体立位  
 (1) 裸体立位モデル

表 4-1 人体モデルの諸数値 面積 [cm<sup>2</sup>]

<裸体立位>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	15902	13598	0.855	12090
頭部	1466	1399	0.954	1039
胴体前部	2798	2521	0.901	2228
胴体後部	3122	2654	0.850	2420
右上腕	719	578	0.803	577
右下腕	694	510	0.735	506
左上腕	710	562	0.791	572
左下腕	735	525	0.715	511
右大腿	1373	1122	0.817	1033
右下腿	1022	913	0.893	755
右足	525	469	0.893	374
左大腿	1185	963	0.812	875
左下腿	1012	901	0.890	765
左足	540	481	0.891	435

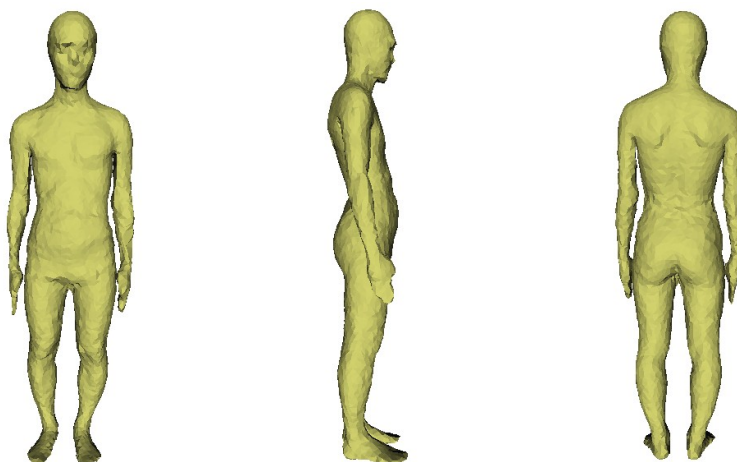


図 4-3 全身表示／裸体立位 (成人男子)

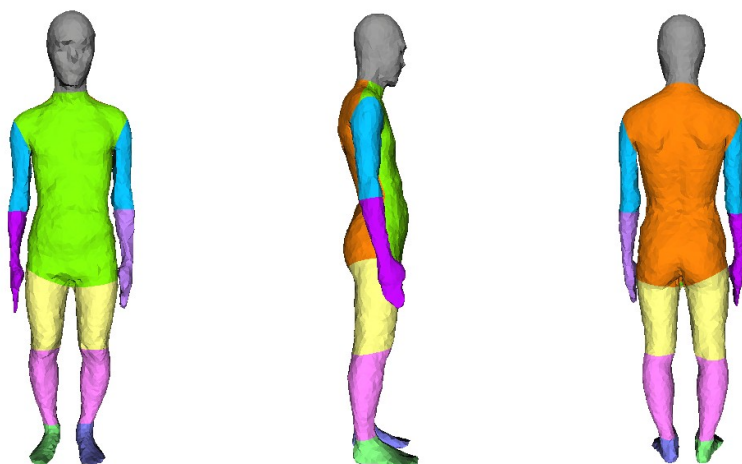


図 4-4 部位別表示／裸体立位 (成人男子)

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

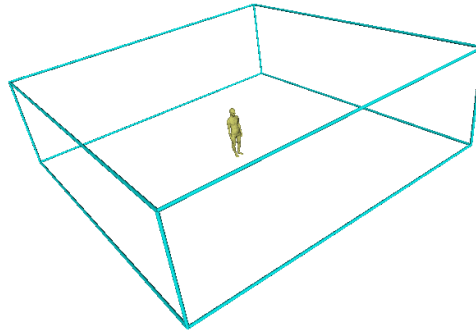


図4-5 教室と人体モデル

表4-2 全身と各部位における教室等の形態係数

<裸体立位>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.411	0.287	0.088	0.086	0.064	0.063	0.000	0.000	0.169
頭部	0.296	0.399	0.076	0.070	0.080	0.080	0.000	0.000	0.048
胴体前部	0.327	0.351	0.202	0.002	0.057	0.061	0.000	0.000	0.110
胴体後部	0.371	0.321	0.004	0.194	0.056	0.054	0.000	0.000	0.176
右上腕	0.386	0.285	0.094	0.086	0.134	0.015	0.000	0.000	0.245
右下腕	0.433	0.256	0.091	0.072	0.125	0.023	0.000	0.000	0.360
左上腕	0.377	0.293	0.085	0.093	0.015	0.137	0.000	0.000	0.264
左下腕	0.442	0.247	0.091	0.081	0.015	0.124	0.000	0.000	0.399
右大腿	0.486	0.210	0.084	0.092	0.090	0.038	0.000	0.000	0.224
右下腿	0.510	0.197	0.079	0.079	0.084	0.051	0.000	0.000	0.120
右足	0.561	0.240	0.052	0.040	0.073	0.034	0.000	0.000	0.119
左大腿	0.496	0.201	0.088	0.093	0.039	0.083	0.000	0.000	0.231
左下腿	0.512	0.197	0.081	0.082	0.048	0.081	0.000	0.000	0.123
左足	0.562	0.242	0.053	0.042	0.031	0.071	0.000	0.000	0.122

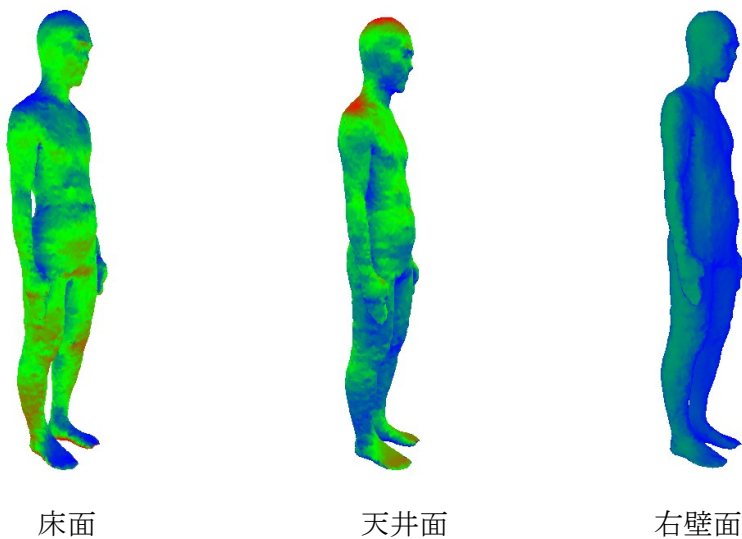


図4-6 形態係数分布／裸体立位（成人男子）

#### 4. 2. 2 成人男子・裸体椅座位

##### (1) 裸体椅座位のみのモデル

表 4-3 人体モデルの諸数値 面積 [cm<sup>2</sup>]

<裸体椅座位>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	15520	13018	0.839	12389
頭部	1455	1379	0.947	1047
胴体前部	2518	2110	0.838	2399
胴体後部	2830	2518	0.890	2328
右上腕	625	500	0.799	578
右下腕	779	555	0.712	709
左上腕	617	499	0.809	659
左下腕	798	567	0.711	714
右大腿	1424	1118	0.785	977
右下腿	946	804	0.850	616
右足	521	476	0.912	360
左大腿	1522	1189	0.781	1029
左下腿	932	801	0.859	592
左足	552	504	0.913	381

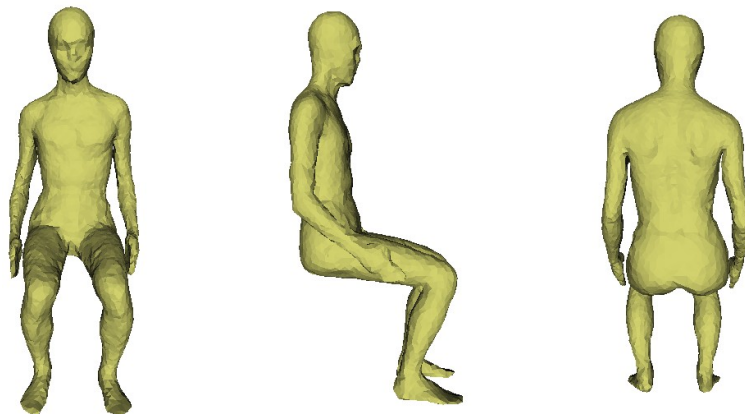


図 4-7 全身表示／裸体椅座位（成人男子）

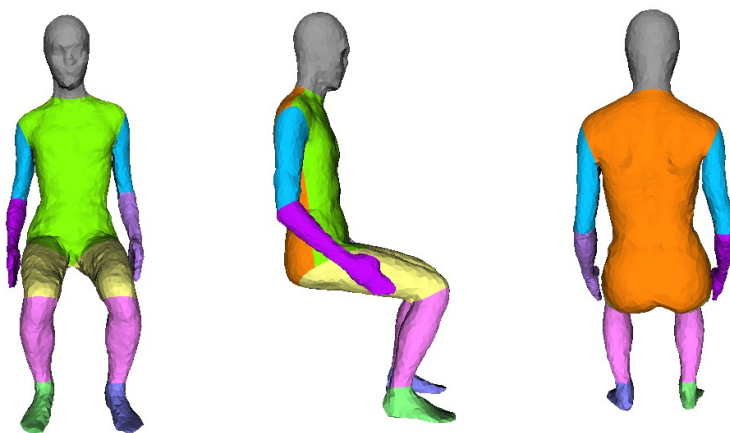


図 4-8 部位別表示／裸体椅座位（成人男子）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

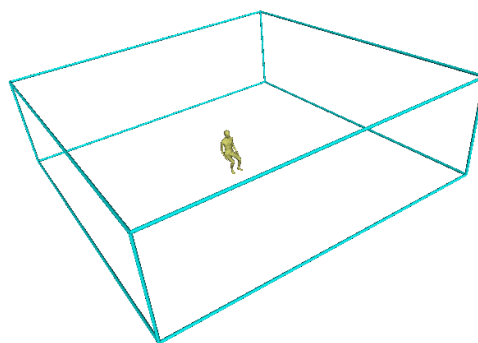


図 4-9 教室と人体モデル

表 4-4 全身と各部位における教室等の形態係数

<裸体椅座位>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.437	0.289	0.079	0.069	0.063	0.063	0.000	0.000	0.192
頭部	0.316	0.374	0.077	0.071	0.081	0.081	0.000	0.000	0.056
胴体前部	0.266	0.409	0.192	0.003	0.069	0.060	0.000	0.000	0.194
胴体後部	0.441	0.272	0.003	0.184	0.047	0.053	0.000	0.000	0.124
右上腕	0.399	0.274	0.077	0.096	0.133	0.021	0.000	0.000	0.251
右下腕	0.461	0.275	0.076	0.050	0.122	0.016	0.000	0.000	0.405
左上腕	0.401	0.271	0.078	0.092	0.017	0.141	0.000	0.000	0.236
左下腕	0.458	0.275	0.078	0.051	0.020	0.118	0.000	0.000	0.407
右大腿	0.552	0.276	0.061	0.013	0.074	0.022	0.000	0.000	0.274
右下腿	0.545	0.157	0.090	0.066	0.088	0.053	0.000	0.000	0.177
右足	0.563	0.223	0.059	0.038	0.073	0.044	0.000	0.000	0.096
左大腿	0.529	0.285	0.064	0.016	0.030	0.077	0.000	0.000	0.280
左下腿	0.542	0.161	0.090	0.067	0.052	0.087	0.000	0.000	0.164
左足	0.563	0.223	0.057	0.040	0.044	0.073	0.000	0.000	0.095

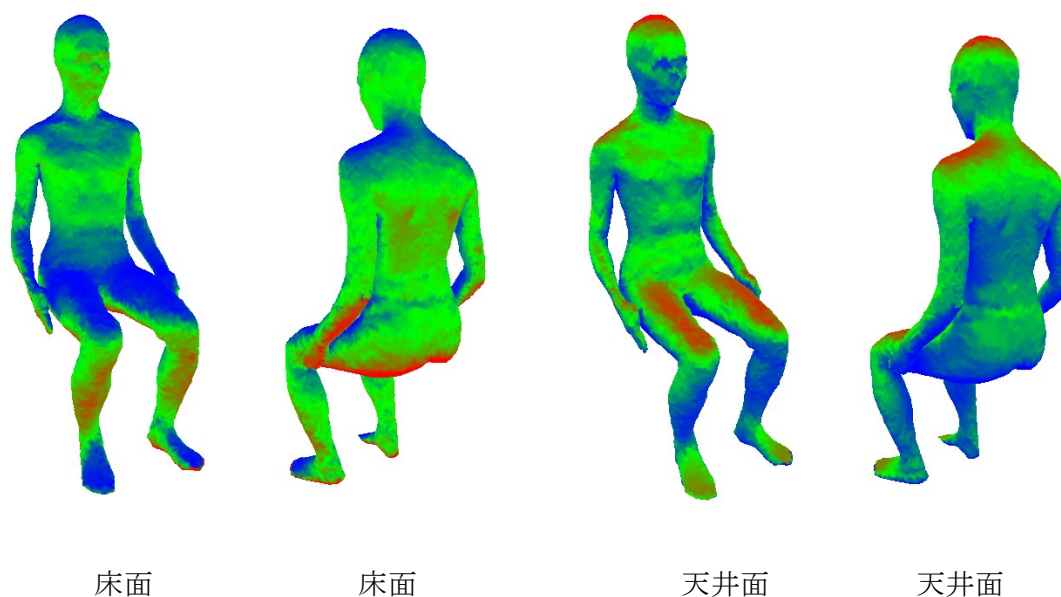


図 4-10 形態係数分布／裸体椅座位（成人男子）

#### 4. 2. 3 成人男子・裸体椅座位 1

(1) 裸体椅座位でイスを使用しているモデル

表 4-5 人体モデルの諸数値

面積 [cm<sup>2</sup>]

<裸体椅座位1>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	15520	13118	0.845	12389
頭部	1455	1379	0.947	1047
胴体前部	2518	2113	0.839	2399
胴体後部	2830	2522	0.891	2328
右上腕	625	500	0.799	578
右下腕	779	555	0.712	709
左上腕	617	499	0.809	659
左下腕	798	568	0.712	714
右大腿	1424	1137	0.798	977
右下腿	946	823	0.871	616
右足	521	480	0.921	360
左大腿	1522	1211	0.796	1029
左下腿	932	820	0.880	592
左足	552	510	0.924	381

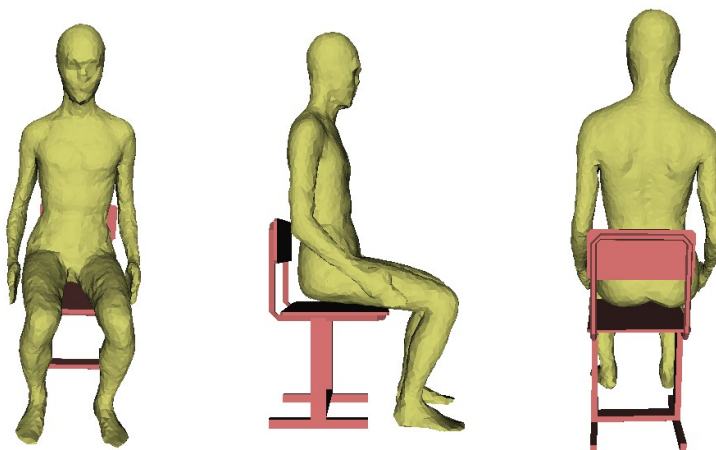


図 4-11 全身表示／裸体椅座位（成人男子）

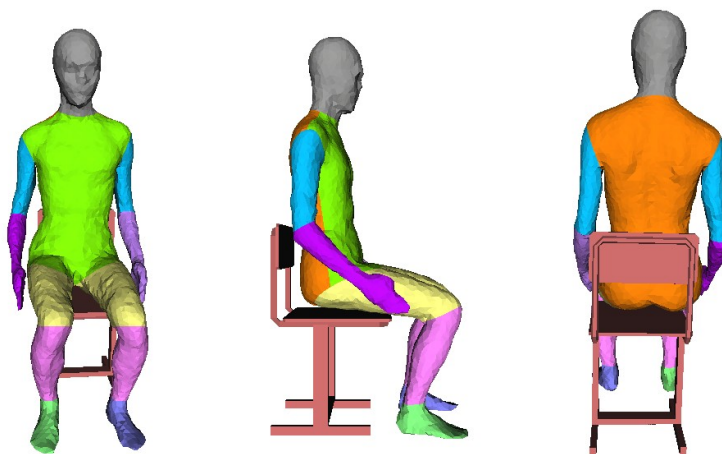


図 4-12 部位別表示／裸体椅座位（成人男子）



(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

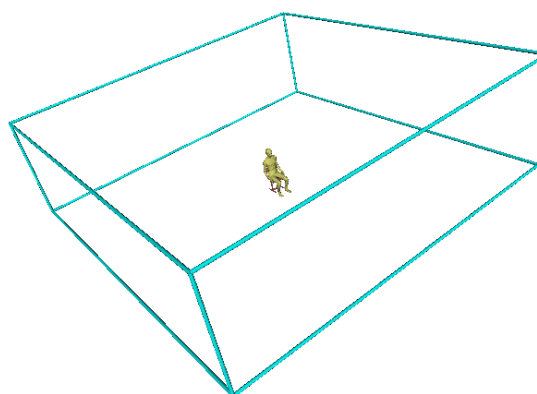


図4-13 教室と人体モデル

表4-6 全身と各部位における教室等の形態係数

<裸体椅座位1>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.356	0.280	0.078	0.058	0.062	0.061	0.105	0.000	0.183
頭部	0.316	0.374	0.077	0.071	0.081	0.081	0.000	0.000	0.056
胴体前部	0.254	0.408	0.192	0.003	0.069	0.060	0.014	0.000	0.192
胴体後部	0.302	0.244	0.003	0.147	0.044	0.049	0.211	0.000	0.122
右上腕	0.371	0.274	0.077	0.095	0.133	0.020	0.030	0.000	0.251
右下腕	0.427	0.274	0.076	0.045	0.122	0.011	0.046	0.000	0.404
左上腕	0.365	0.271	0.078	0.091	0.016	0.141	0.038	0.000	0.236
左下腕	0.390	0.274	0.078	0.037	0.017	0.117	0.087	0.000	0.404
右大腿	0.343	0.272	0.060	0.012	0.073	0.022	0.218	0.000	0.253
右下腿	0.517	0.146	0.088	0.050	0.086	0.048	0.065	0.000	0.149
右足	0.551	0.212	0.059	0.033	0.072	0.043	0.031	0.000	0.085
左大腿	0.272	0.280	0.062	0.014	0.029	0.075	0.266	0.000	0.257
左下腿	0.513	0.149	0.088	0.048	0.049	0.085	0.068	0.000	0.136
左足	0.550	0.212	0.056	0.034	0.043	0.072	0.032	0.000	0.082

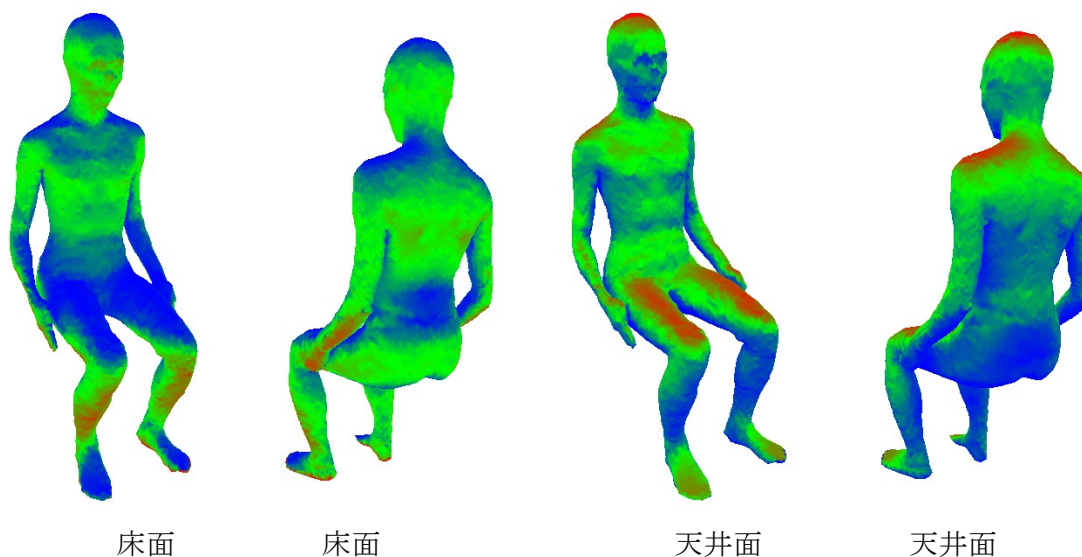


図4-14 形態係数分布／裸体椅座位（成人男子）・イス使用



#### 4. 2. 4 成人男子・裸体椅座位 2

(1) 裸体椅座位でイスと机を使用しているモデル

表 4-7 人体モデルの諸数値 面積 [cm<sup>2</sup>]

<裸体椅座位2>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	15520	13126	0.846	12389
頭部	1455	1381	0.949	1047
胴体前部	2518	2114	0.839	2399
胴体後部	2830	2522	0.891	2328
右上腕	625	500	0.799	578
右下腕	779	555	0.712	709
左上腕	617	500	0.809	659
左下腕	798	568	0.712	714
右大腿	1424	1139	0.799	977
右下腿	946	823	0.871	616
右足	521	480	0.921	360
左大腿	1522	1213	0.797	1029
左下腿	932	820	0.880	592
左足	552	510	0.924	381

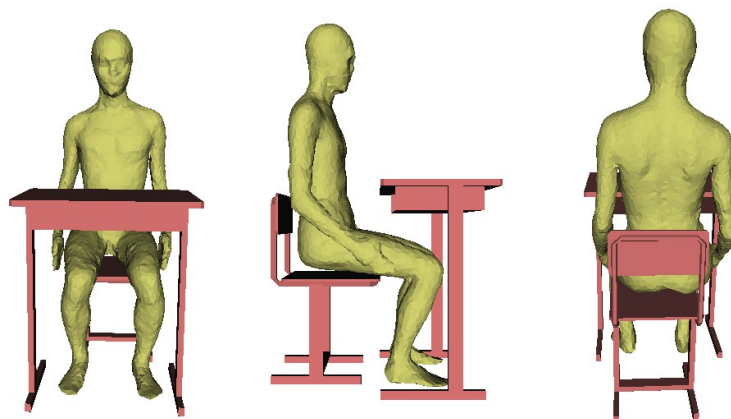


図 4-15 全身表示／裸体椅座位（成人男子）

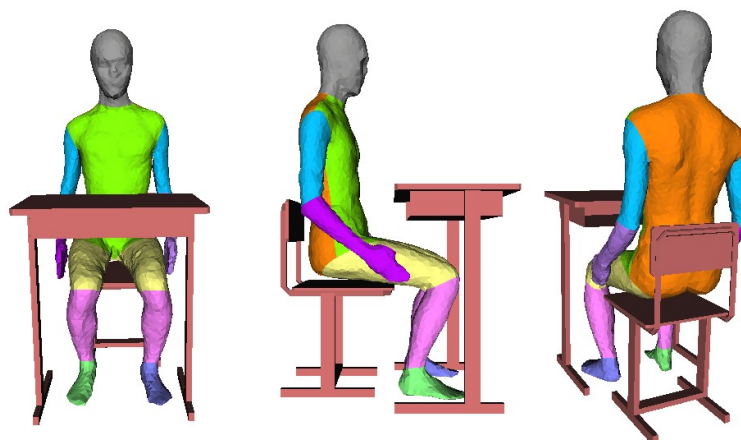


図 4-16 部位別表示／裸体椅座位（成人男子）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

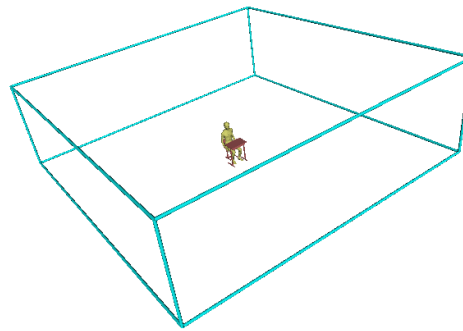
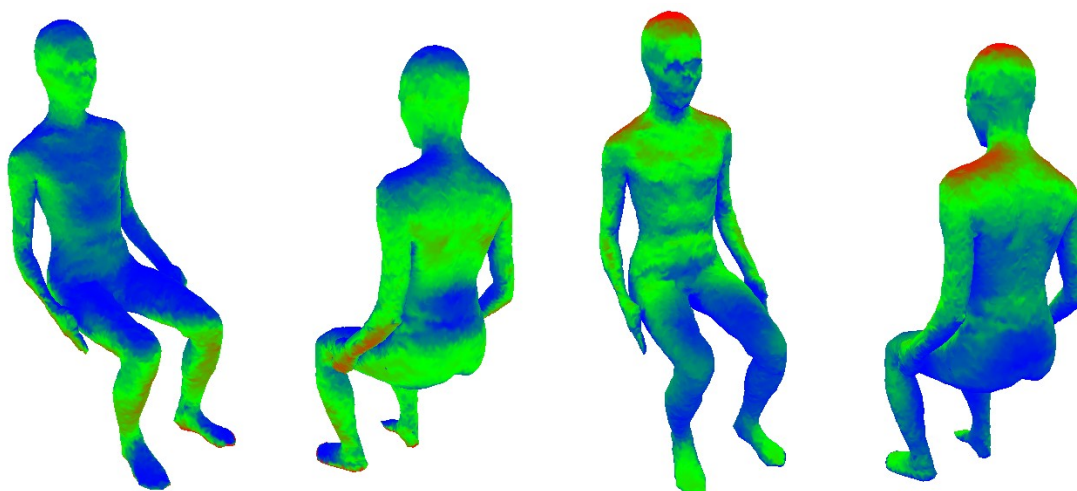


図 4-17 教室と人体モデル

表 4-8 全身と各部位における教室等の形態係数

<裸体椅座位2>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.327	0.230	0.065	0.058	0.058	0.058	0.105	0.098	0.182
頭部	0.285	0.373	0.077	0.071	0.080	0.081	0.000	0.033	0.053
胴体前部	0.177	0.355	0.143	0.003	0.066	0.058	0.014	0.183	0.191
胴体後部	0.302	0.243	0.003	0.147	0.044	0.049	0.211	0.001	0.122
右上腕	0.341	0.274	0.071	0.095	0.133	0.020	0.030	0.036	0.251
右下腕	0.422	0.226	0.047	0.045	0.122	0.006	0.046	0.088	0.404
左上腕	0.335	0.271	0.074	0.091	0.016	0.141	0.038	0.034	0.236
左下腕	0.384	0.223	0.049	0.037	0.009	0.117	0.087	0.093	0.404
右大腿	0.328	0.101	0.051	0.012	0.070	0.017	0.218	0.204	0.251
右下腿	0.473	0.118	0.083	0.050	0.078	0.043	0.065	0.090	0.149
右足	0.525	0.175	0.055	0.033	0.062	0.037	0.031	0.081	0.085
左大腿	0.261	0.112	0.052	0.014	0.022	0.072	0.266	0.201	0.255
左下腿	0.465	0.120	0.080	0.048	0.045	0.078	0.068	0.097	0.136
左足	0.518	0.173	0.051	0.034	0.038	0.058	0.032	0.096	0.082



床面

床面

天井面

天井面

図 4-18 形態係数分布／裸体椅座位（成人男子）・イスと机使用

#### 4. 2. 5 成人男子・着衣立位

(1) 着衣立位のみのモデル、ビジネススーツ着用

表 4-9 人体モデルの諸数値 面積 [cm<sup>2</sup>]

<着衣立位>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	21081	17213	0.817	15576
頭部	1403	1317	0.939	1069
胴体前部	3551	3081	0.868	2764
胴体後部	3751	3124	0.833	2905
右上腕	969	807	0.832	674
右下腕	1144	885	0.773	755
左上腕	1136	891	0.785	733
左下腕	1199	909	0.758	861
右大腿	1582	1215	0.768	1160
右下腿	1671	1317	0.788	1203
右足	711	603	0.848	532
左大腿	1520	1109	0.730	1138
左下腿	1693	1316	0.777	1235
左足	750	640	0.852	547

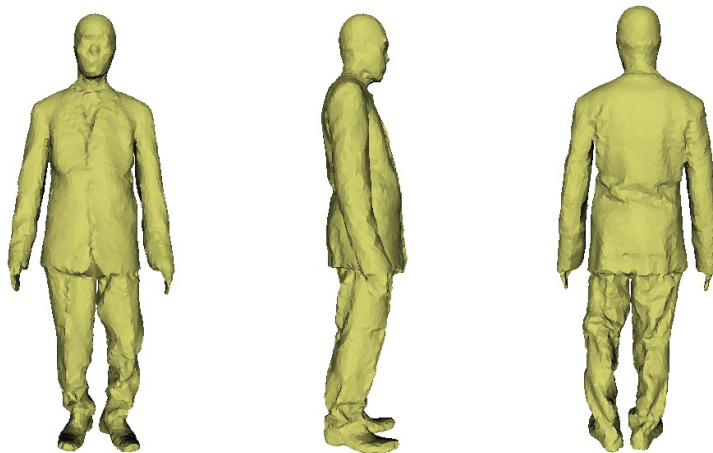


図 4-19 全身表示／着衣立位 (成人男子)

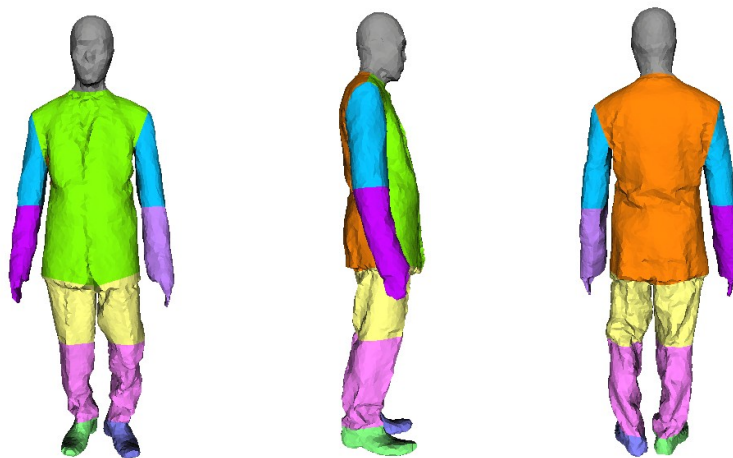


図 4-20 部位別表示／着衣立位 (成人男子)

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

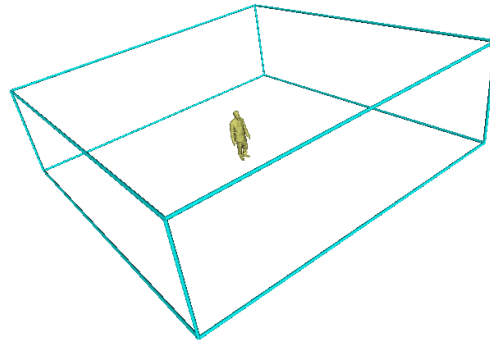


図 4-21 教室と人体モデル

表 4-10 全身と各部位における教室等の形態係数

<裸体立位>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.411	0.287	0.088	0.086	0.064	0.063	0.000	0.000	0.169
頭部	0.296	0.399	0.076	0.070	0.080	0.080	0.000	0.000	0.048
胴体前部	0.327	0.351	0.202	0.002	0.057	0.061	0.000	0.000	0.110
胴体後部	0.371	0.321	0.004	0.194	0.056	0.054	0.000	0.000	0.176
右上腕	0.386	0.285	0.094	0.086	0.134	0.015	0.000	0.000	0.245
右下腕	0.433	0.256	0.091	0.072	0.125	0.023	0.000	0.000	0.360
左上腕	0.377	0.293	0.085	0.093	0.015	0.137	0.000	0.000	0.264
左下腕	0.442	0.247	0.091	0.081	0.015	0.124	0.000	0.000	0.399
右大腿	0.486	0.210	0.084	0.092	0.090	0.038	0.000	0.000	0.224
右下腿	0.510	0.197	0.079	0.079	0.084	0.051	0.000	0.000	0.120
右足	0.561	0.240	0.052	0.040	0.073	0.034	0.000	0.000	0.119
左大腿	0.496	0.201	0.088	0.093	0.039	0.083	0.000	0.000	0.231
左下腿	0.512	0.197	0.081	0.082	0.048	0.081	0.000	0.000	0.123
左足	0.562	0.242	0.053	0.042	0.031	0.071	0.000	0.000	0.122

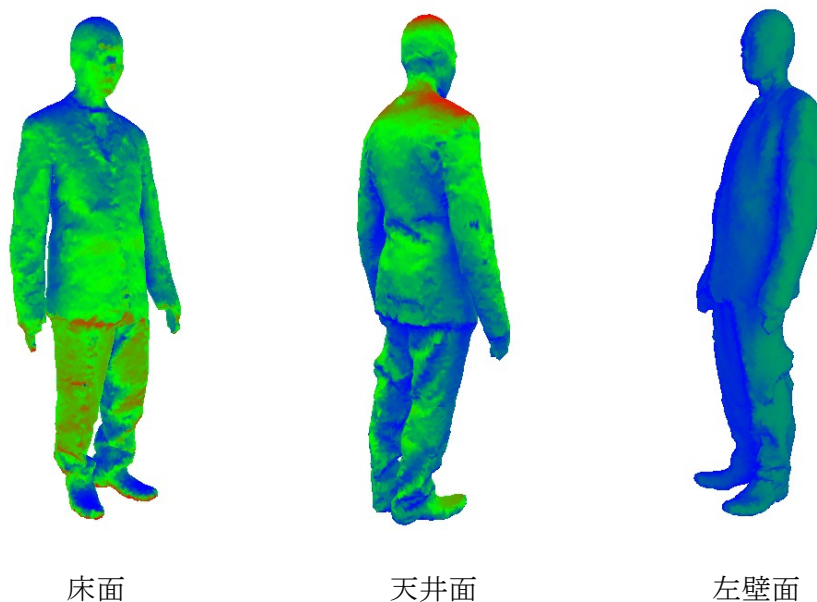


図 4-22 形態係数分布／着衣立位（成人男子）

#### 4. 2. 6 成人男子・着衣椅座位

(1) 着衣椅座位のモデル、ビジネススーツ着用

表 4-11 人体モデルの諸数値

面積 [cm<sup>2</sup>]

<着衣椅座位>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	21131	16752	0.793	15882
頭部	1437	1341	0.933	1046
胴体前部	3164	2427	0.767	2524
胴体後部	4266	3653	0.856	3090
右上腕	803	669	0.833	734
右下腕	1169	823	0.704	781
左上腕	876	686	0.782	685
左下腕	1172	804	0.686	813
右大腿	1615	1174	0.727	1344
右下腿	1566	1203	0.769	1128
右足	855	745	0.871	600
左大腿	1726	1225	0.709	1367
左下腿	1672	1291	0.772	1206
左足	810	711	0.878	564

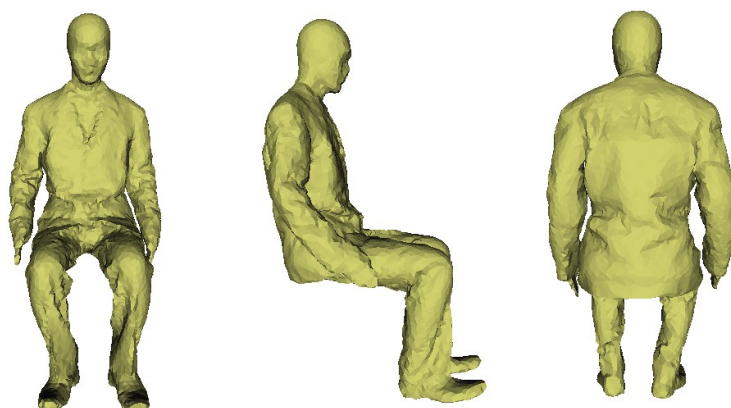


図 4-23 全身表示／着衣椅座位（成人男子）

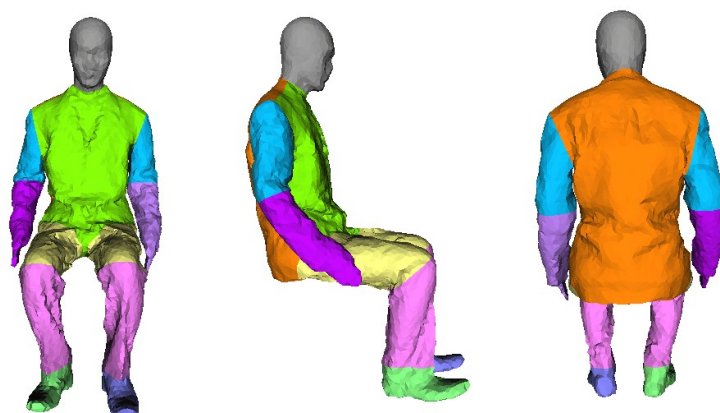


図 4-24 部位別表示／着衣椅座位（成人男子）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

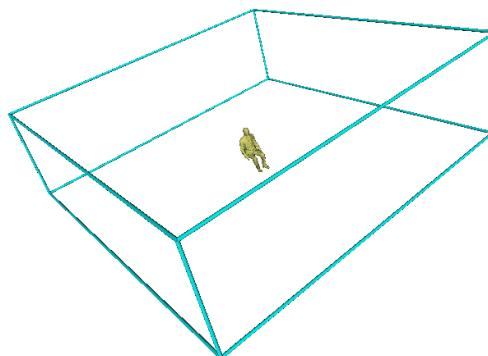


図 4-25 教室と人体モデル

表 4-12 全身と各部位における教室等の形態係数

<着衣椅座位>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.440	0.290	0.079	0.067	0.063	0.062	0.000	0.000	0.261
頭部	0.310	0.379	0.078	0.068	0.083	0.083	0.000	0.000	0.071
胴体前部	0.274	0.406	0.195	0.001	0.068	0.056	0.000	0.000	0.304
胴体後部	0.475	0.259	0.004	0.163	0.045	0.054	0.000	0.000	0.168
右上腕	0.370	0.304	0.075	0.098	0.147	0.006	0.000	0.000	0.200
右下腕	0.473	0.261	0.081	0.058	0.117	0.010	0.000	0.000	0.421
左上腕	0.384	0.291	0.081	0.093	0.006	0.145	0.000	0.000	0.278
左下腕	0.473	0.257	0.087	0.055	0.010	0.118	0.000	0.000	0.457
右大腿	0.460	0.358	0.063	0.016	0.085	0.018	0.000	0.000	0.375
右下腿	0.519	0.180	0.105	0.052	0.098	0.046	0.000	0.000	0.301
右足	0.613	0.184	0.053	0.044	0.074	0.031	0.000	0.000	0.148
左大腿	0.462	0.355	0.060	0.009	0.031	0.083	0.000	0.000	0.410
左下腿	0.510	0.189	0.103	0.046	0.051	0.101	0.000	0.000	0.295
左足	0.608	0.194	0.052	0.039	0.033	0.073	0.000	0.000	0.139

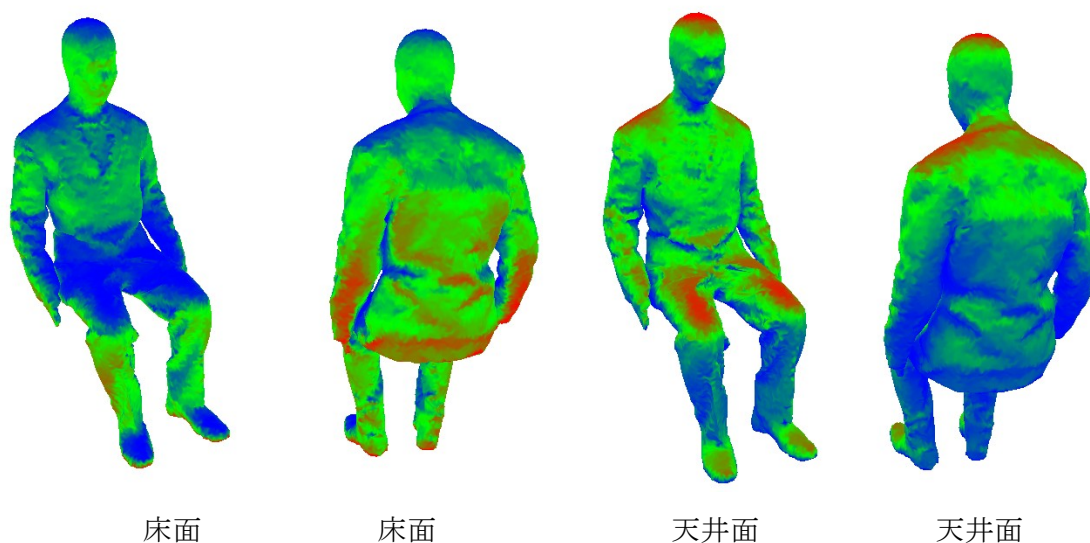


図 4-26 形態係数分布／着衣椅座位（成人男子）



4. 2. 7 成人男子・着衣椅座位 1

(1) 着衣椅座位でイスを使用しているモデル、ビジネススーツ着用

表 4-13 人体モデルの諸数値

面積 [cm<sup>2</sup>]

<着衣椅座位1>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	21131	16856	0.798	15882
頭部	1437	1341	0.933	1046
胴体前部	3164	2437	0.770	2524
胴体後部	4266	3678	0.862	3090
右上腕	803	669	0.833	734
右下腕	1169	823	0.704	781
左上腕	876	686	0.782	685
左下腕	1172	805	0.687	813
右大腿	1615	1180	0.731	1344
右下腿	1566	1225	0.782	1128
右足	855	750	0.877	600
左大腿	1726	1234	0.715	1367
左下腿	1672	1310	0.783	1206
左足	810	717	0.886	564

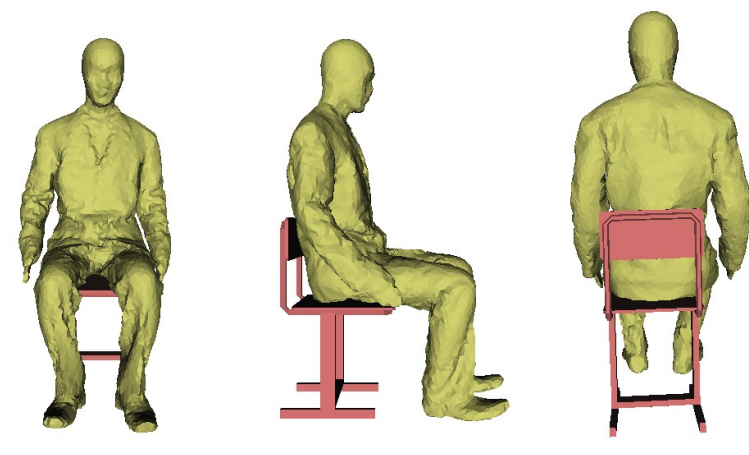


図 4-27 全身表示／着衣椅座位（成人男子）

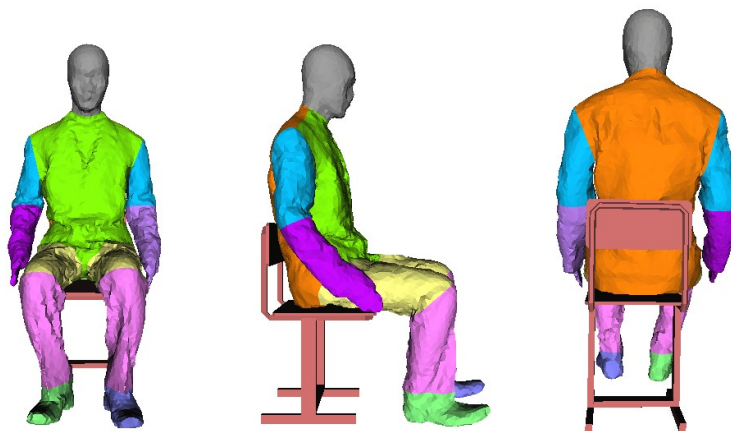


図 4-28 部位別表示／着衣椅座位（成人男子）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

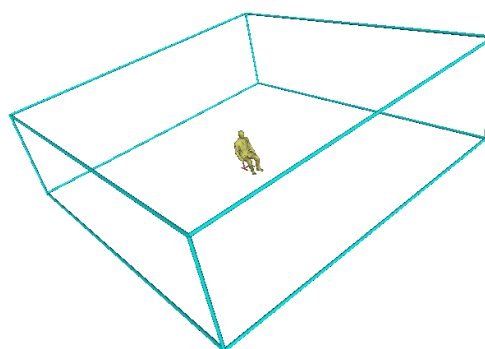


図 4-29 教室と人体モデル

表 4-14 全身と各部位における教室等の形態係数

<着衣椅座位1>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.365	0.282	0.078	0.058	0.062	0.060	0.095	0.000	0.254
頭部	0.310	0.379	0.078	0.068	0.083	0.083	0.000	0.000	0.071
胴体前部	0.222	0.404	0.194	0.001	0.068	0.056	0.055	0.000	0.298
胴体後部	0.291	0.234	0.004	0.134	0.042	0.050	0.246	0.000	0.160
右上腕	0.356	0.304	0.075	0.098	0.147	0.006	0.014	0.000	0.200
右下腕	0.444	0.260	0.081	0.053	0.117	0.007	0.037	0.000	0.421
左上腕	0.358	0.291	0.081	0.092	0.006	0.145	0.028	0.000	0.278
左下腕	0.421	0.255	0.087	0.044	0.009	0.118	0.066	0.000	0.456
右大腿	0.369	0.356	0.062	0.015	0.085	0.018	0.094	0.000	0.368
右下腿	0.497	0.175	0.103	0.042	0.097	0.043	0.043	0.000	0.278
右足	0.604	0.179	0.052	0.040	0.073	0.031	0.020	0.000	0.140
左大腿	0.301	0.352	0.060	0.009	0.031	0.082	0.165	0.000	0.398
左下腿	0.489	0.186	0.102	0.036	0.050	0.099	0.038	0.000	0.276
左足	0.599	0.189	0.051	0.035	0.033	0.073	0.020	0.000	0.129

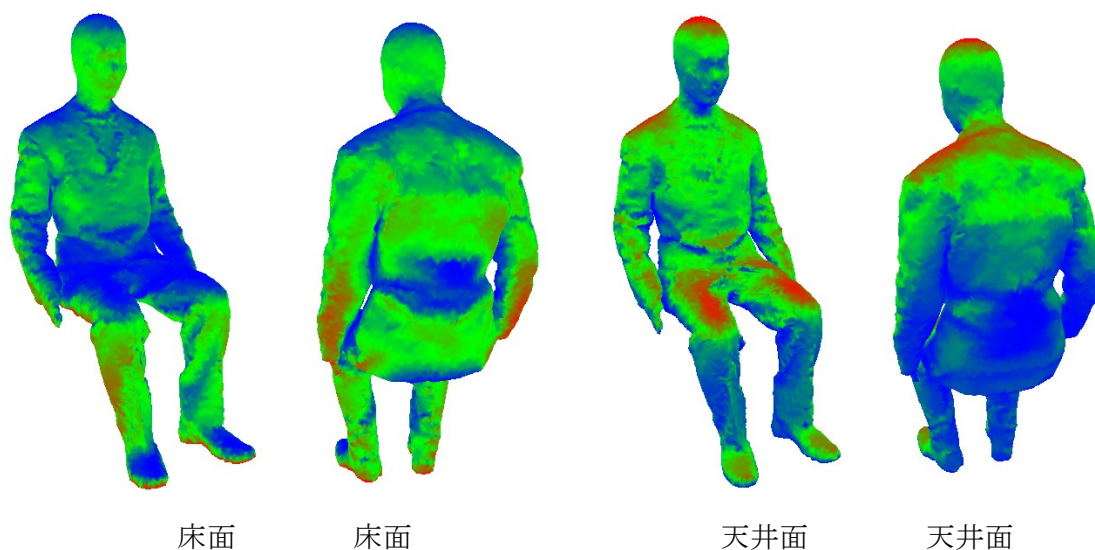


図 4-30 形態係数分布／着衣椅座位（成人男子）・イス使用



#### 4. 2. 8 成人男子・着衣椅座位2

(1) 着衣椅座位でイスと机を使用しているモデル、ビジネススーツ着用

表 4-15 人体モデルの諸数値

<着衣椅座位2>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	面積 [cm <sup>2</sup> ]
				三角形数
全身	21131	16892	0.799	15882
頭部	1437	1348	0.938	1046
胴体前部	3164	2448	0.774	2524
胴体後部	4266	3678	0.862	3090
右上腕	803	669	0.834	734
右下腕	1169	823	0.704	781
左上腕	876	686	0.783	685
左下腕	1172	805	0.687	813
右大腿	1615	1186	0.735	1344
右下腿	1566	1225	0.782	1128
右足	855	750	0.877	600
左大腿	1726	1245	0.721	1367
左下腿	1672	1310	0.784	1206
左足	810	717	0.886	564

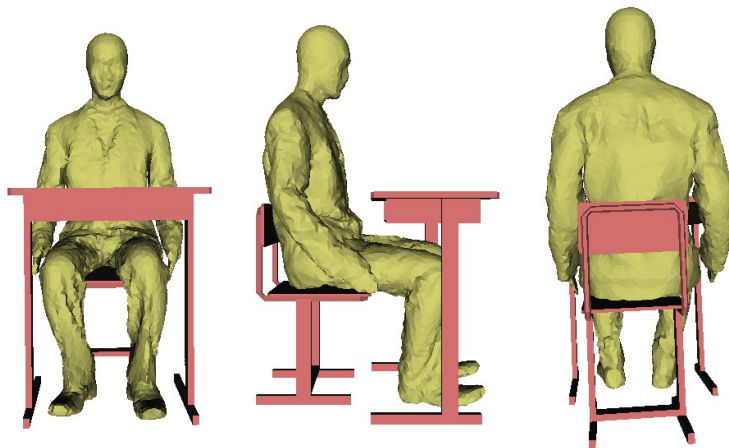


図 4-31 全身表示／着衣椅座位（成人男子）

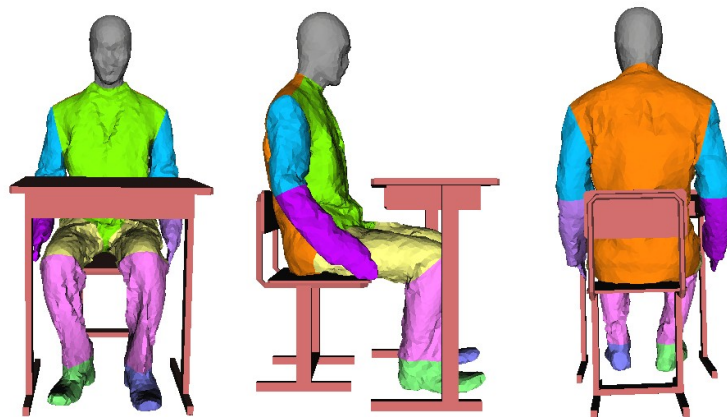


図 4-32 部位別表示／着衣椅座位（成人男子）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

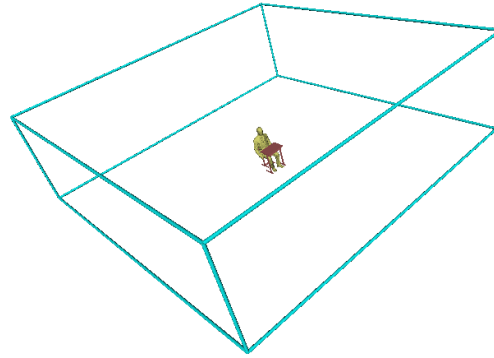


図 4-33 教室と人体モデル

表 4-16 全身と各部位における教室等の形態係数

<着衣椅座位2>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.335	0.226	0.066	0.058	0.057	0.056	0.095	0.107	0.251
頭部	0.279	0.377	0.077	0.067	0.082	0.083	0.000	0.035	0.066
胴体前部	0.144	0.351	0.148	0.001	0.063	0.052	0.055	0.185	0.293
胴体後部	0.291	0.234	0.003	0.134	0.042	0.050	0.246	0.001	0.160
右上腕	0.337	0.304	0.070	0.098	0.147	0.006	0.014	0.024	0.199
右下腕	0.439	0.222	0.052	0.053	0.117	0.002	0.037	0.077	0.421
左上腕	0.333	0.291	0.077	0.092	0.006	0.144	0.028	0.030	0.277
左下腕	0.414	0.210	0.056	0.044	0.002	0.118	0.066	0.089	0.456
右大腿	0.356	0.130	0.049	0.015	0.081	0.011	0.094	0.265	0.361
右下腿	0.440	0.128	0.099	0.042	0.074	0.043	0.043	0.130	0.278
右足	0.565	0.150	0.052	0.039	0.057	0.031	0.020	0.087	0.140
左大腿	0.282	0.096	0.046	0.009	0.020	0.075	0.164	0.309	0.386
左下腿	0.442	0.141	0.101	0.036	0.049	0.075	0.038	0.118	0.276
左足	0.565	0.157	0.051	0.034	0.032	0.057	0.020	0.084	0.129

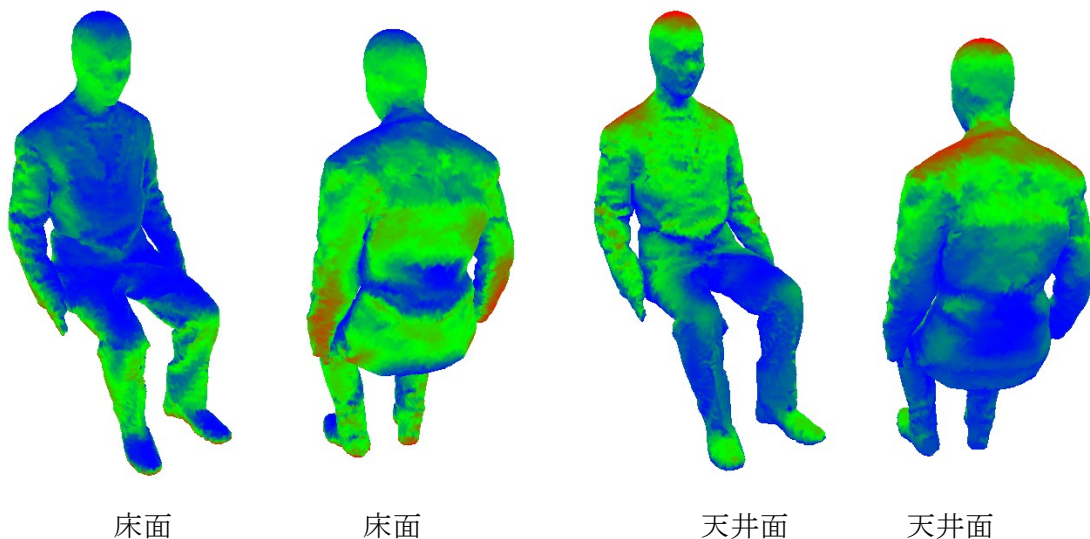


図 4-34 形態係数分布／着衣椅座位（成人男子）・イスと机使用

4. 2. 9 7歳児童・裸体立位

(1) 裸体立位モデル

表 4-17 人体モデルの諸数値 面積 [cm<sup>2</sup>]

<裸体立位>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	7591	6642	0.875	9369
頭部	994	931	0.936	1294
胴体前部	1328	1178	0.888	1631
胴体後部	1227	1095	0.893	1535
右上腕	291	230	0.790	359
右下腕	301	237	0.787	348
左上腕	274	220	0.802	361
左下腕	337	270	0.799	383
右大腿	627	522	0.833	746
右下腿	499	447	0.897	577
右足	282	259	0.921	322
左大腿	646	541	0.837	883
左下腿	501	448	0.895	596
左足	285	264	0.924	334

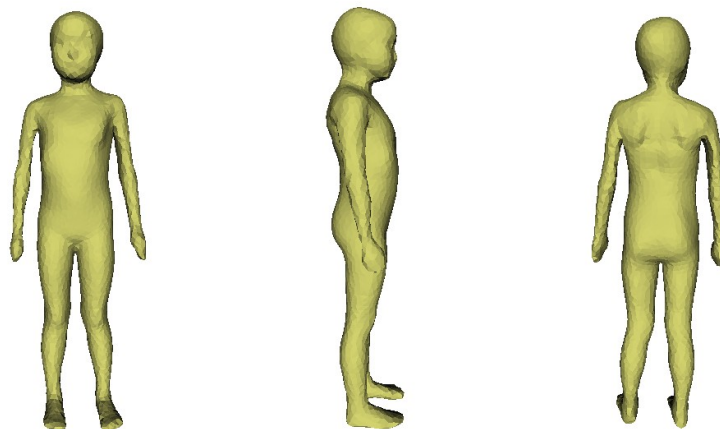


図 4-35 全身表示／裸体立位（7歳児童）

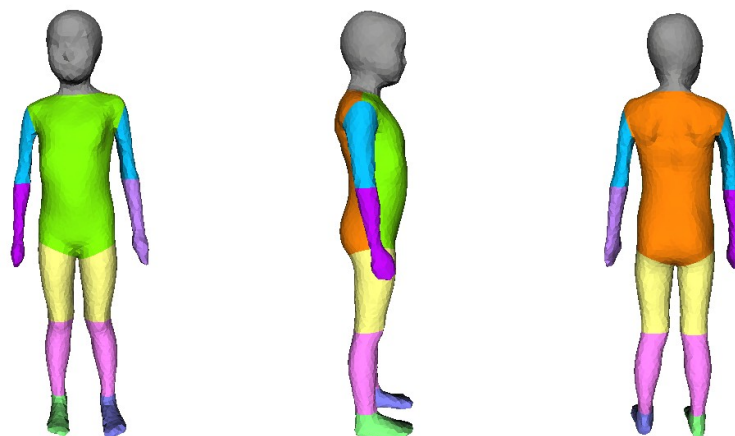


図 4-36 部位別表示／裸体立位（7歳児童）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

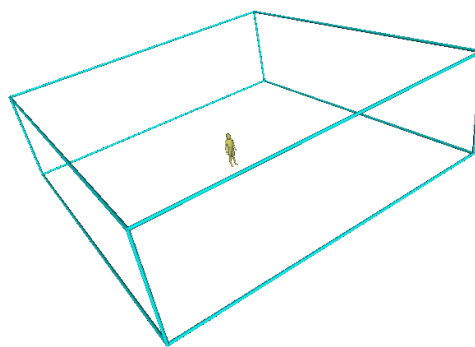


図 4-37 教室と人体モデル

表 4-18 全身と各部位における教室等の形態係数

<裸体立位>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.437	0.268	0.083	0.080	0.066	0.066	0.000	0.000	0.143
頭部	0.329	0.373	0.073	0.068	0.079	0.079	0.000	0.000	0.068
胴体前部	0.377	0.307	0.177	0.006	0.067	0.066	0.000	0.000	0.127
胴体後部	0.414	0.284	0.004	0.188	0.054	0.056	0.000	0.000	0.120
右上腕	0.387	0.296	0.082	0.082	0.142	0.011	0.000	0.000	0.266
右下腕	0.458	0.242	0.088	0.081	0.109	0.022	0.000	0.000	0.270
左上腕	0.392	0.288	0.080	0.086	0.014	0.141	0.000	0.000	0.248
左下腕	0.457	0.244	0.086	0.079	0.025	0.108	0.000	0.000	0.252
右大腿	0.511	0.194	0.087	0.083	0.092	0.034	0.000	0.000	0.201
右下腿	0.503	0.205	0.078	0.078	0.086	0.050	0.000	0.000	0.115
右足	0.560	0.232	0.051	0.041	0.074	0.042	0.000	0.000	0.086
左大腿	0.522	0.185	0.084	0.084	0.035	0.091	0.000	0.000	0.195
左下腿	0.503	0.205	0.078	0.078	0.050	0.087	0.000	0.000	0.117
左足	0.556	0.234	0.052	0.041	0.043	0.073	0.000	0.000	0.083

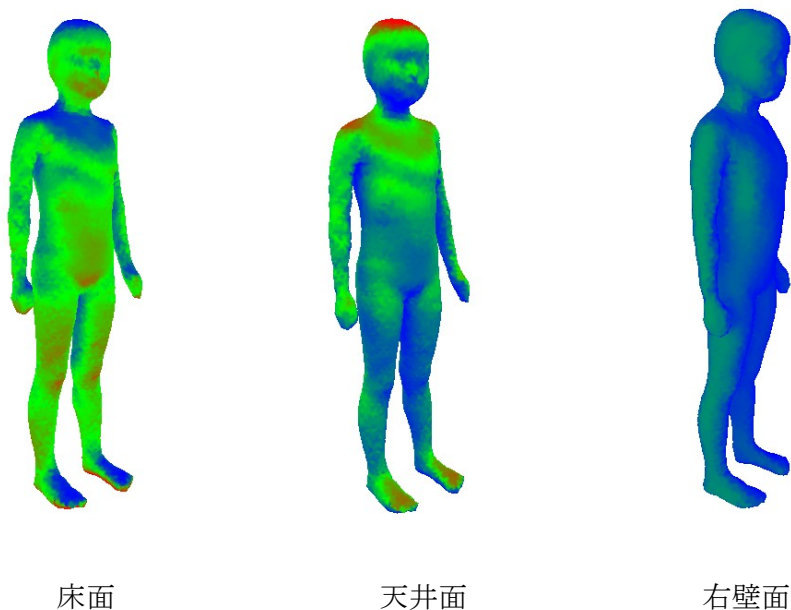


図 4-38 形態係数分布／裸体立位（7歳児童）

4. 2. 10 7歳児童・裸体椅座位

(1) 裸体椅座位のみのモデル

表 4-19 人体モデルの諸数値

面積 [cm<sup>2</sup>]

<裸体椅座位>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	7351	6297	0.857	9703
頭部	982	926	0.943	1219
胴体前部	1112	893	0.803	1607
胴体後部	1313	1219	0.928	1633
右上腕	235	200	0.849	340
右下腕	328	233	0.710	422
左上腕	237	202	0.851	320
左下腕	328	238	0.726	523
右大腿	668	528	0.791	853
右下腿	536	472	0.881	652
右足	230	216	0.939	293
左大腿	608	478	0.787	788
左下腿	544	476	0.876	666
左足	230	216	0.941	387

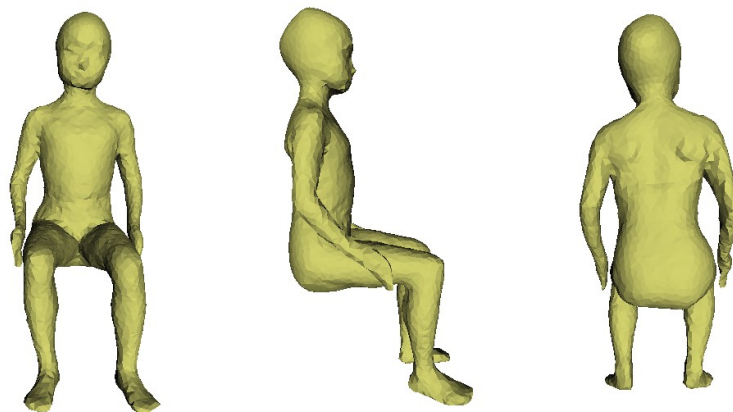


図 4-39 全身表示／裸体椅座位（7歳児童）

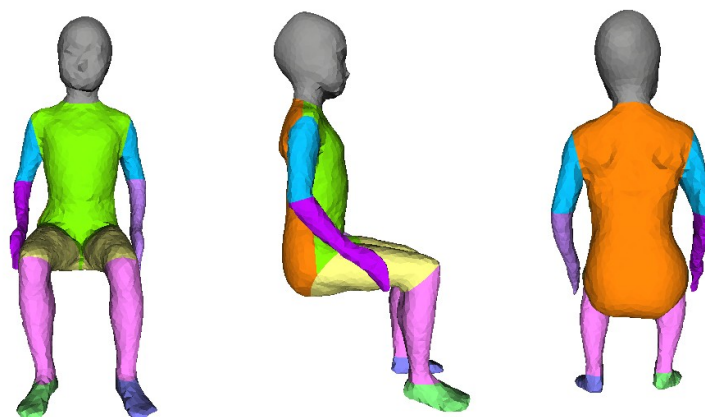


図 4-40 部位別表示／裸体椅座位（7歳児童）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

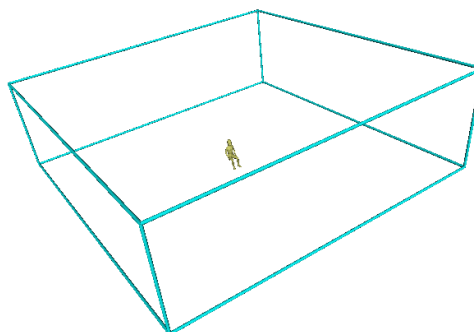


図 4-41 教室と人体モデル

表 4-20 全身と各部位における教室等の形態係数

<裸体椅座位>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.454	0.274	0.076	0.067	0.064	0.064	0.000	0.000	0.167
頭部	0.365	0.337	0.073	0.068	0.079	0.078	0.000	0.000	0.060
胴体前部	0.300	0.374	0.188	0.006	0.063	0.069	0.000	0.000	0.245
胴体後部	0.478	0.239	0.003	0.173	0.058	0.049	0.000	0.000	0.077
右上腕	0.399	0.282	0.084	0.089	0.132	0.013	0.000	0.000	0.178
右下腕	0.462	0.264	0.079	0.056	0.114	0.025	0.000	0.000	0.409
左上腕	0.391	0.290	0.075	0.092	0.018	0.134	0.000	0.000	0.175
左下腕	0.480	0.248	0.082	0.058	0.020	0.113	0.000	0.000	0.378
右大腿	0.539	0.280	0.058	0.014	0.078	0.030	0.000	0.000	0.265
右下腿	0.525	0.185	0.097	0.052	0.084	0.056	0.000	0.000	0.135
右足	0.582	0.211	0.052	0.039	0.072	0.045	0.000	0.000	0.065
左大腿	0.543	0.278	0.056	0.016	0.023	0.084	0.000	0.000	0.271
左下腿	0.521	0.190	0.096	0.054	0.052	0.087	0.000	0.000	0.142
左足	0.575	0.225	0.054	0.038	0.040	0.068	0.000	0.000	0.063

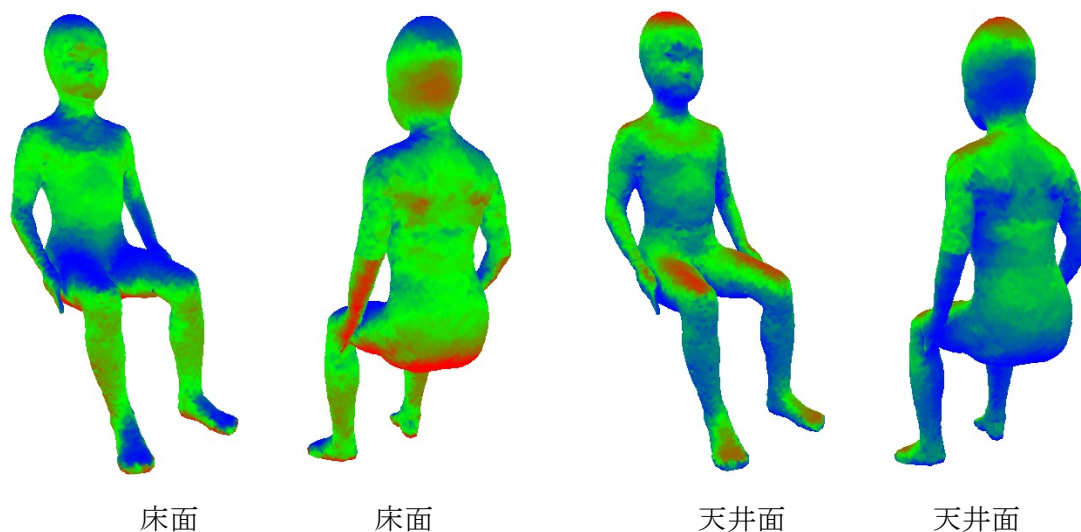


図 4-42 形態係数分布／裸体椅座位（7歳児童）



4. 2. 1 1 7歳児童・裸体椅座位1

(1) 裸体椅座位でイスを使用しているモデル

表 4-21 人体モデルの諸数値

面積 [cm<sup>2</sup>]

<裸体椅座位1>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	7351	6337	0.862	9703
頭部	982	926	0.943	1219
胴体前部	1112	894	0.804	1607
胴体後部	1313	1220	0.930	1633
右上腕	235	200	0.849	340
右下腕	328	233	0.710	422
左上腕	237	202	0.851	320
左下腕	328	239	0.727	523
右大腿	668	537	0.804	853
右下腿	536	479	0.895	652
右足	230	218	0.946	293
左大腿	608	486	0.800	788
左下腿	544	485	0.892	666
左足	230	218	0.948	387

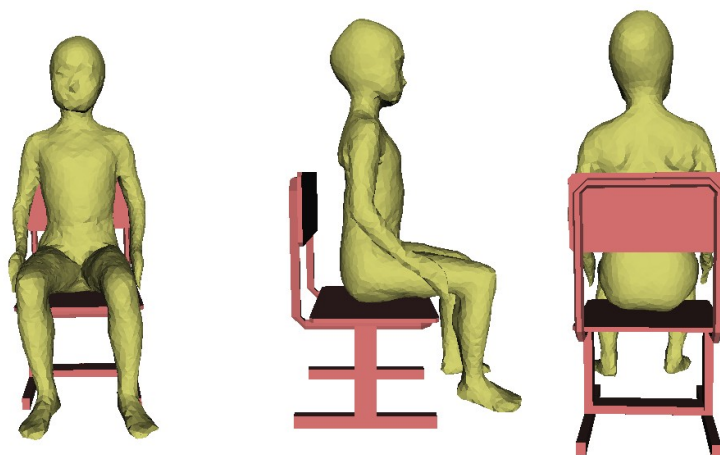


図 4-43 全身表示／裸体椅座位（7歳児童）

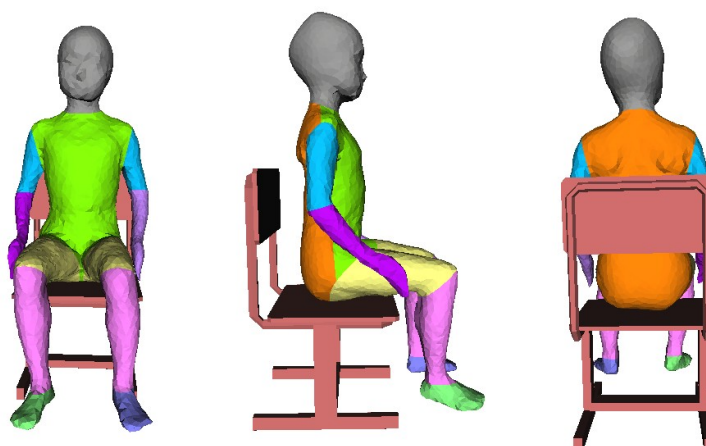


図 4-44 部位別表示／裸体椅座位（7歳児童）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

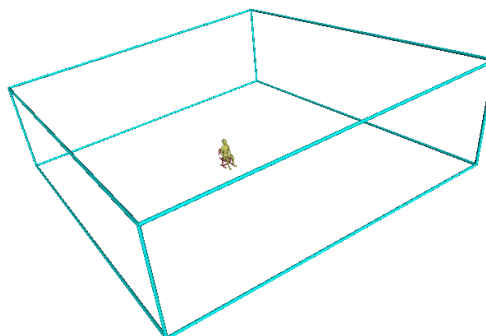


図 4-45 教室と人体モデル

表 4-22 全身と各部位における教室等の形態係数

<裸体椅座位1>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.338	0.260	0.076	0.049	0.061	0.062	0.154	0.000	0.160
頭部	0.356	0.337	0.073	0.068	0.079	0.078	0.009	0.000	0.060
胴体前部	0.287	0.372	0.188	0.005	0.063	0.069	0.016	0.000	0.244
胴体後部	0.248	0.192	0.003	0.114	0.053	0.045	0.345	0.000	0.076
右上腕	0.321	0.281	0.084	0.064	0.132	0.007	0.111	0.000	0.178
右下腕	0.388	0.258	0.079	0.035	0.114	0.021	0.105	0.000	0.408
左上腕	0.314	0.287	0.075	0.067	0.010	0.134	0.112	0.000	0.175
左下腕	0.389	0.240	0.082	0.036	0.013	0.112	0.128	0.000	0.375
右大腿	0.241	0.275	0.057	0.012	0.077	0.030	0.309	0.000	0.244
右下腿	0.477	0.174	0.096	0.032	0.083	0.051	0.088	0.000	0.118
右足	0.563	0.197	0.052	0.031	0.071	0.045	0.041	0.000	0.057
左大腿	0.228	0.272	0.055	0.014	0.023	0.082	0.325	0.000	0.249
左下腿	0.468	0.177	0.094	0.036	0.044	0.086	0.095	0.000	0.121
左足	0.557	0.211	0.053	0.032	0.039	0.067	0.041	0.000	0.054

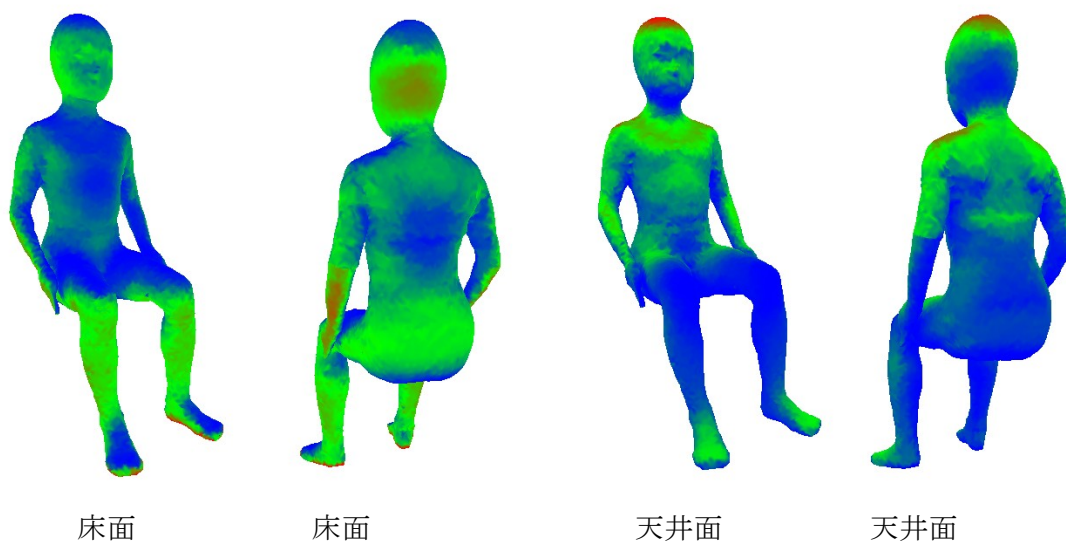


図 4-46 形態係数分布／裸体椅座位（7歳児童）・イス使用



4. 2. 1 2 7歳児童・裸体椅座位2

(1) 裸体椅座位でイスと机を使用しているモデル

表 4-23 人体モデルの諸数値

<裸体椅座位2>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	7351	6343	0.863	9703
頭部	982	928	0.945	1219
胴体前部	1112	895	0.805	1607
胴体後部	1313	1220	0.930	1633
右上腕	235	200	0.849	340
右下腕	328	233	0.710	422
左上腕	237	202	0.851	320
左下腕	328	239	0.727	523
右大腿	668	538	0.806	853
右下腿	536	480	0.895	652
右足	230	218	0.946	293
左大腿	608	487	0.802	788
左下腿	544	485	0.892	666
左足	230	218	0.948	387

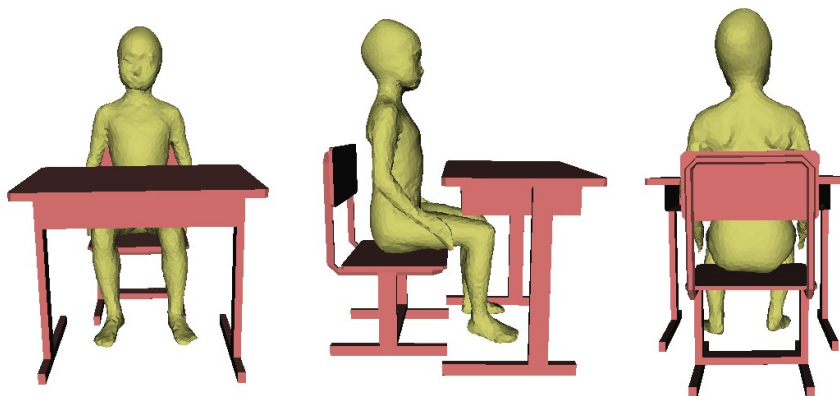


図 4-47 全身表示／裸体椅座位（7歳児童）

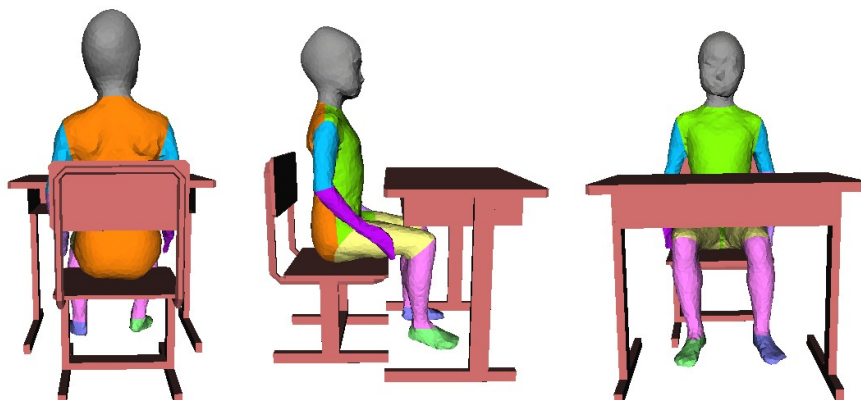


図 4-48 部位別表示／裸体椅座位（7歳児童）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

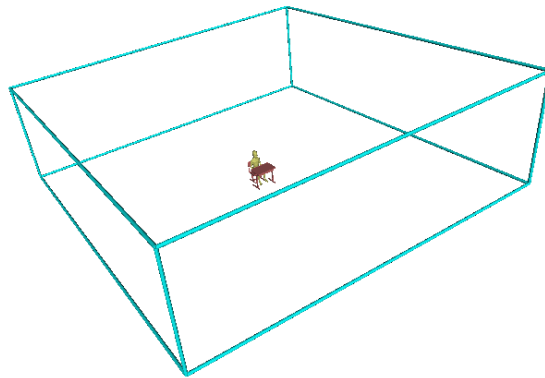


図 4-49 教室と人体モデル

表 4-24 全身と各部位における教室等の形態係数

<裸体椅座位2>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.297	0.197	0.056	0.049	0.057	0.057	0.153	0.133	0.159
頭部	0.305	0.336	0.073	0.068	0.078	0.078	0.009	0.053	0.058
胴体前部	0.164	0.328	0.127	0.005	0.057	0.062	0.016	0.242	0.242
胴体後部	0.248	0.192	0.002	0.114	0.053	0.045	0.345	0.002	0.076
右上腕	0.257	0.281	0.080	0.064	0.132	0.007	0.111	0.069	0.178
右下腕	0.370	0.183	0.025	0.035	0.114	0.008	0.105	0.160	0.408
左上腕	0.257	0.287	0.072	0.067	0.010	0.134	0.112	0.060	0.175
左下腕	0.371	0.184	0.029	0.036	0.005	0.112	0.128	0.136	0.375
右大腿	0.227	0.071	0.024	0.012	0.072	0.012	0.308	0.274	0.240
右下腿	0.437	0.076	0.088	0.032	0.076	0.039	0.088	0.164	0.117
右足	0.532	0.131	0.051	0.031	0.061	0.038	0.041	0.114	0.057
左大腿	0.217	0.079	0.023	0.014	0.009	0.076	0.325	0.258	0.247
左下腿	0.431	0.081	0.084	0.036	0.034	0.080	0.095	0.159	0.121
左足	0.526	0.141	0.051	0.032	0.034	0.060	0.041	0.114	0.054

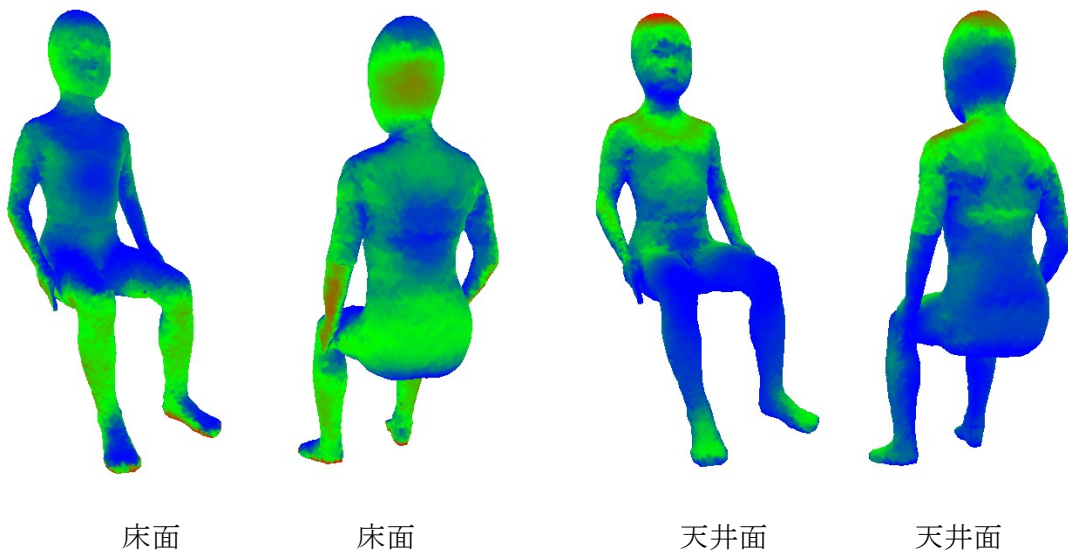


図 4-50 形態係数分布／裸体椅座位（7歳児童）・イスと机使用

#### 4. 2. 1 3 7歳児童・着衣立位

(1) 着衣立位のみのモデル、ズボンとブラウス着用

表 4-25 人体モデルの諸数値

<着衣立位>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	9213	7719	0.838	9701
頭部	980	928	0.946	897
胴体前部	1613	1257	0.779	1652
胴体後部	1419	1254	0.883	1488
右上腕	426	320	0.753	525
右下腕	461	341	0.740	446
左上腕	366	276	0.753	405
左下腕	457	332	0.727	442
右大腿	737	612	0.830	898
右下腿	595	517	0.870	609
右足	427	387	0.908	411
左大腿	732	609	0.832	918
左下腿	588	511	0.869	600
左足	411	375	0.911	410

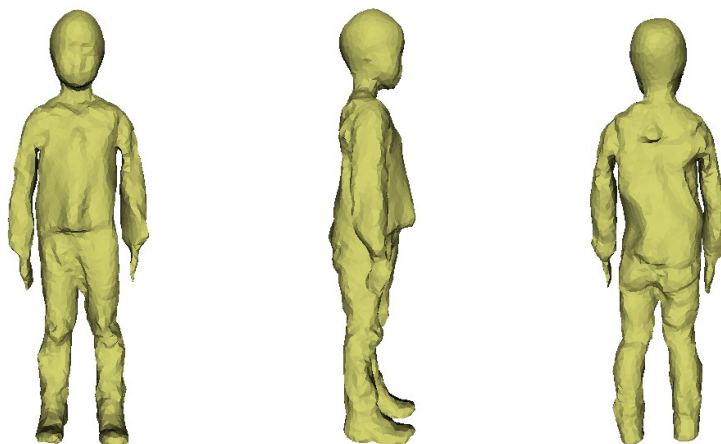


図 4-51 全身表示／着衣立位（7歳児童）

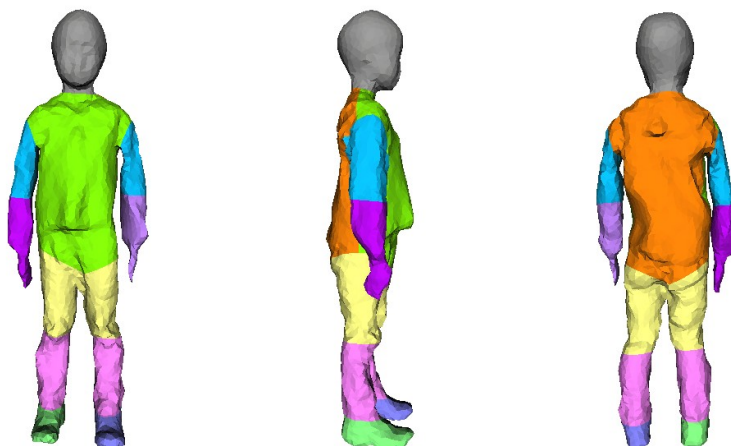


図 4-52 部位別表示／着衣立位（7歳児童）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

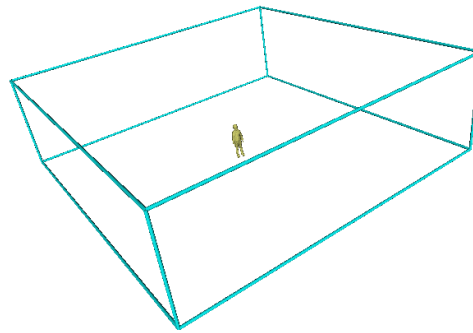


図 4-53 教室と人体モデル

表 4-26 全身と各部位における教室等の形態係数

<着衣立位>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.439	0.267	0.083	0.081	0.065	0.065	0.000	0.000	0.194
頭部	0.345	0.356	0.072	0.069	0.079	0.079	0.000	0.000	0.057
胴体前部	0.376	0.313	0.190	0.009	0.062	0.050	0.000	0.000	0.283
胴体後部	0.373	0.314	0.002	0.186	0.055	0.070	0.000	0.000	0.132
右上腕	0.372	0.303	0.083	0.084	0.147	0.010	0.000	0.000	0.328
右下腕	0.499	0.206	0.090	0.078	0.111	0.016	0.000	0.000	0.351
左上腕	0.348	0.328	0.102	0.073	0.008	0.141	0.000	0.000	0.328
左下腕	0.484	0.217	0.086	0.074	0.021	0.119	0.000	0.000	0.376
右大腿	0.534	0.176	0.081	0.085	0.094	0.031	0.000	0.000	0.204
右下腿	0.476	0.223	0.083	0.082	0.085	0.050	0.000	0.000	0.150
右足	0.596	0.206	0.048	0.046	0.070	0.035	0.000	0.000	0.102
左大腿	0.514	0.193	0.075	0.083	0.030	0.104	0.000	0.000	0.202
左下腿	0.468	0.232	0.085	0.081	0.048	0.087	0.000	0.000	0.150
左足	0.613	0.194	0.047	0.042	0.034	0.070	0.000	0.000	0.098

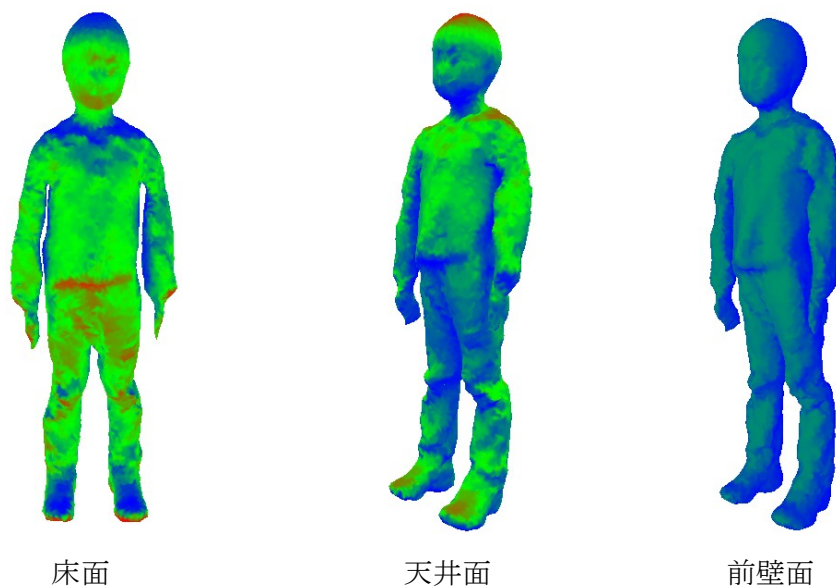


図 4-54 形態係数分布／着衣立位（7歳児童）

4. 2. 1 4 7歳児童・着衣椅座位

(1) 着衣椅座位のモデル、ズボンとブラウス着用

表 4-27 人体モデルの諸数値

<着衣椅座位>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	8422	7007	0.832	9620
頭部	1003	955	0.952	1076
胴体前部	1056	804	0.761	1326
胴体後部	1266	1125	0.889	1540
右上腕	254	195	0.766	326
右下腕	356	245	0.688	373
左上腕	297	227	0.763	460
左下腕	342	237	0.692	357
右大腿	784	619	0.789	840
右下腿	625	529	0.845	705
右足	476	435	0.914	516
左大腿	863	678	0.786	898
左下腿	663	558	0.841	739
左足	435	401	0.920	464

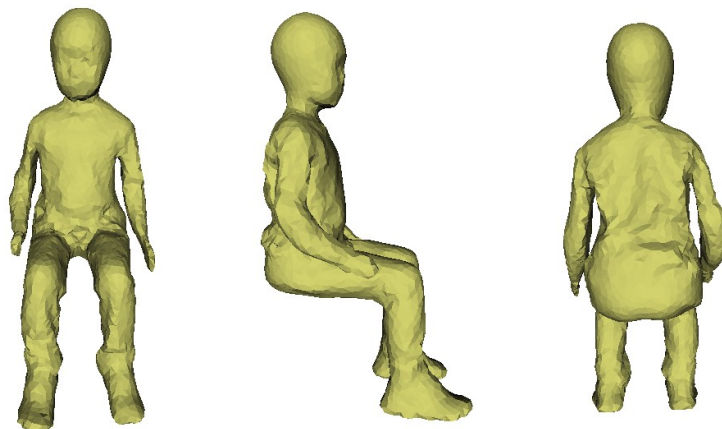


図 4-55 全身表示／着衣椅座位（7歳児童）

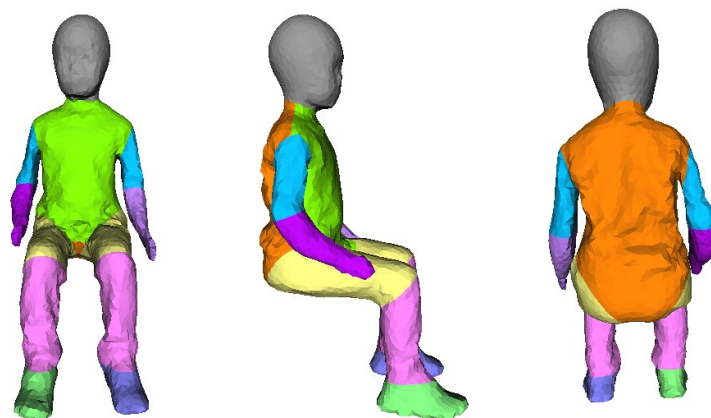


図 4-56 部位別表示／着衣椅座位（7歳児童）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

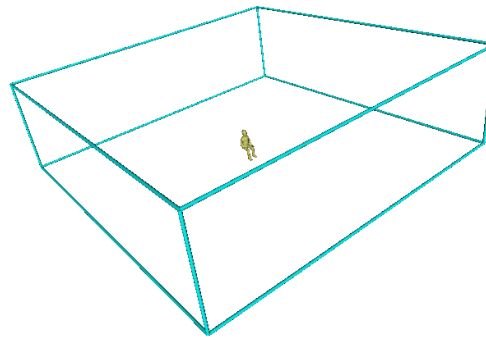


図 4-57 教室と人体モデル

表 4-28 全身と各部位における教室等の形態係数

<着衣椅座位>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.458	0.271	0.076	0.066	0.064	0.064	0.000	0.000	0.202
頭部	0.367	0.336	0.073	0.068	0.078	0.078	0.000	0.000	0.050
胴体前部	0.290	0.372	0.206	0.005	0.069	0.058	0.000	0.000	0.315
胴体後部	0.417	0.287	0.003	0.181	0.055	0.057	0.000	0.000	0.125
右上腕	0.364	0.313	0.075	0.090	0.152	0.006	0.000	0.000	0.305
右下腕	0.442	0.284	0.086	0.046	0.118	0.025	0.000	0.000	0.454
左上腕	0.402	0.276	0.081	0.083	0.006	0.151	0.000	0.000	0.311
左下腕	0.453	0.270	0.088	0.048	0.019	0.122	0.000	0.000	0.445
右大腿	0.570	0.241	0.048	0.026	0.098	0.017	0.000	0.000	0.267
右下腿	0.493	0.207	0.104	0.058	0.088	0.049	0.000	0.000	0.183
右足	0.599	0.198	0.052	0.040	0.071	0.040	0.000	0.000	0.094
左大腿	0.574	0.242	0.048	0.027	0.019	0.090	0.000	0.000	0.273
左下腿	0.489	0.208	0.102	0.058	0.051	0.093	0.000	0.000	0.188
左足	0.612	0.191	0.052	0.039	0.036	0.070	0.000	0.000	0.086

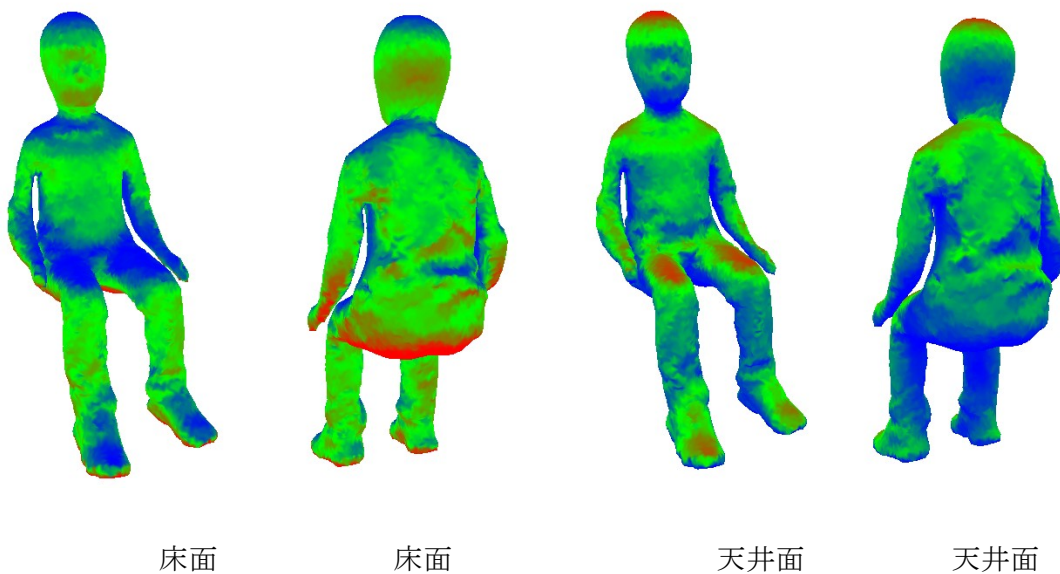


図 4-58 形態係数分布／着衣椅座位（7歳児童）



4. 2. 15 7歳児童・着衣椅座位1

(1) 着衣椅座位でイスを使用しているモデル、ズボンとブラウス着用

表 4-29 人体モデルの諸数値

<着衣椅座位1>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	8422	7106	0.844	9620
頭部	1003	955	0.952	1076
胴体前部	1056	804	0.761	1326
胴体後部	1266	1129	0.892	1540
右上腕	254	195	0.766	326
右下腕	356	246	0.691	373
左上腕	297	227	0.763	460
左下腕	342	238	0.696	357
右大腿	784	639	0.815	840
右下腿	625	547	0.875	705
右足	476	440	0.926	516
左大腿	863	701	0.813	898
左下腿	663	579	0.872	739
左足	435	405	0.931	464

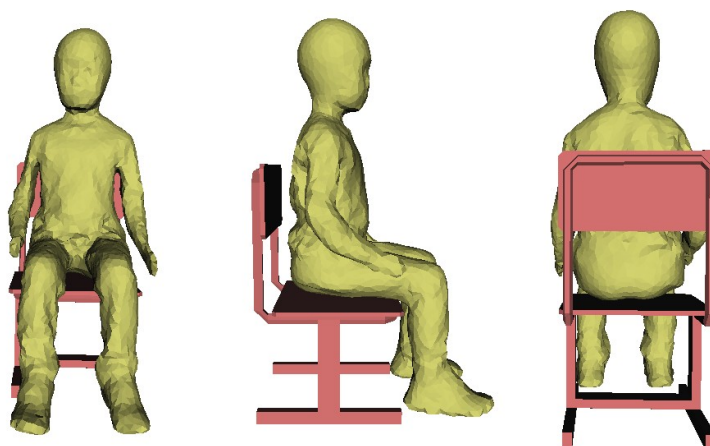


図 4-59 全身表示／着衣椅座位（7歳児童）

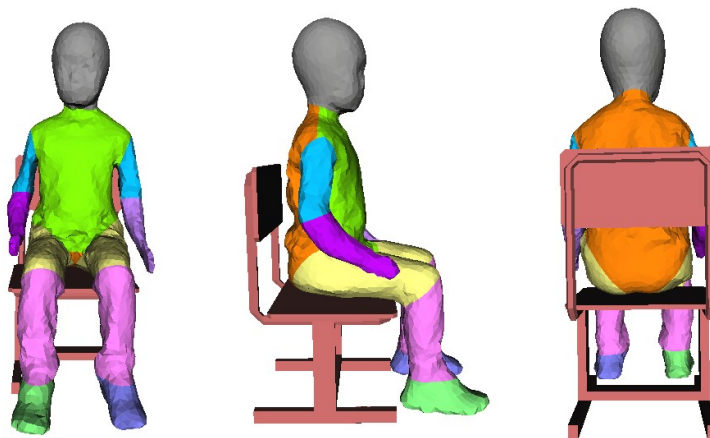


図 4-60 部位別表示／着衣椅座位（7歳児童）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

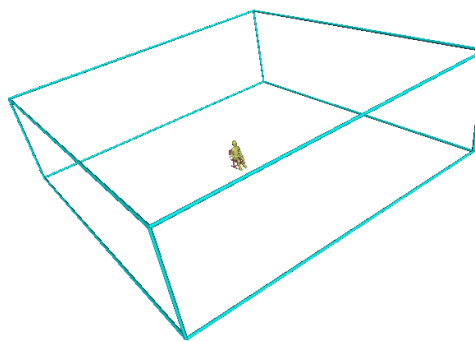


図4-61 教室と人体モデル

表4-30 全身と各部位における教室等の形態係数

<着衣椅座位1>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.339	0.252	0.075	0.046	0.061	0.061	0.166	0.000	0.185
頭部	0.358	0.336	0.073	0.068	0.078	0.078	0.009	0.000	0.050
胴体前部	0.286	0.371	0.206	0.004	0.069	0.058	0.006	0.000	0.314
胴体後部	0.229	0.220	0.003	0.111	0.046	0.049	0.341	0.000	0.121
右上腕	0.301	0.301	0.075	0.046	0.152	0.002	0.124	0.000	0.305
右下腕	0.370	0.278	0.086	0.029	0.118	0.023	0.097	0.000	0.448
左上腕	0.362	0.271	0.081	0.057	0.005	0.151	0.073	0.000	0.310
左下腕	0.391	0.265	0.087	0.036	0.019	0.122	0.079	0.000	0.438
右大腿	0.195	0.231	0.047	0.022	0.095	0.016	0.393	0.000	0.227
右下腿	0.435	0.187	0.100	0.034	0.085	0.041	0.118	0.000	0.143
右足	0.576	0.183	0.052	0.031	0.070	0.038	0.051	0.000	0.080
左大腿	0.212	0.231	0.046	0.024	0.018	0.087	0.382	0.000	0.230
左下腿	0.431	0.187	0.098	0.036	0.042	0.089	0.117	0.000	0.146
左足	0.585	0.175	0.052	0.031	0.033	0.069	0.056	0.000	0.074

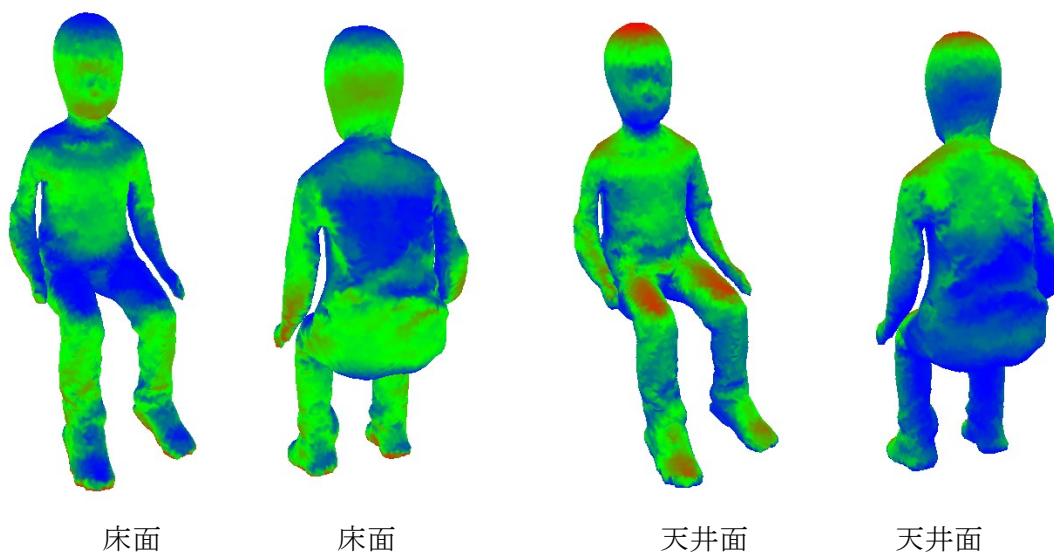


図4-62 形態係数分布／着衣椅座位（7歳児童）・イス使用



4. 2. 16 7歳児童・着衣椅座位2

(1) 着衣椅座位でイスと机を使用しているモデル、ズボンとブラウス着用

表 4-31 人体モデルの諸数値

<着衣椅座位2>	表面積	有効放射面積	有効放射面積率	三角形数
全身	8422	7109	0.844	9620
頭部	1003	957	0.954	1076
胴体前部	1056	804	0.761	1326
胴体後部	1266	1129	0.892	1540
右上腕	254	195	0.766	326
右下腕	356	246	0.691	373
左上腕	297	227	0.763	460
左下腕	342	238	0.696	357
右大腿	784	640	0.816	840
右下腿	625	547	0.875	705
右足	476	440	0.926	516
左大腿	863	702	0.814	898
左下腿	663	579	0.873	739
左足	435	405	0.931	464

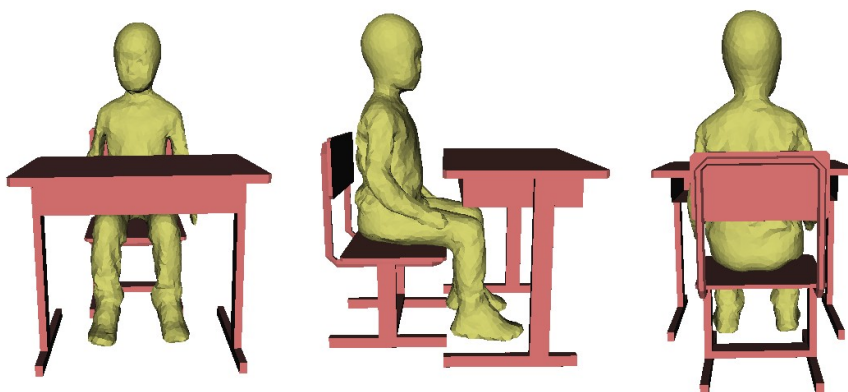


図 4-59 全身表示／着衣椅座位（7歳児童）

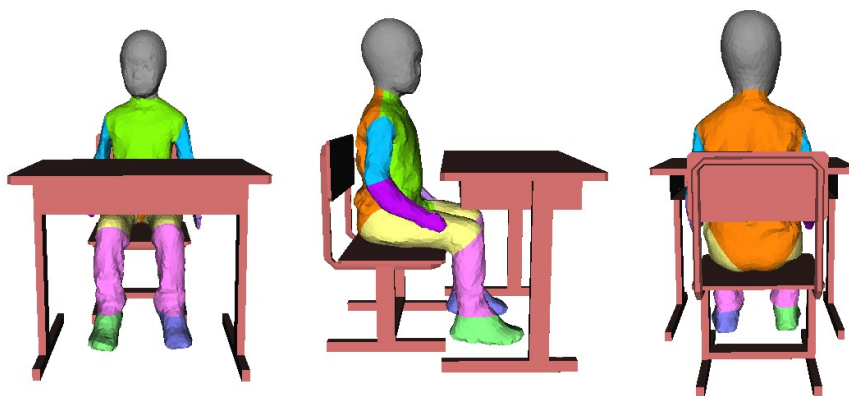


図 4-60 部位別表示／着衣椅座位（7歳児童）

(2) 教室における形態係数

教室サイズ：WDH 10×10×3m

人体位置：教室中央

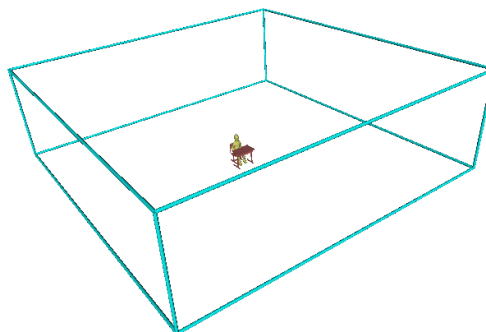
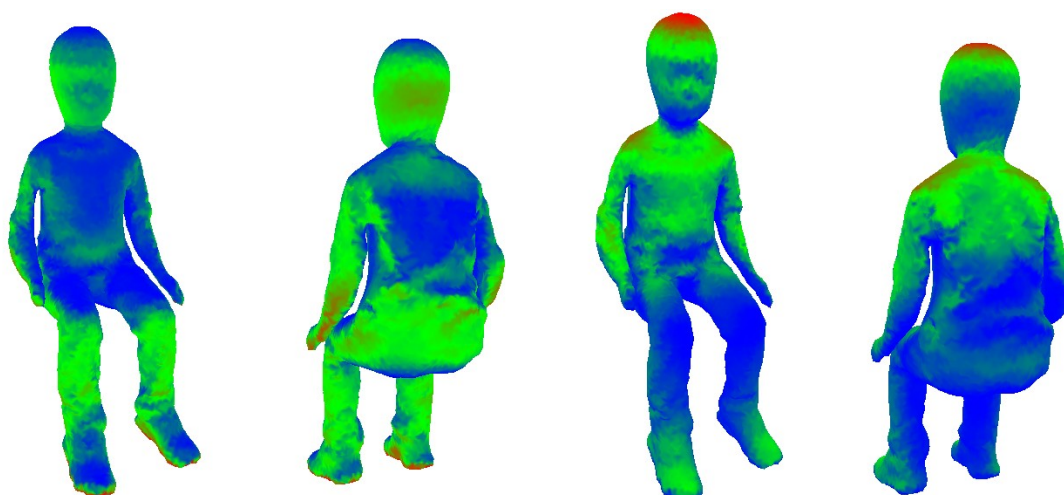


図 4-61 教室と人体モデル

表 4-32 全身と各部位における教室等の形態係数

<着衣椅座位2>	床	天井	前壁	後壁	右壁	左壁	イス	机	(自身)
全身	0.302	0.193	0.055	0.046	0.057	0.057	0.166	0.125	0.185
頭部	0.302	0.335	0.073	0.068	0.077	0.078	0.009	0.057	0.049
胴体前部	0.155	0.328	0.133	0.004	0.061	0.051	0.006	0.263	0.314
胴体後部	0.229	0.220	0.002	0.111	0.046	0.049	0.341	0.002	0.121
右上腕	0.255	0.301	0.064	0.046	0.152	0.001	0.124	0.057	0.305
右下腕	0.357	0.209	0.025	0.029	0.118	0.008	0.097	0.158	0.448
左上腕	0.302	0.271	0.065	0.057	0.004	0.151	0.073	0.077	0.310
左下腕	0.379	0.185	0.026	0.036	0.005	0.121	0.079	0.169	0.438
右大腿	0.189	0.086	0.022	0.022	0.093	0.007	0.393	0.188	0.226
右下腿	0.401	0.089	0.092	0.034	0.080	0.032	0.118	0.154	0.143
右足	0.548	0.127	0.049	0.031	0.059	0.032	0.051	0.102	0.080
左大腿	0.204	0.086	0.019	0.024	0.009	0.084	0.381	0.193	0.229
左下腿	0.395	0.089	0.090	0.036	0.033	0.083	0.117	0.157	0.146
左足	0.562	0.123	0.049	0.031	0.029	0.059	0.056	0.091	0.074



床面

床面

天井面

天井面

図 4-62 形態係数分布／着衣椅座位（7歳児童）・イスと机使用

(白紙)

## 5. 人体と面の形態係数

## 5. 人体と面の形態係数

### (概 要)

ここでは、人体の形態係数の基礎的資料として人体から見た平面の形態係数について示す。これまでの資料では、成人を対象として人体のみと平面の形態係数が多い場合示されている。ここでは、対象を成人と児童として、人体のみ、イスを使用した場合、イスと机を使用した場合について形態係数を示した。イスと机は種類がたくさんあるが、ここでは教室を想定し、生徒用のものを使用している。イスと机は4. 1で示したモデルを使用している。

ここで示した人体と家具の組み合わせは次のとおりあり、この章は以下のセクションから構成される。

- 5. 1 成人男子・裸体立位
- 5. 2 成人男子・裸体椅座位
- 5. 3 成人男子・裸体椅座位 1 (イスを使用)
- 5. 4 成人男子・裸体椅座位 2 (イスと机を使用)
  
- 5. 5 成人男子・着衣立位
- 5. 6 成人男子・着衣椅座位
- 5. 7 成人男子・着衣椅座位 1 (イスを使用)
- 5. 8 成人男子・着衣椅座位 2 (イスと机を使用)
  
- 5. 9 7歳児童・裸体立位
- 5. 10 7歳児童・裸体椅座位
- 5. 11 7歳児童・裸体椅座位 1 (イスを使用)
- 5. 12 7歳児童・裸体椅座位 2 (イスと机を使用)
  
- 5. 13 7歳児童・着衣立位
- 5. 14 7歳児童・着衣椅座位
- 5. 15 7歳児童・着衣椅座位 1 (イスを使用)
- 5. 16 7歳児童・着衣椅座位 2 (イスと机を使用)

5. 1 成人男子・裸体立位

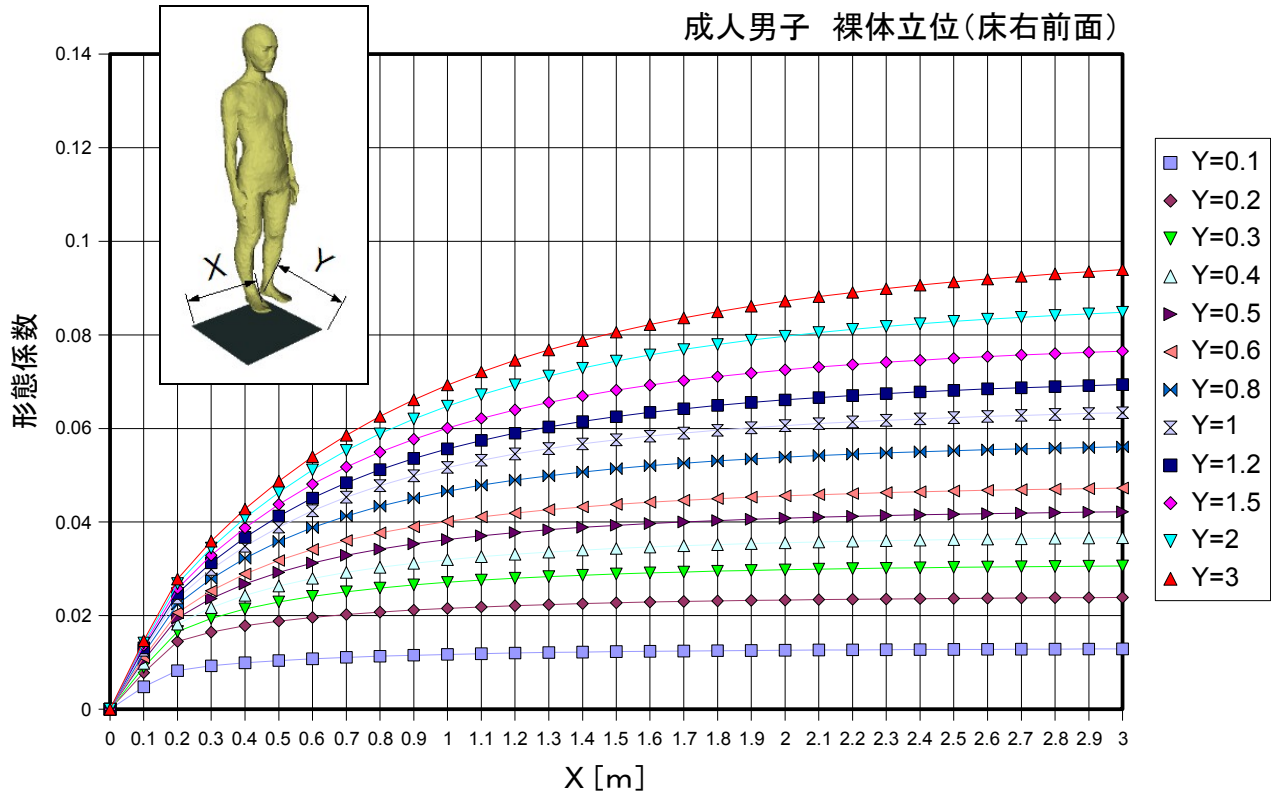


図 5-1-1 成人男子・裸体立位：床右前面の形態係数

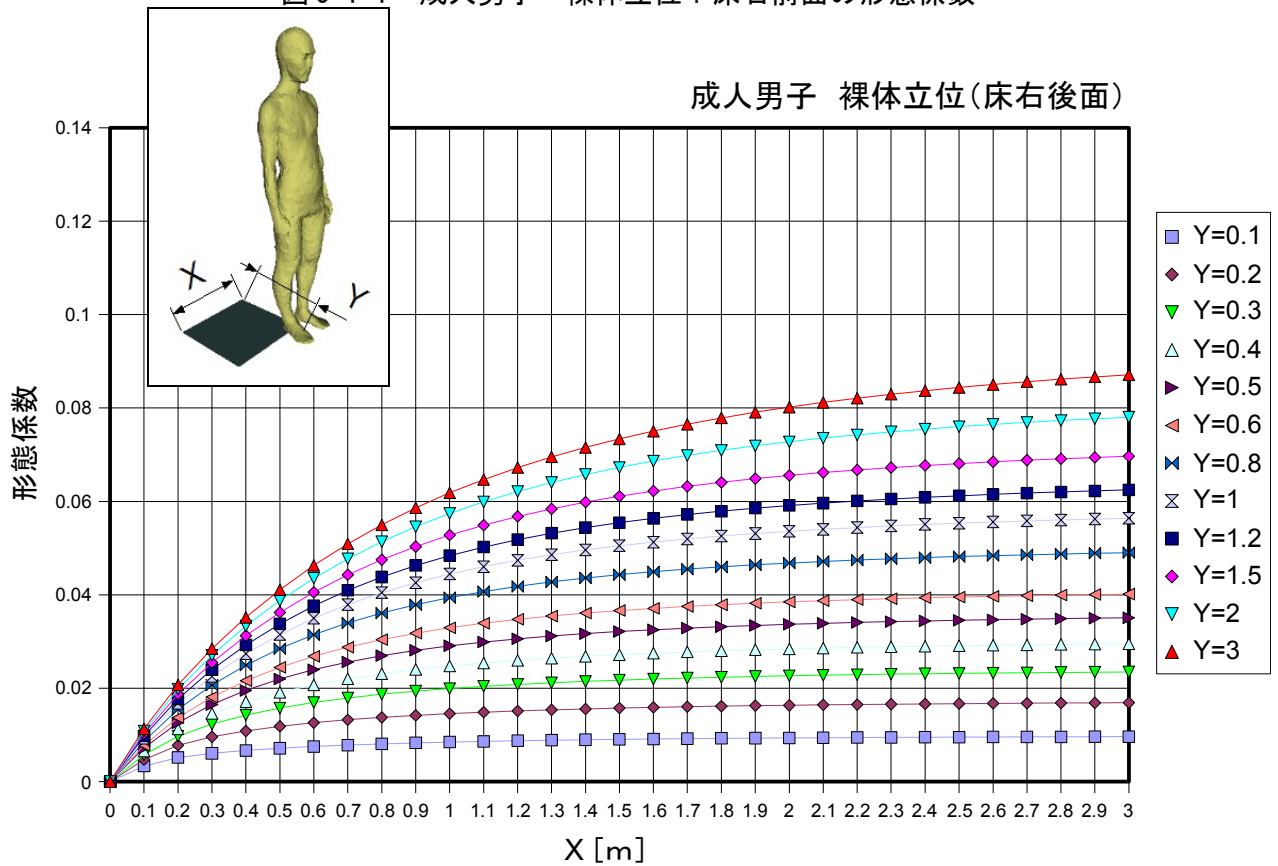


図 5-1-2 成人男子・裸体立位：床右後面の形態係数

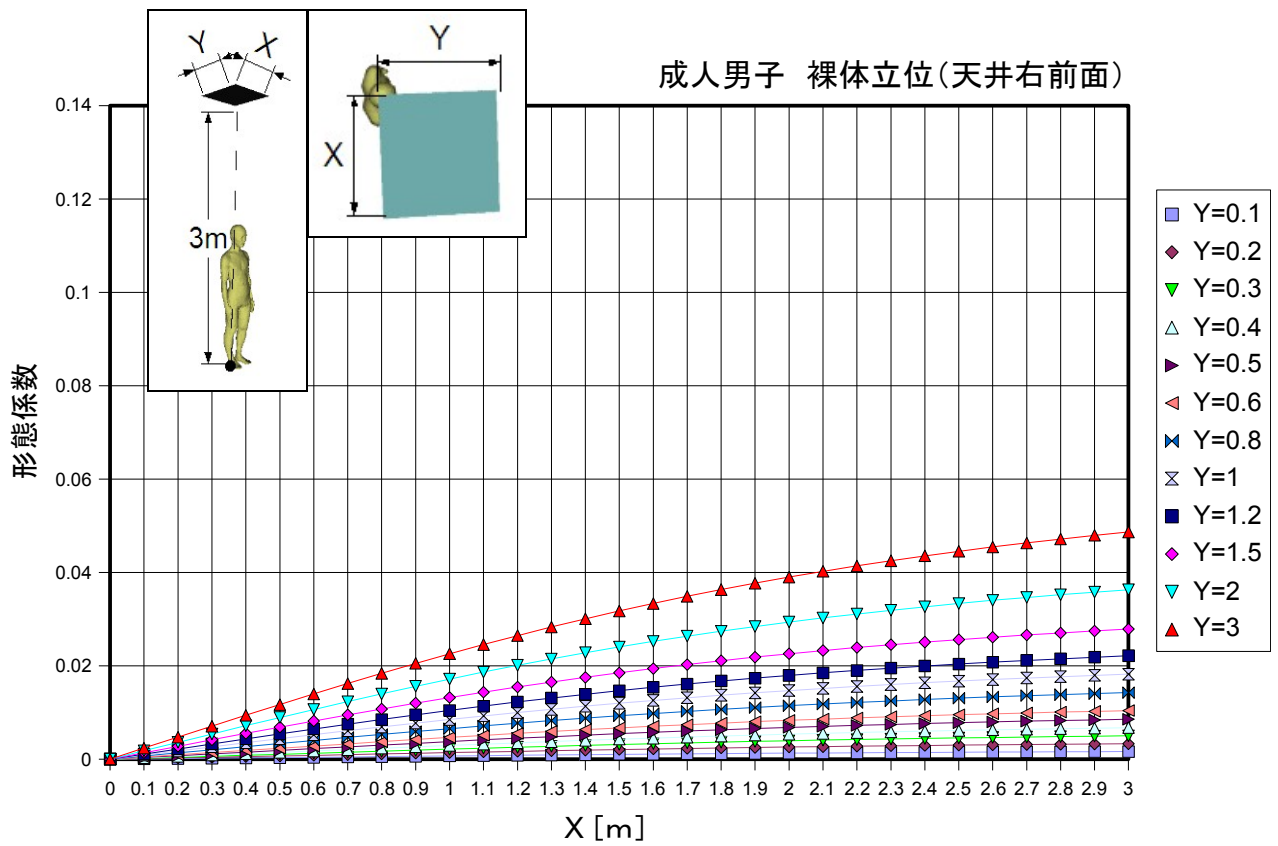


図 5-1-3 成人男子・裸体立位：天井右前面の形態係数

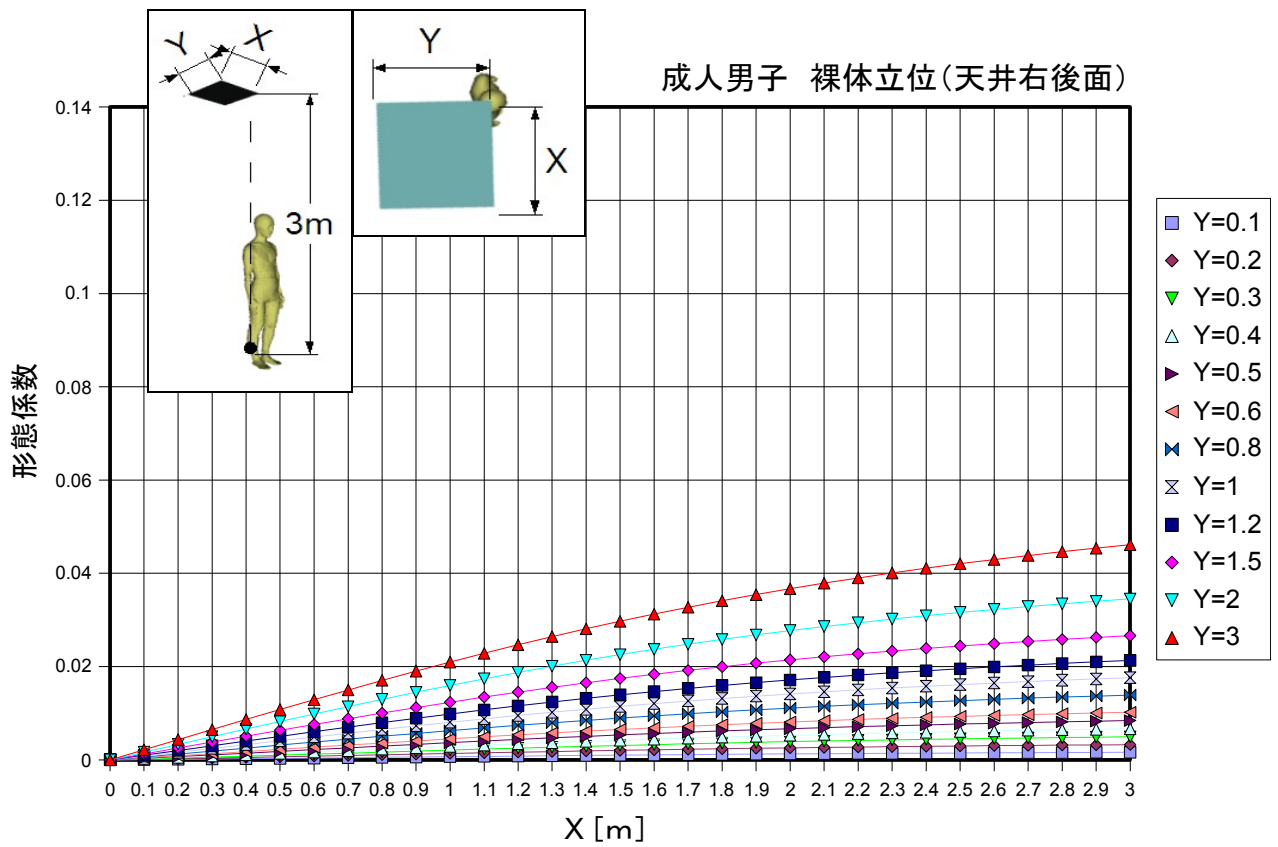


図 5-1-4 成人男子・裸体立位：天井右後面の形態係数

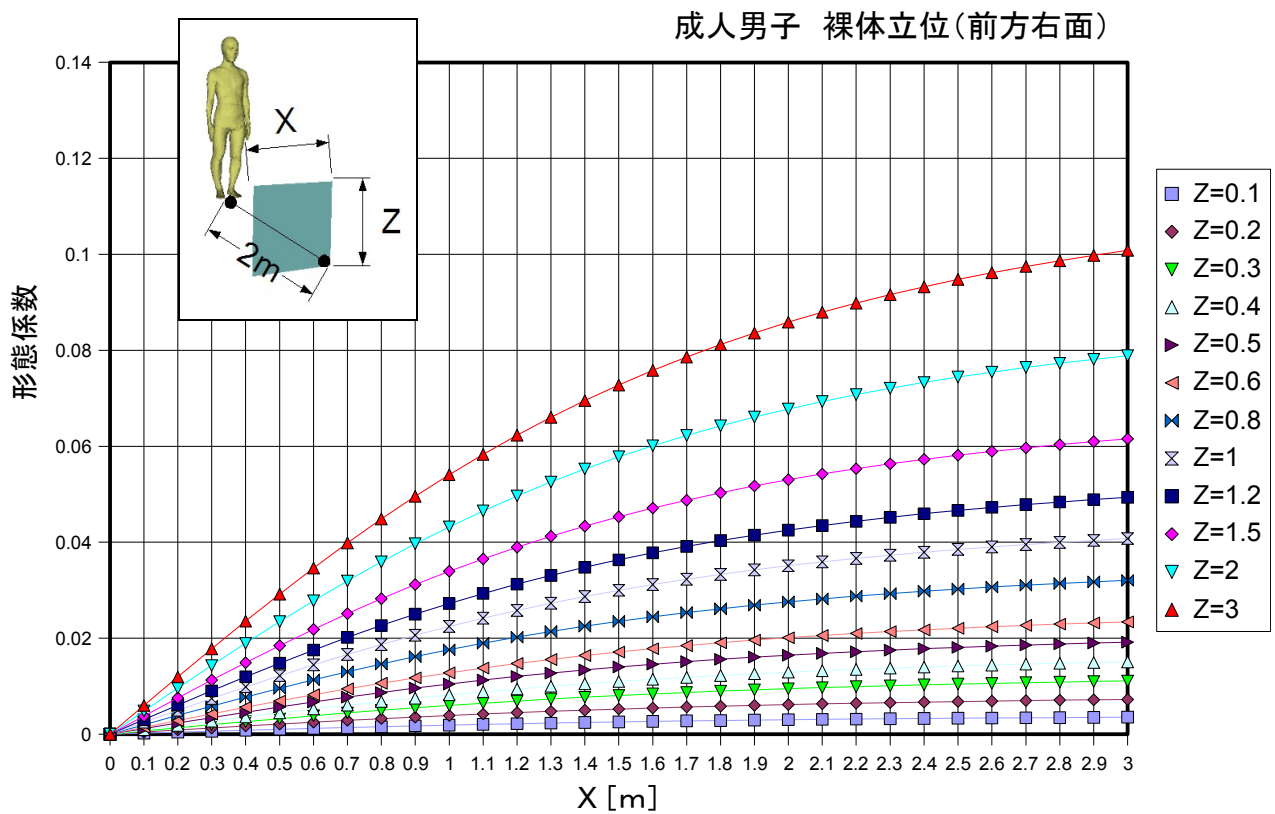


図 5-1-5 成人男子・裸体立位：前方右面の形態係数

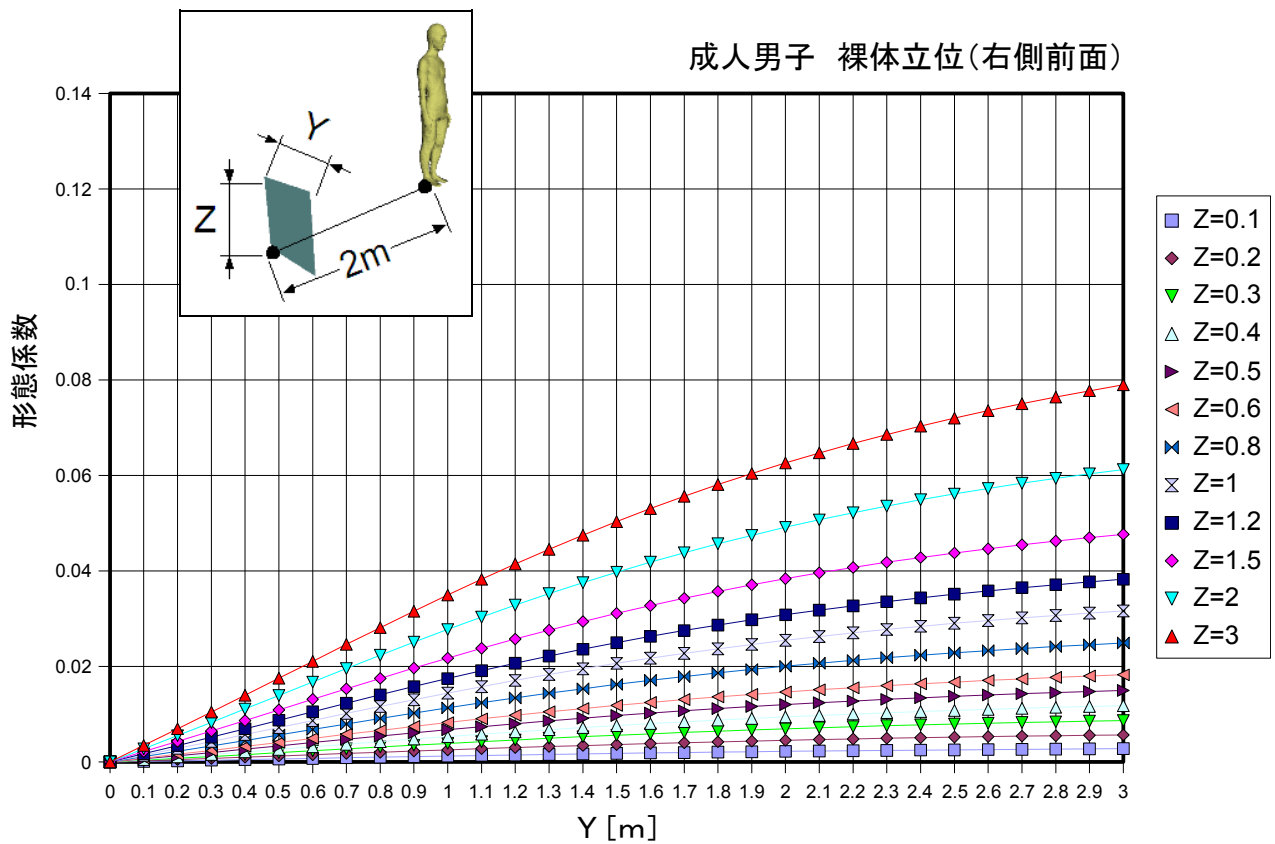


図 5-1-6 成人男子・裸体立位：右側前面の形態係数



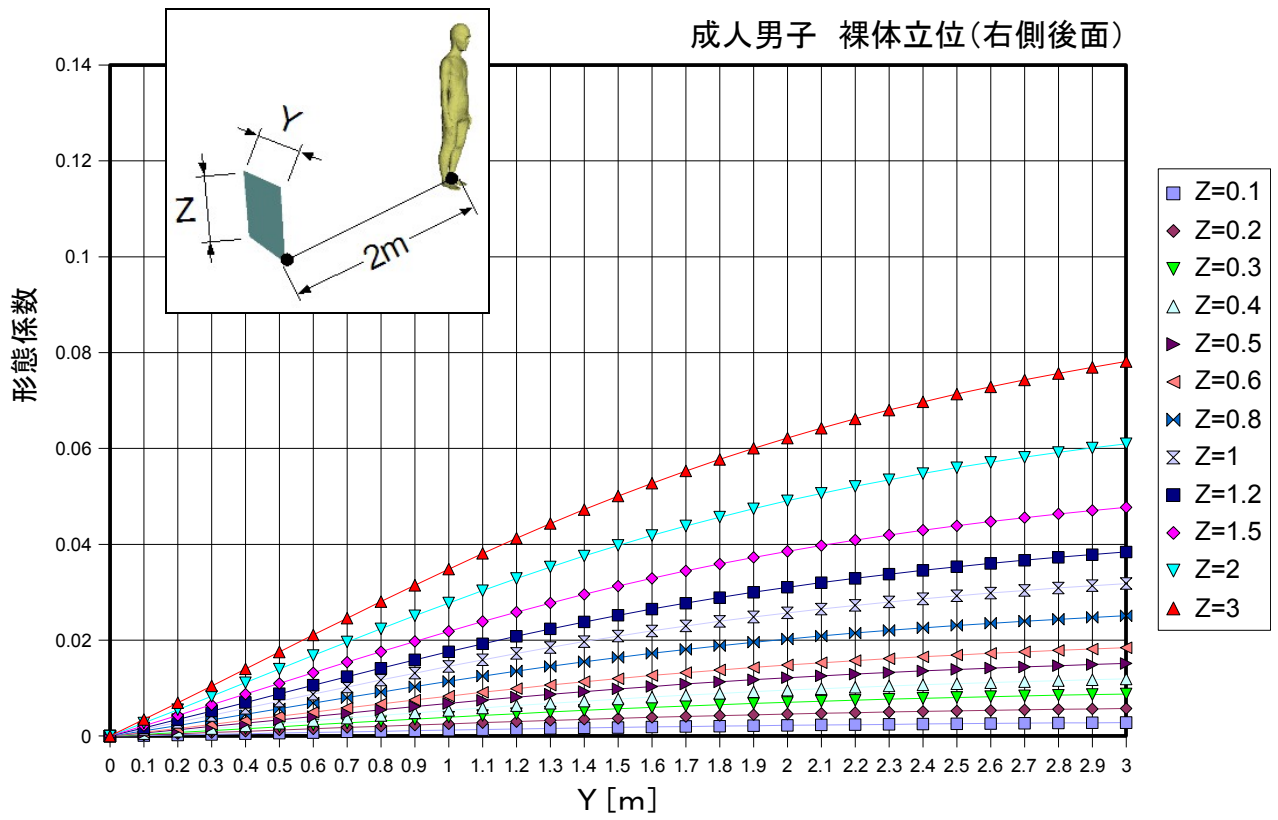


図 5-1-7 成人男子・裸体立位：右側後面の形態係数

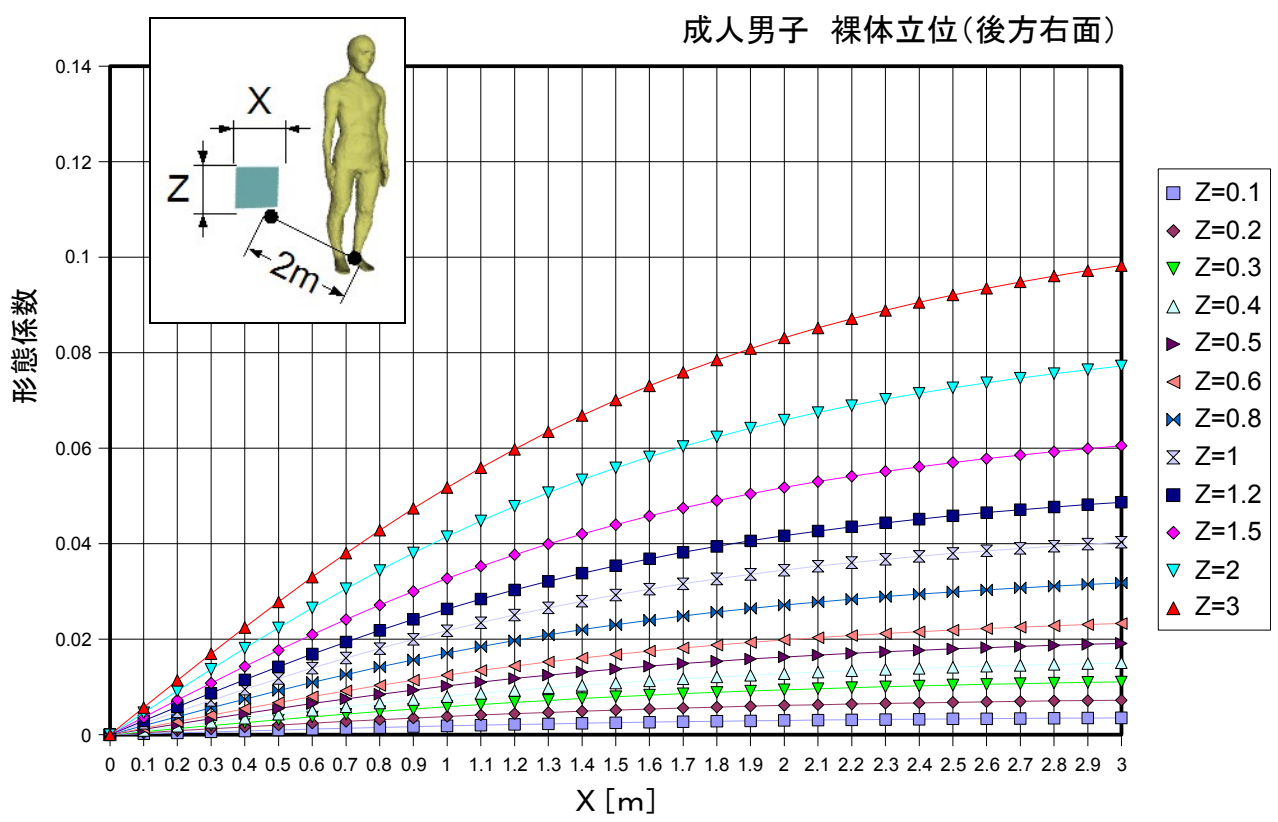


図 5-1-8 成人男子・裸体立位：後方右面の形態係数

5. 2 成人男子・裸体椅座位

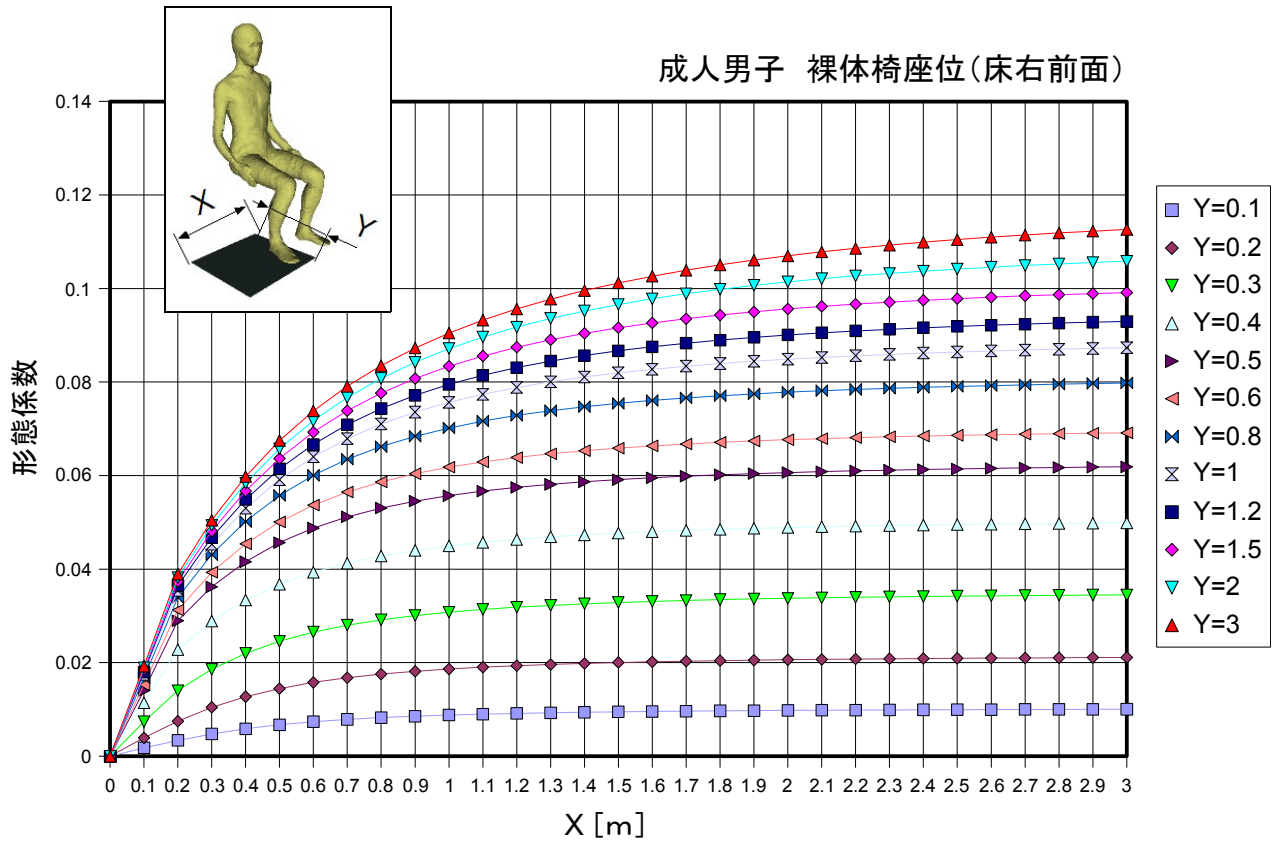


図 5-2-1 成人男子・裸体椅座位：床右前面の形態係数

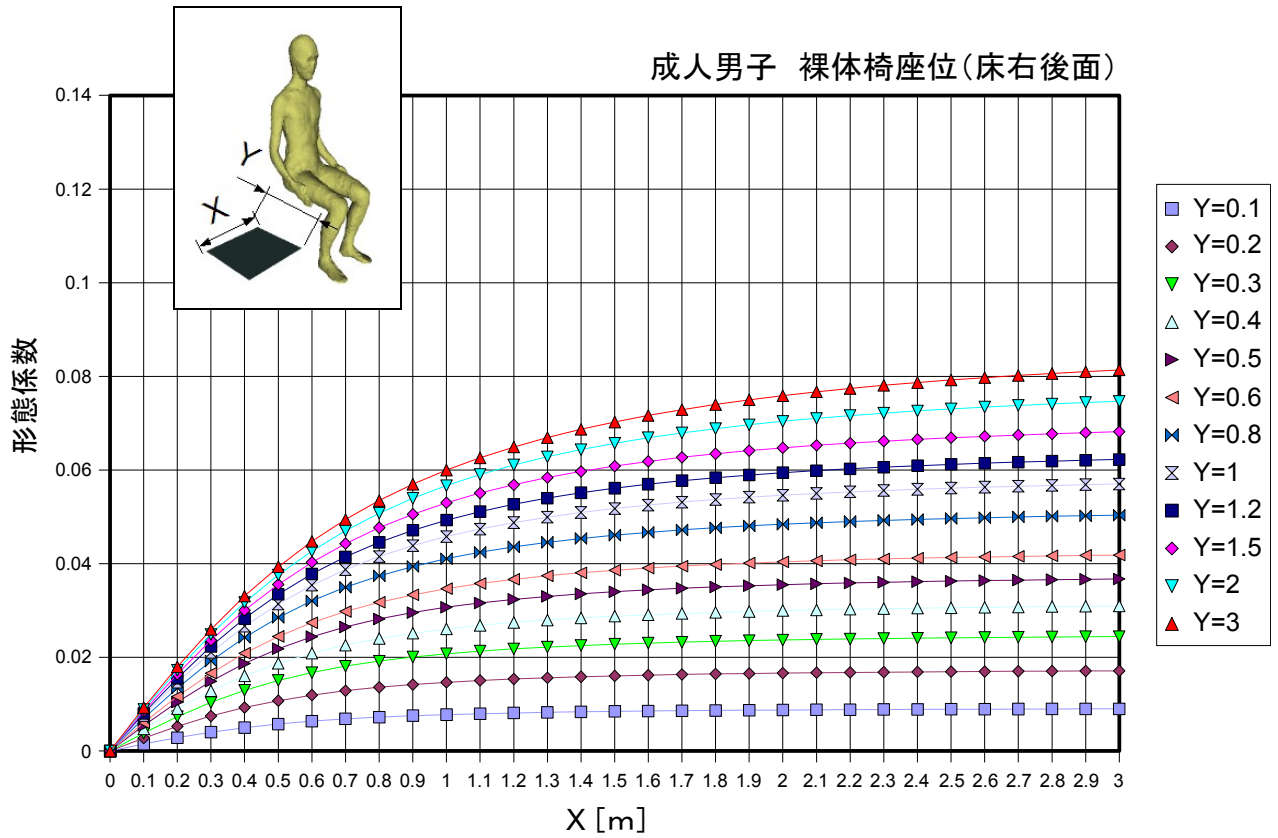


図 5-2-2 成人男子・裸体椅座位：床右後面の形態係数

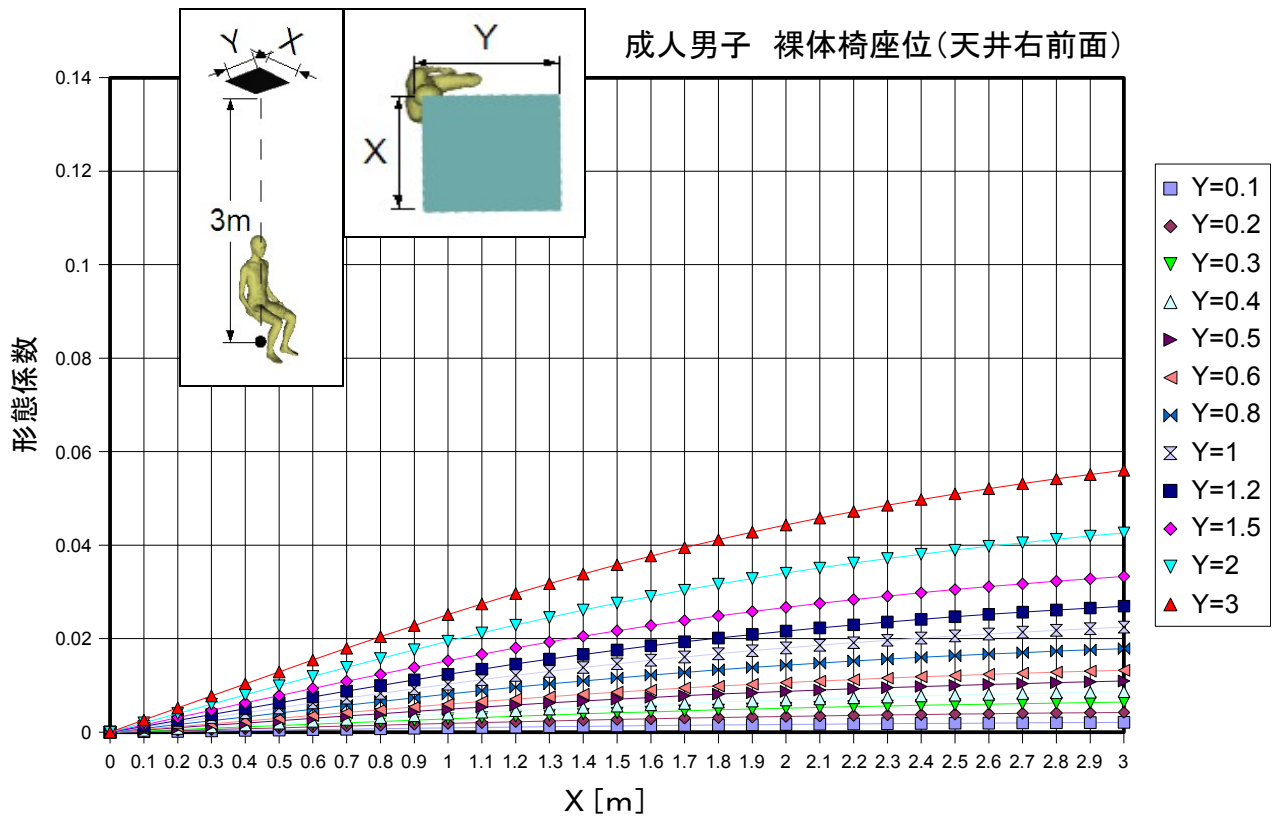


図 5-2-3 成人男子・裸体椅座位：天井右前面の形態係数

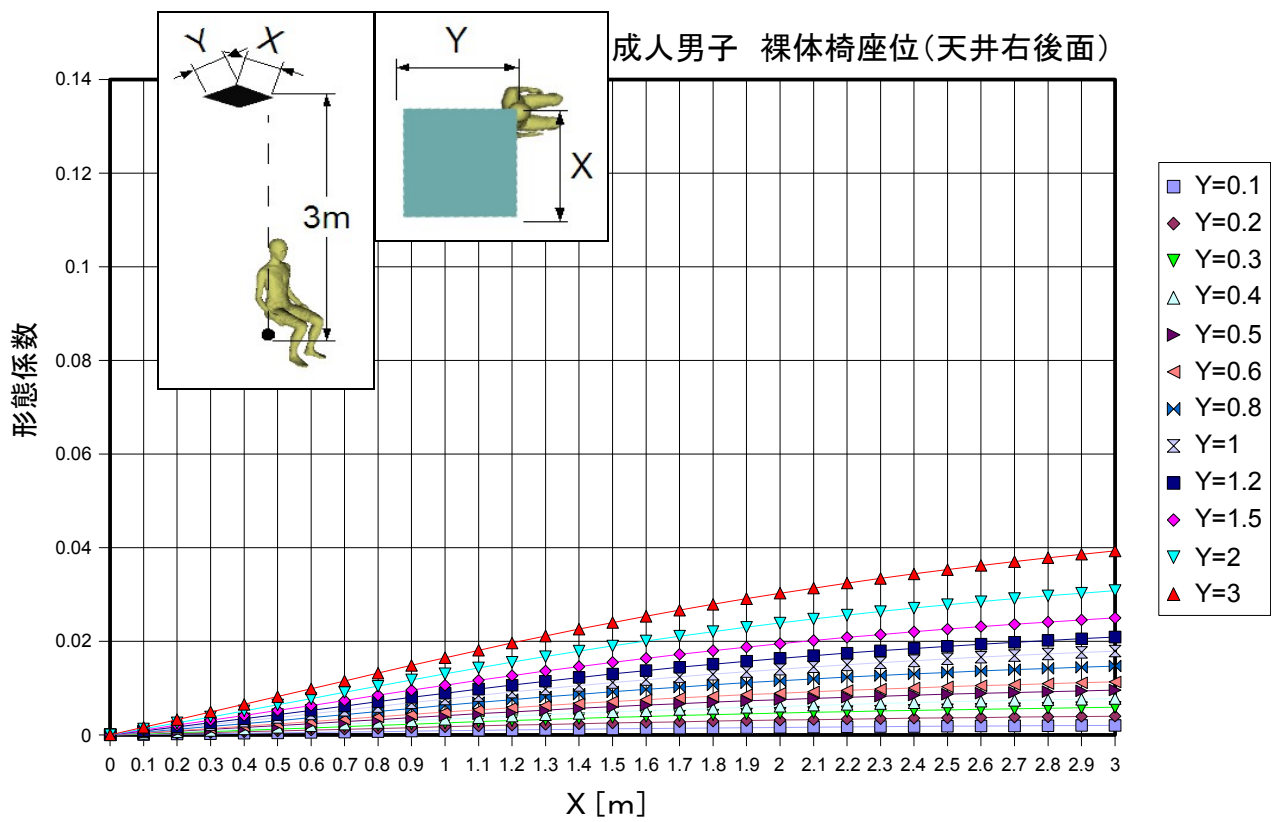


図 5-2-4 成人男子・裸体椅座位：天井右後面の形態係数

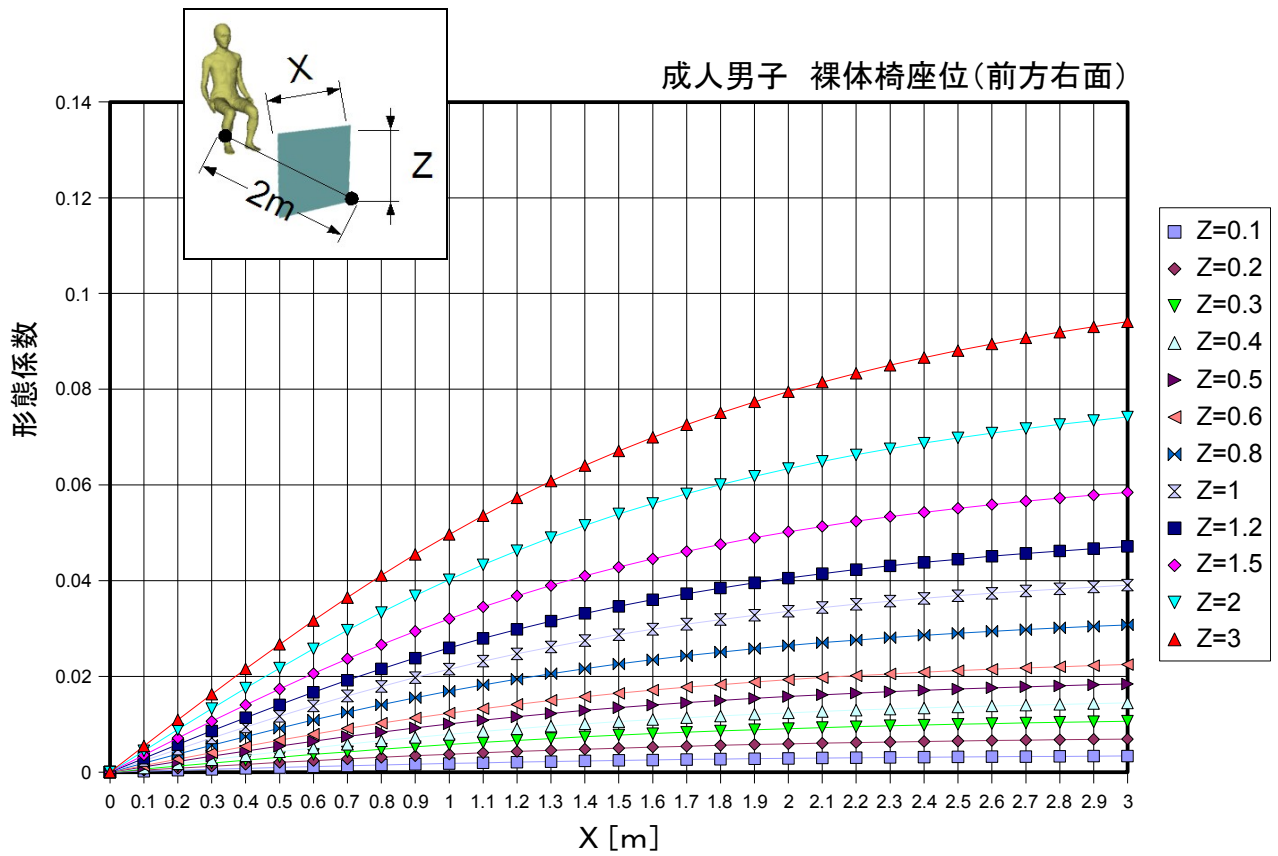


図 5-2-5 成人男子・裸体椅座位：前方右面の形態係数

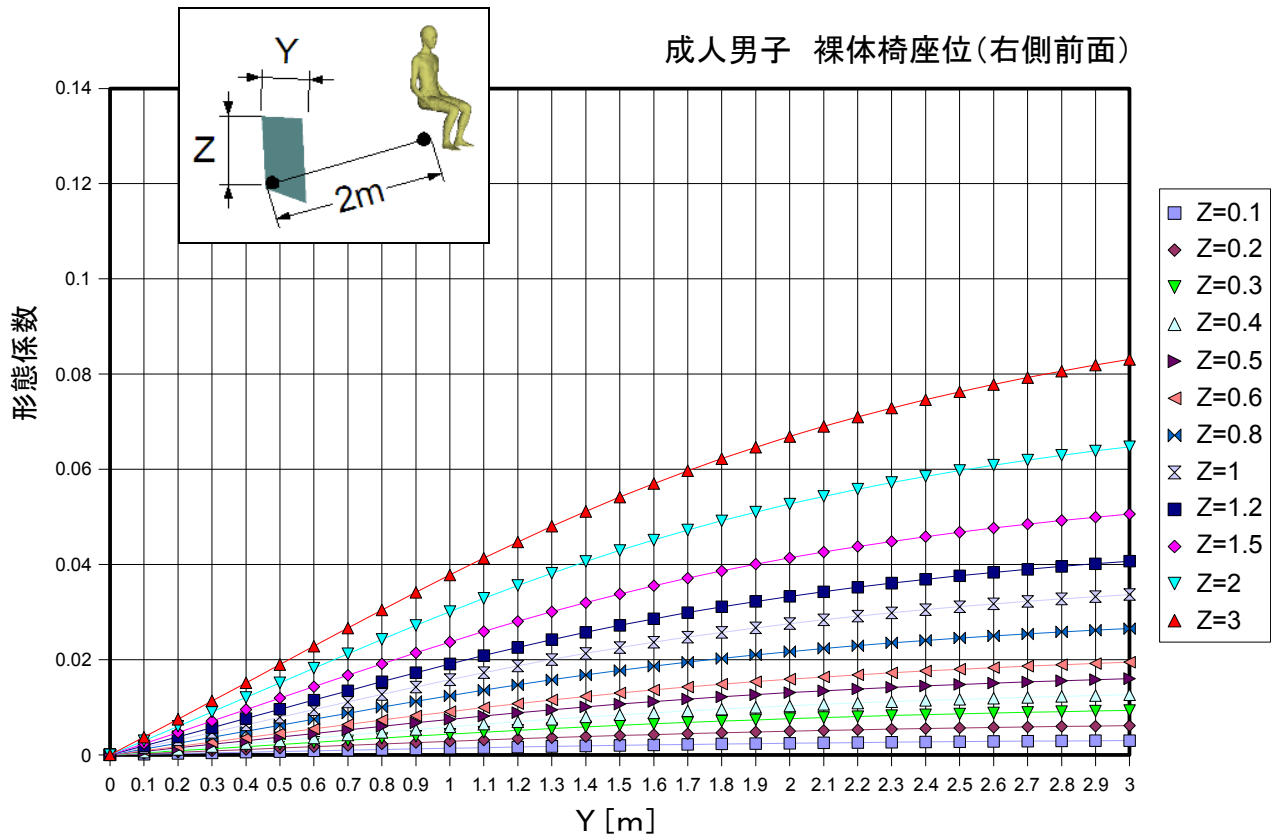


図 5-2-6 成人男子・裸体椅座位：右側前面の形態係数

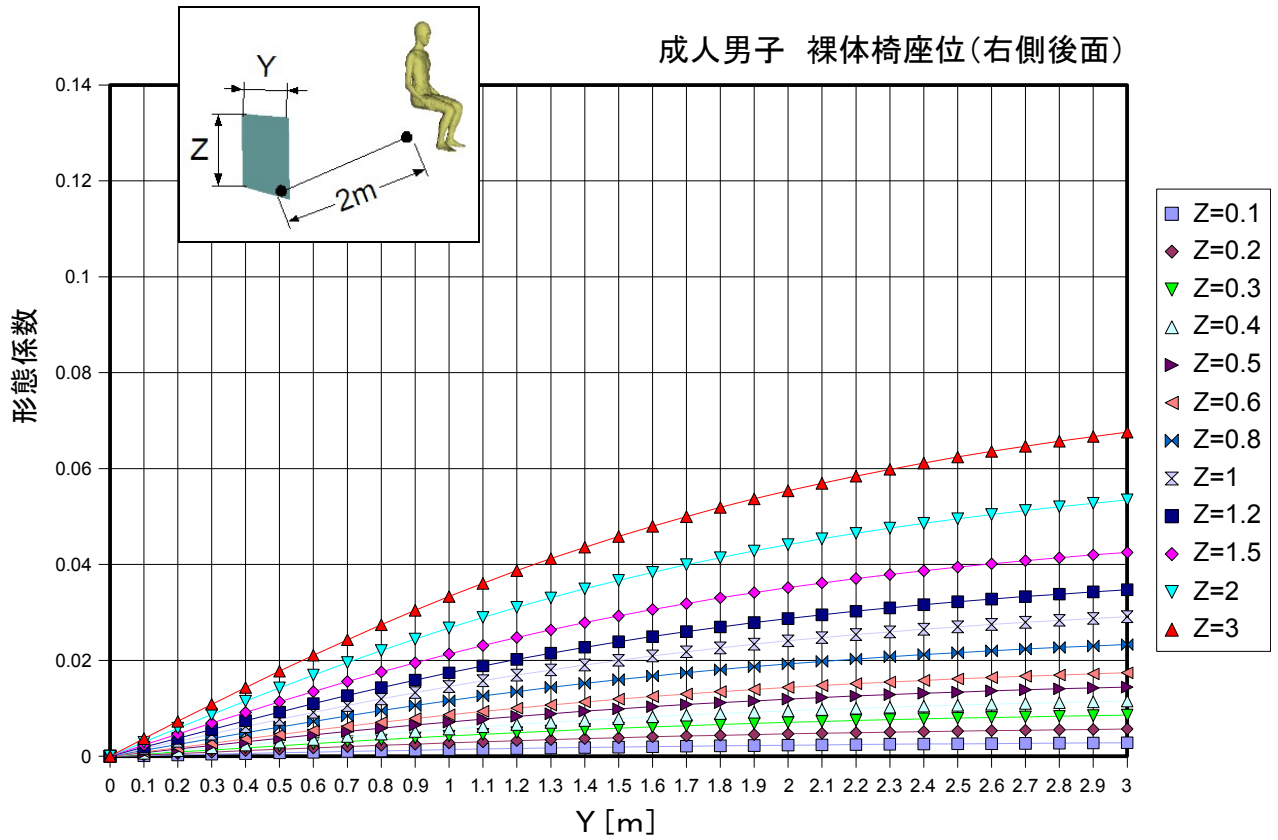


図 5-2-7 成人男子・裸体椅座位：右側後面の形態係数

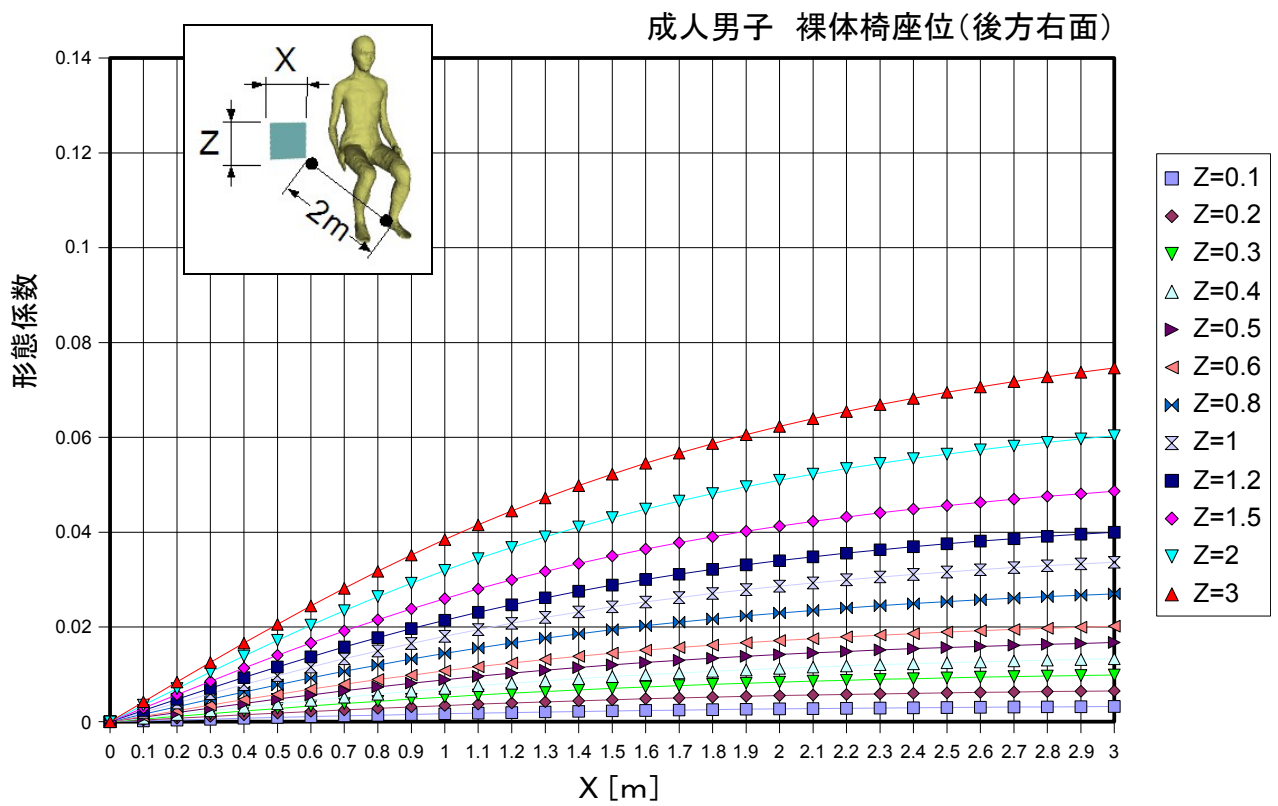


図 5-2-8 成人男子・裸体椅座位：後方右面の形態係数

5. 3 成人男子・裸体椅座位 1

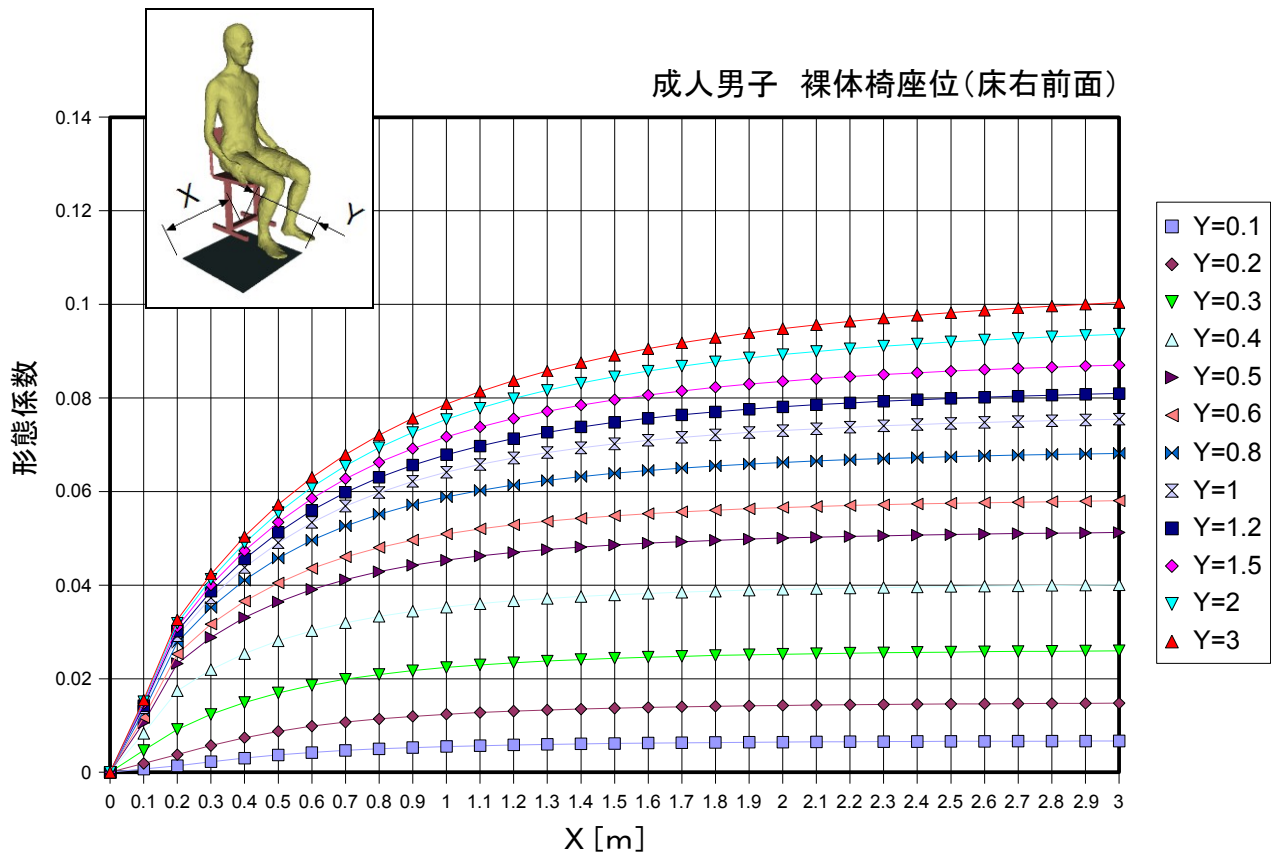


図 5-3-1 成人男子・裸体椅座位 1 : 床右前面の形態係数

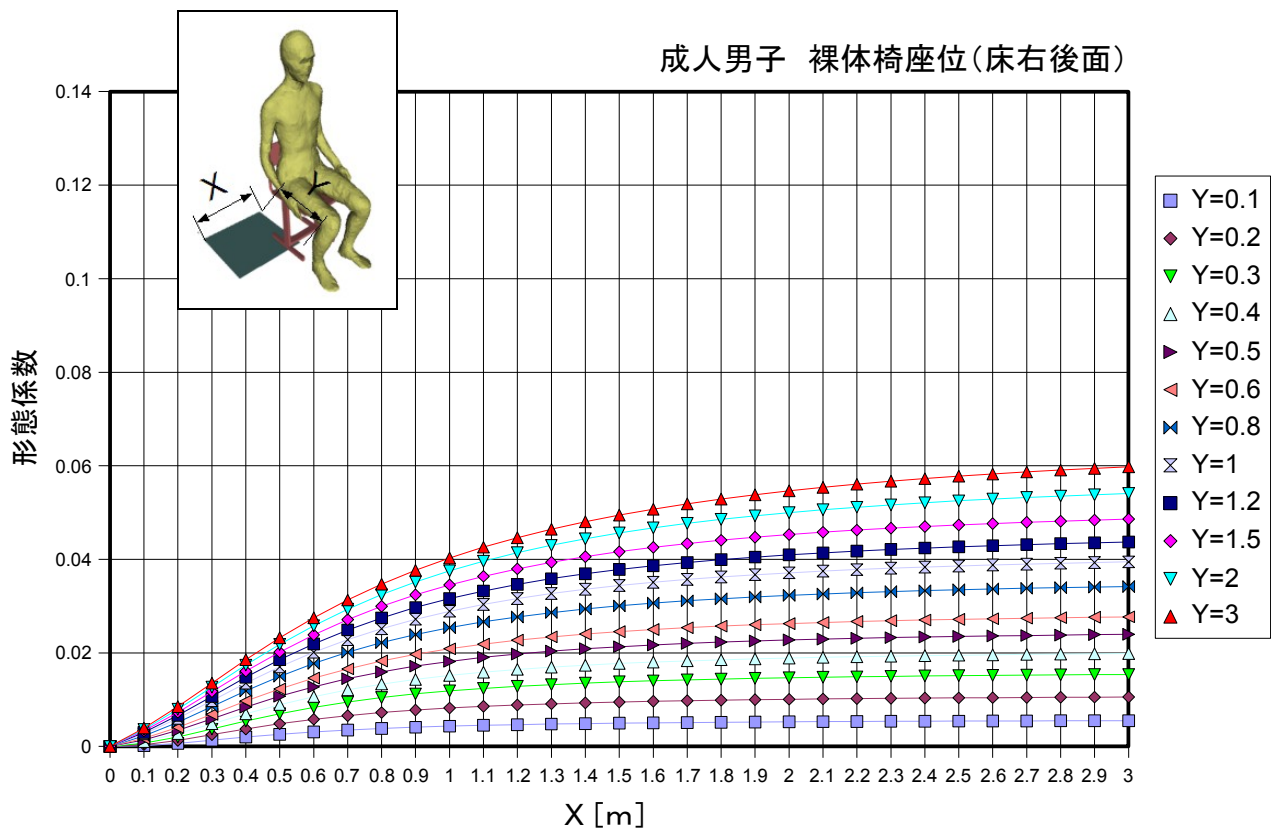


図 5-3-2 成人男子・裸体椅座位 1 : 床右後面の形態係数

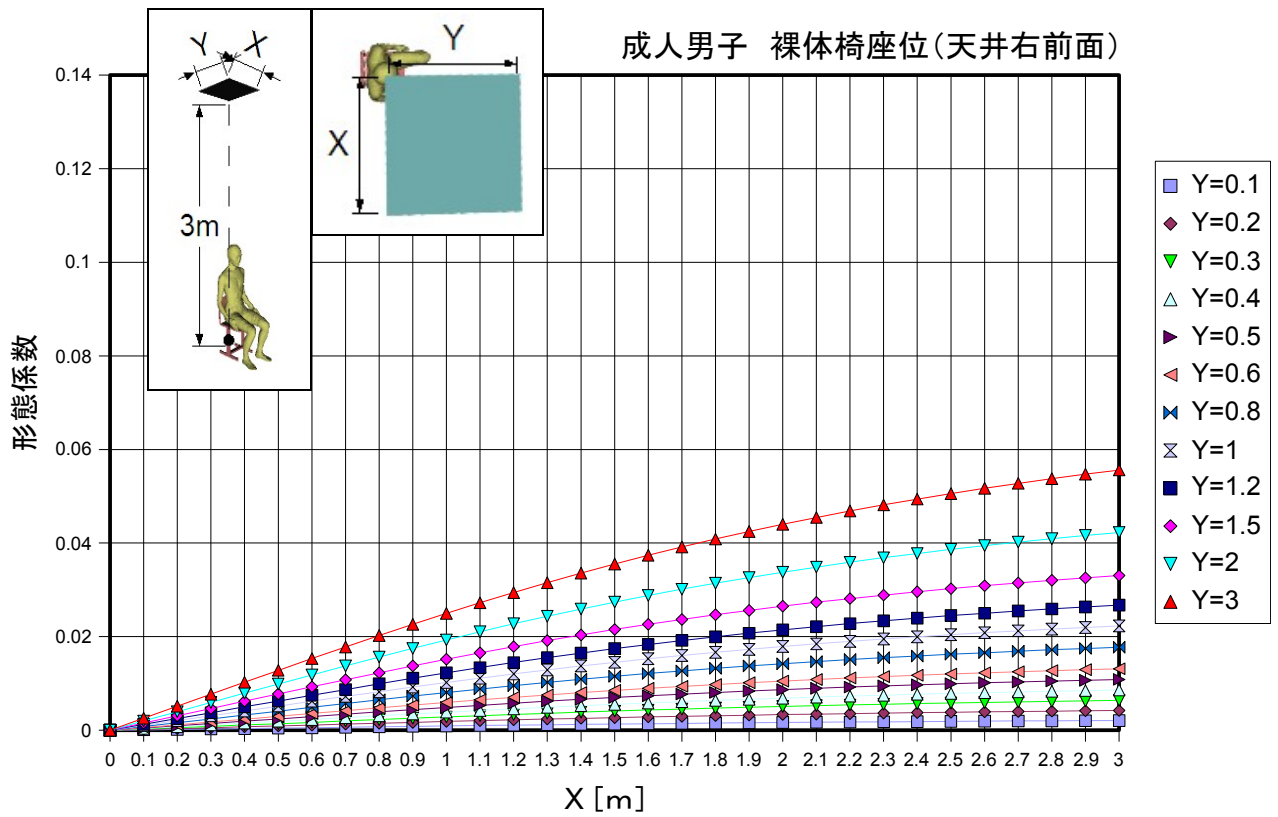


図 5-3-3 成人男子・裸体椅座位 1：天井右前面の形態係数

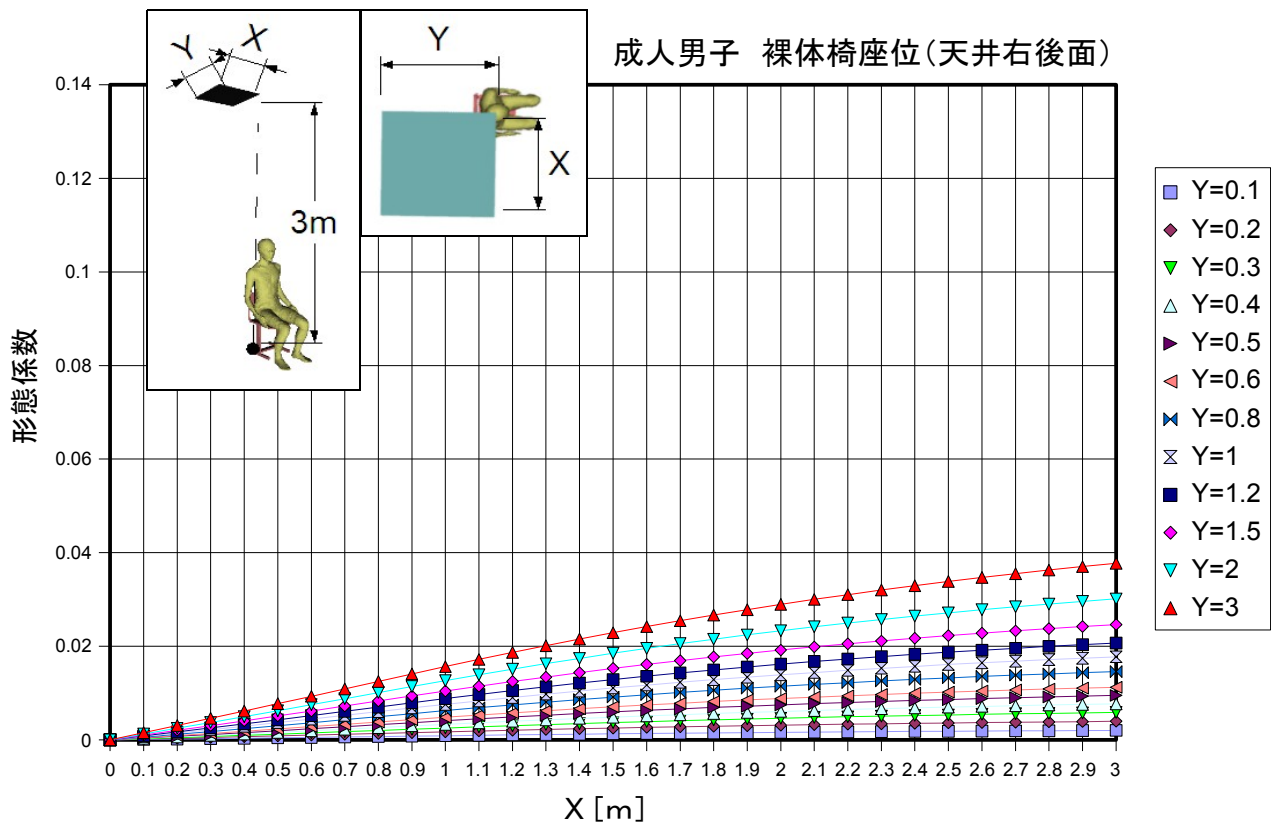


図 5-3-4 成人男子・天井右後面：天井右前面の形態係数



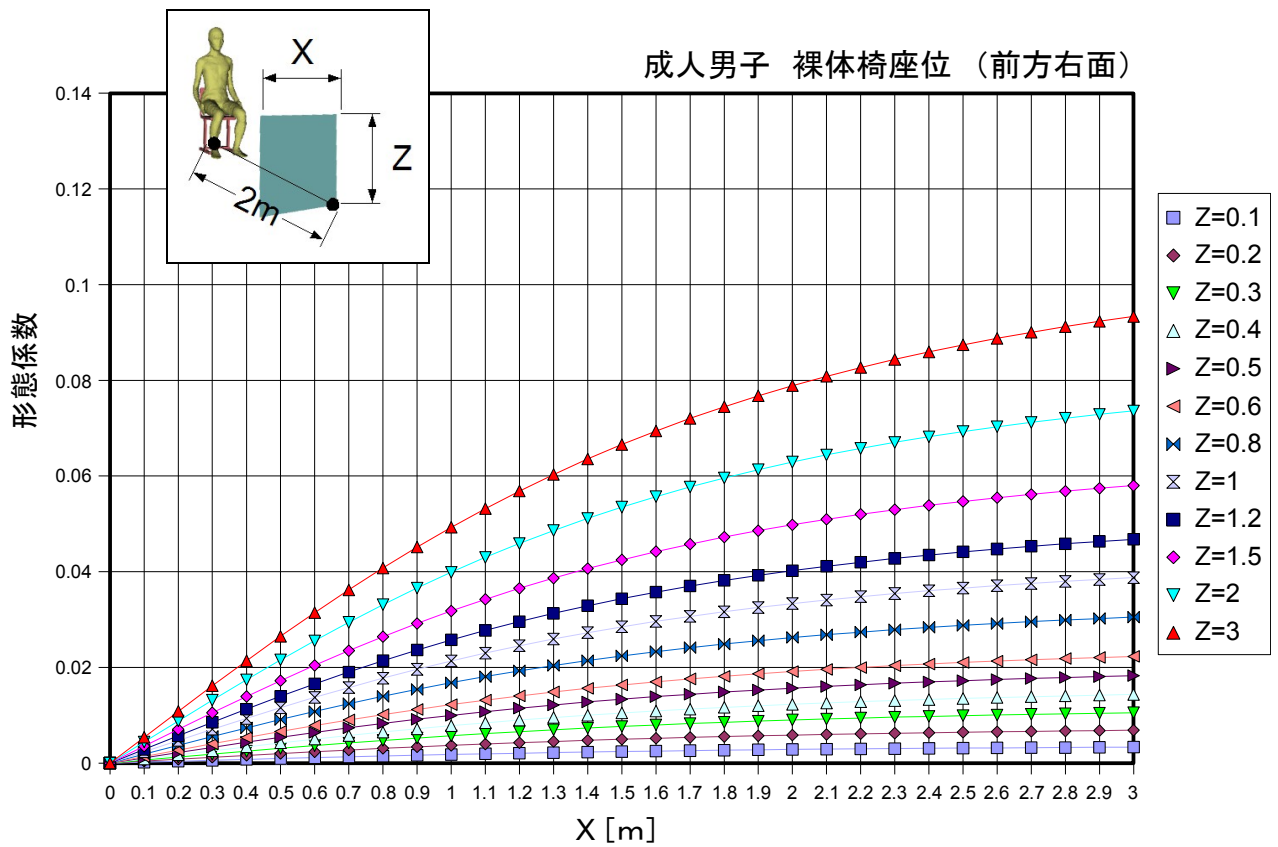


図 5-3-5 成人男子・前方右面：天井右前面の形態係数

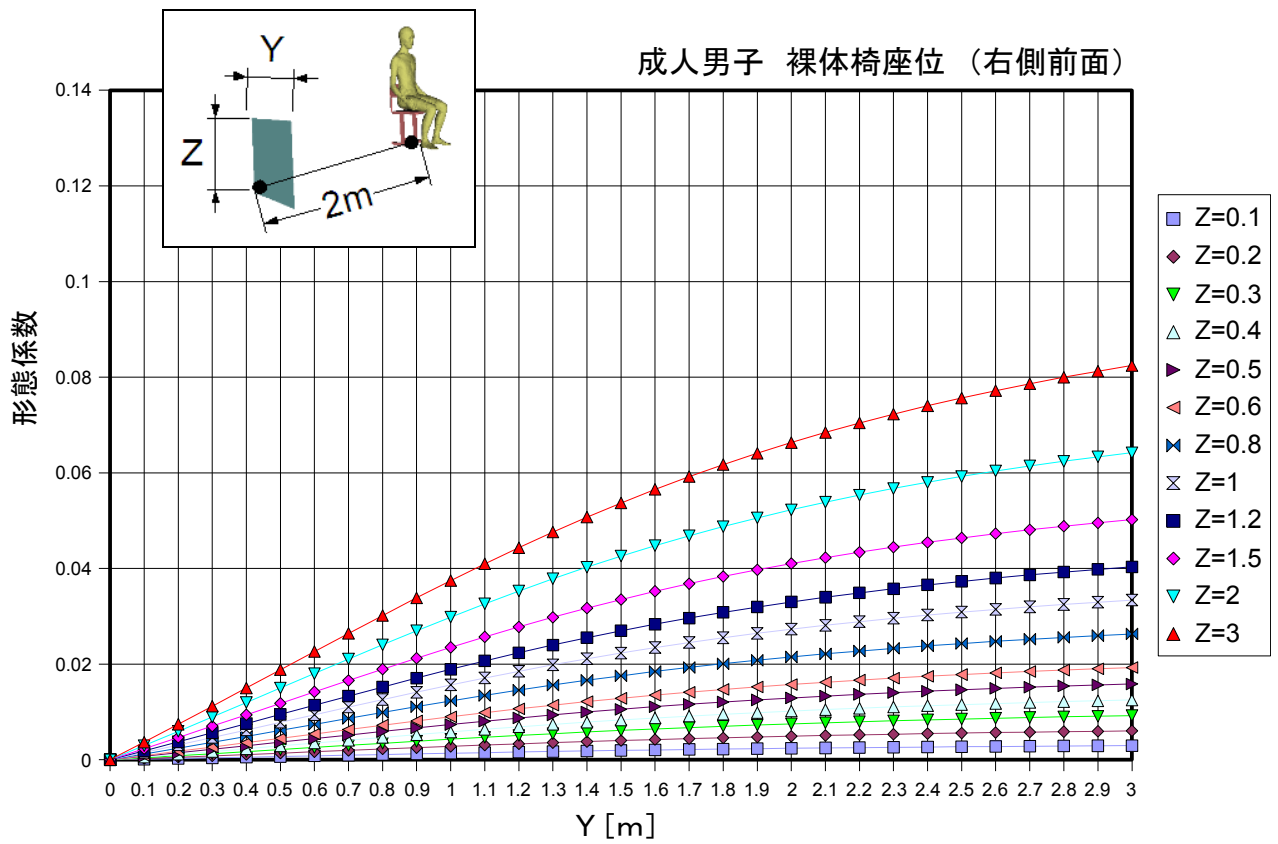


図 5-3-6 成人男子・前方右面：右側前面の形態係数



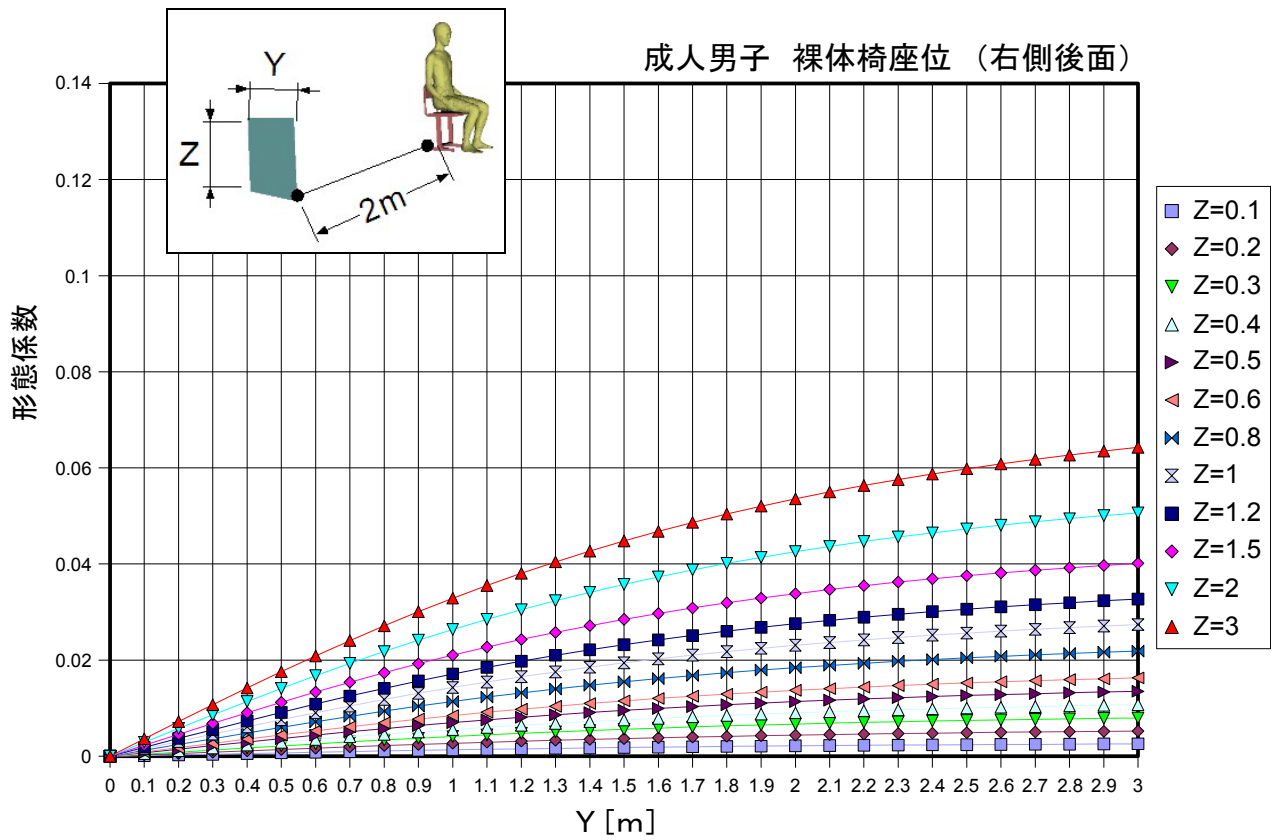


図 5-3-7 成人男子・前方右面：右側後面の形態係数

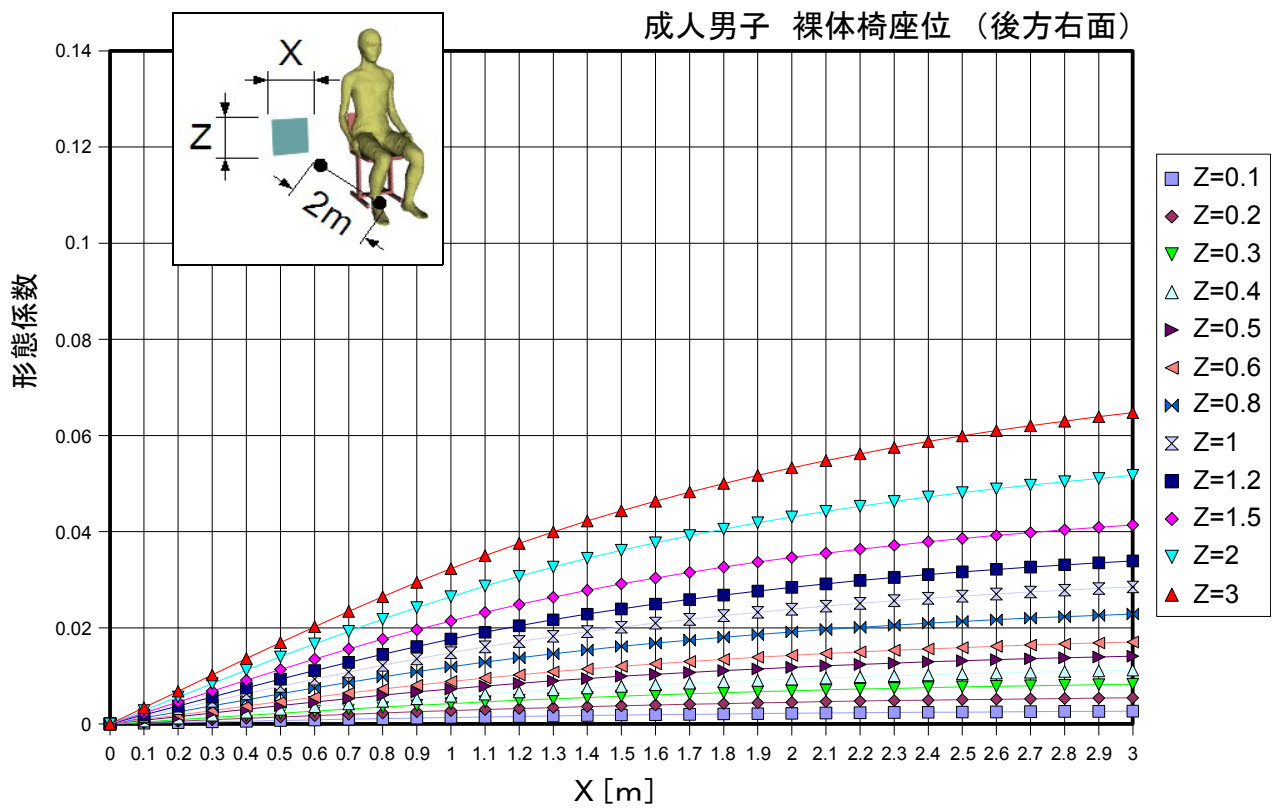


図 5-3-8 成人男子・前方右面：後方右面の形態係数

5. 4 成人男子・裸体椅座位 2

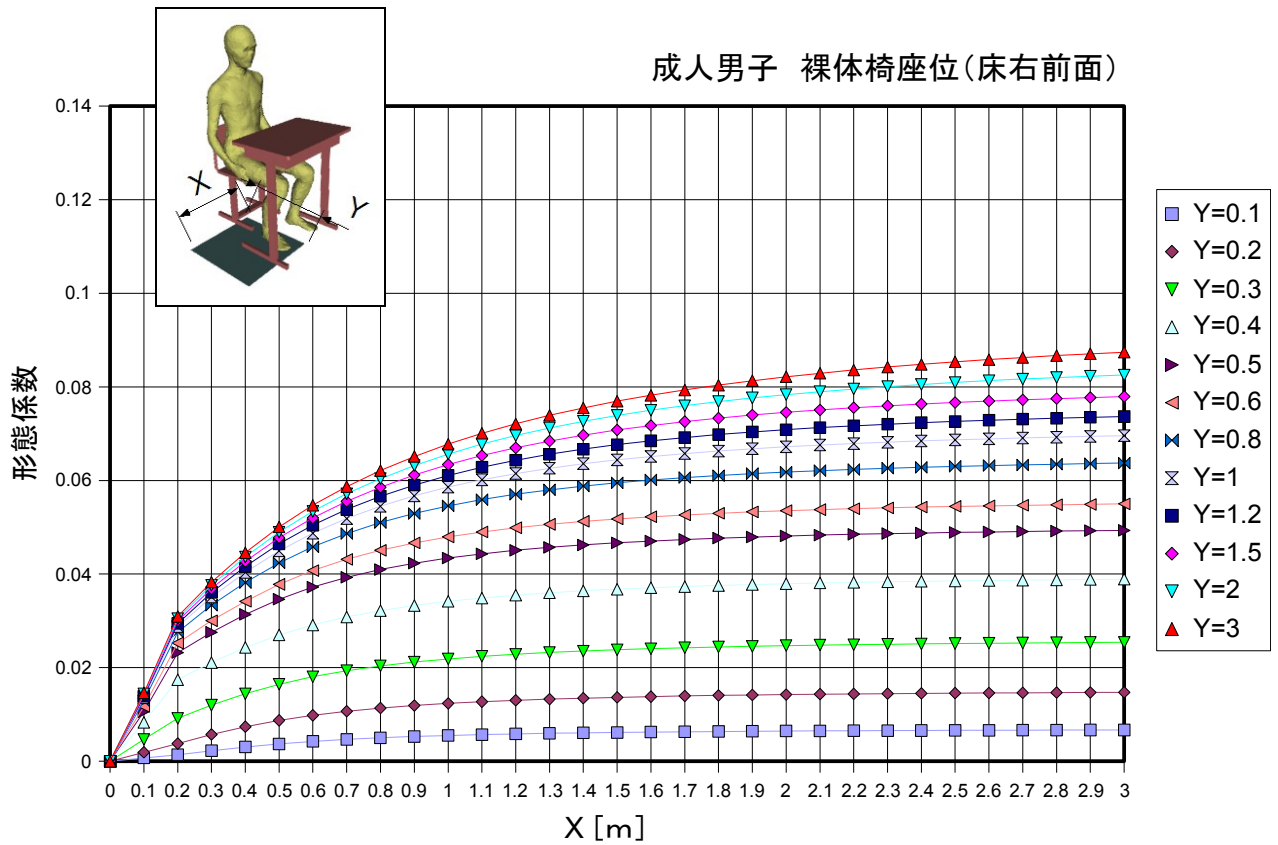


図 5-4-1 成人男子・裸体椅座位 2 : 床右前面の形態係数

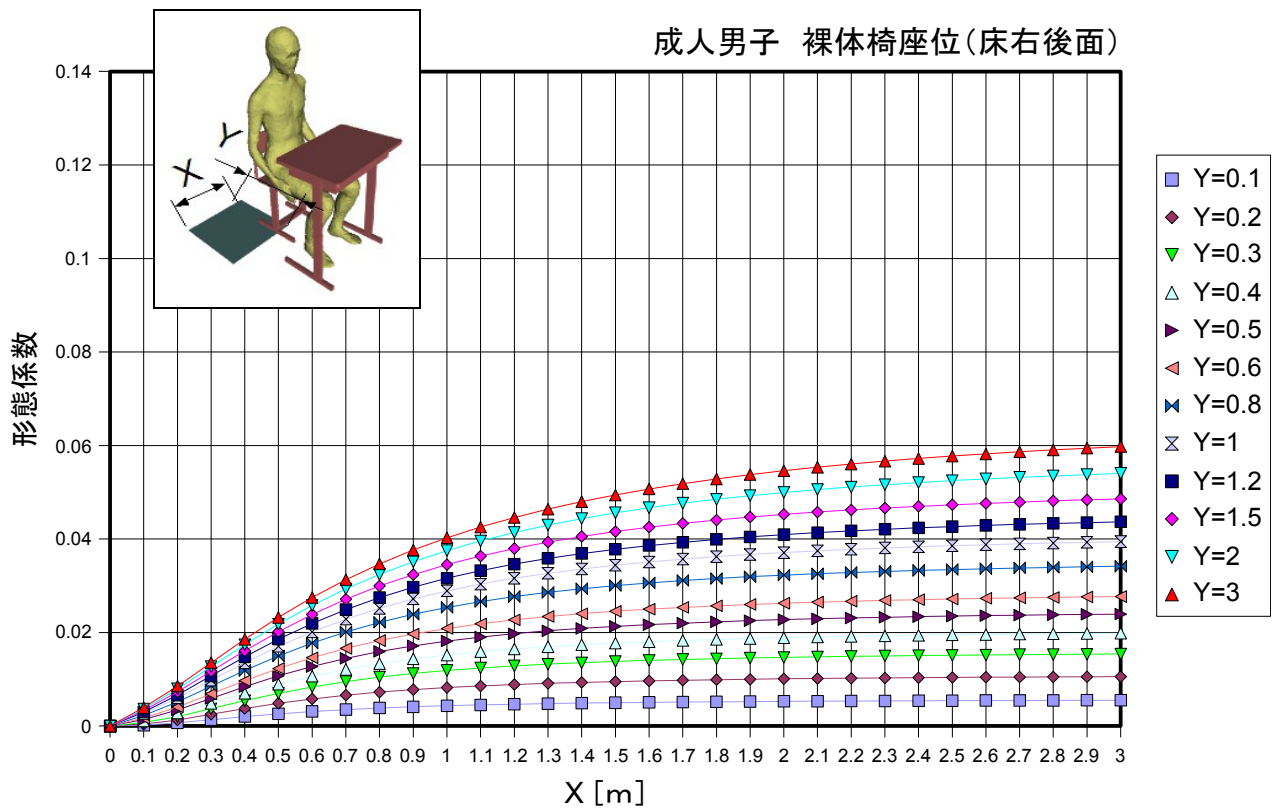


図 5-4-2 成人男子・裸体椅座位 2 : 床右後面の形態係数

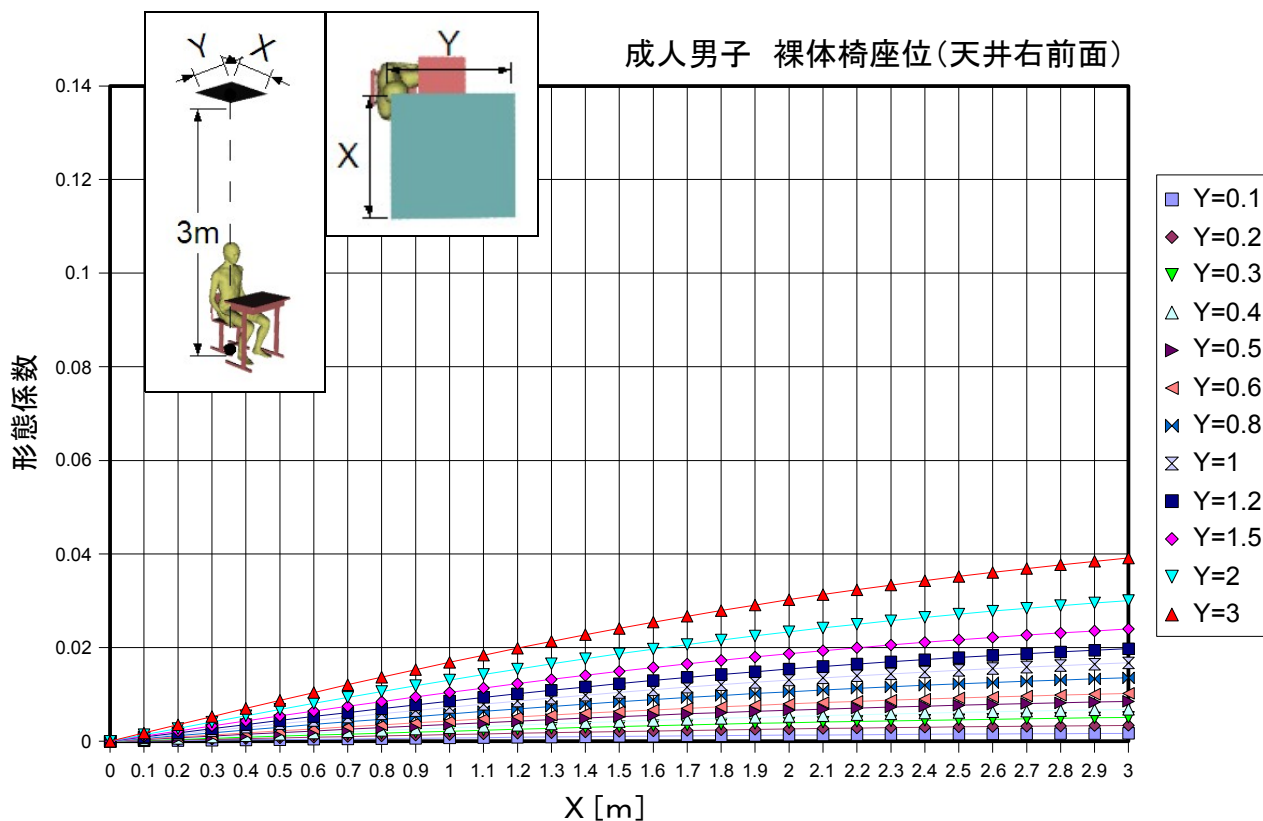


図 5-4-3 成人男子・裸体椅座位 2 : 天井右前面の形態係数

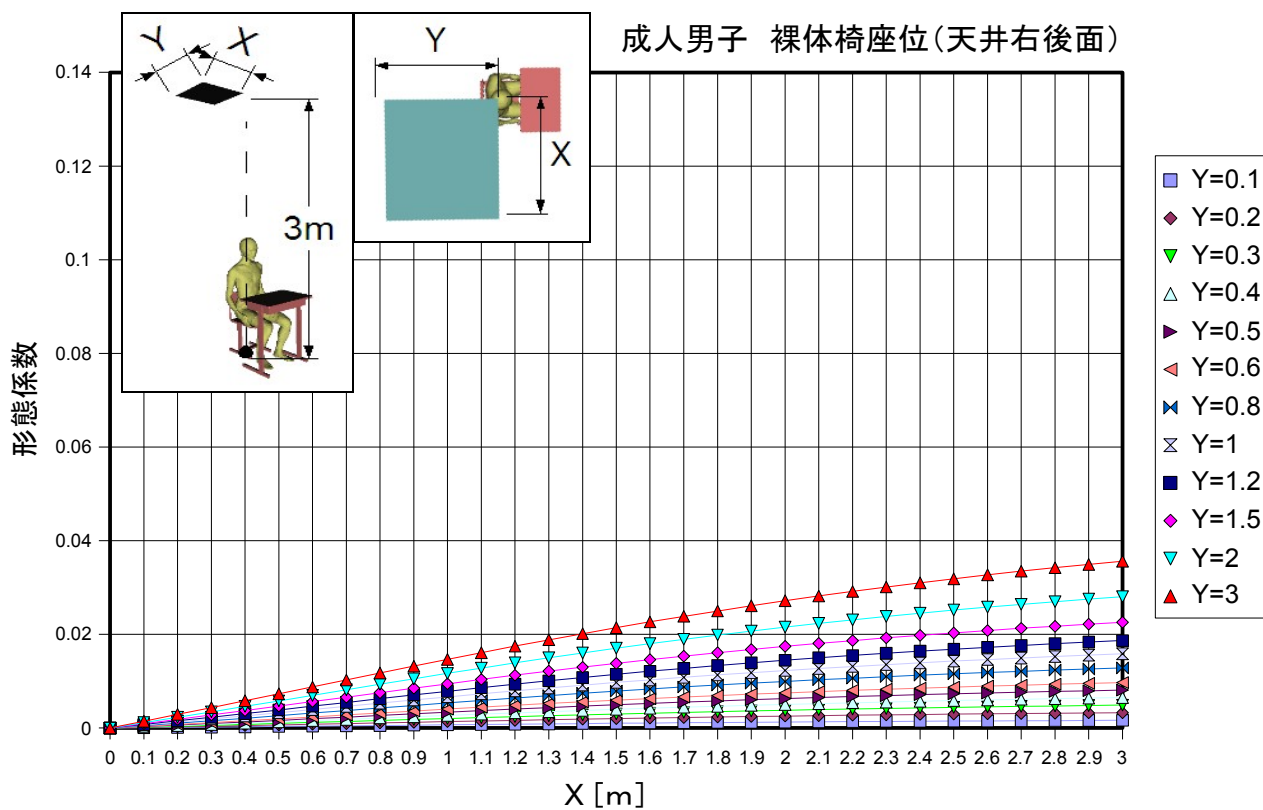


図 5-4-4 成人男子・裸体椅座位 2 : 天井右後面の形態係数

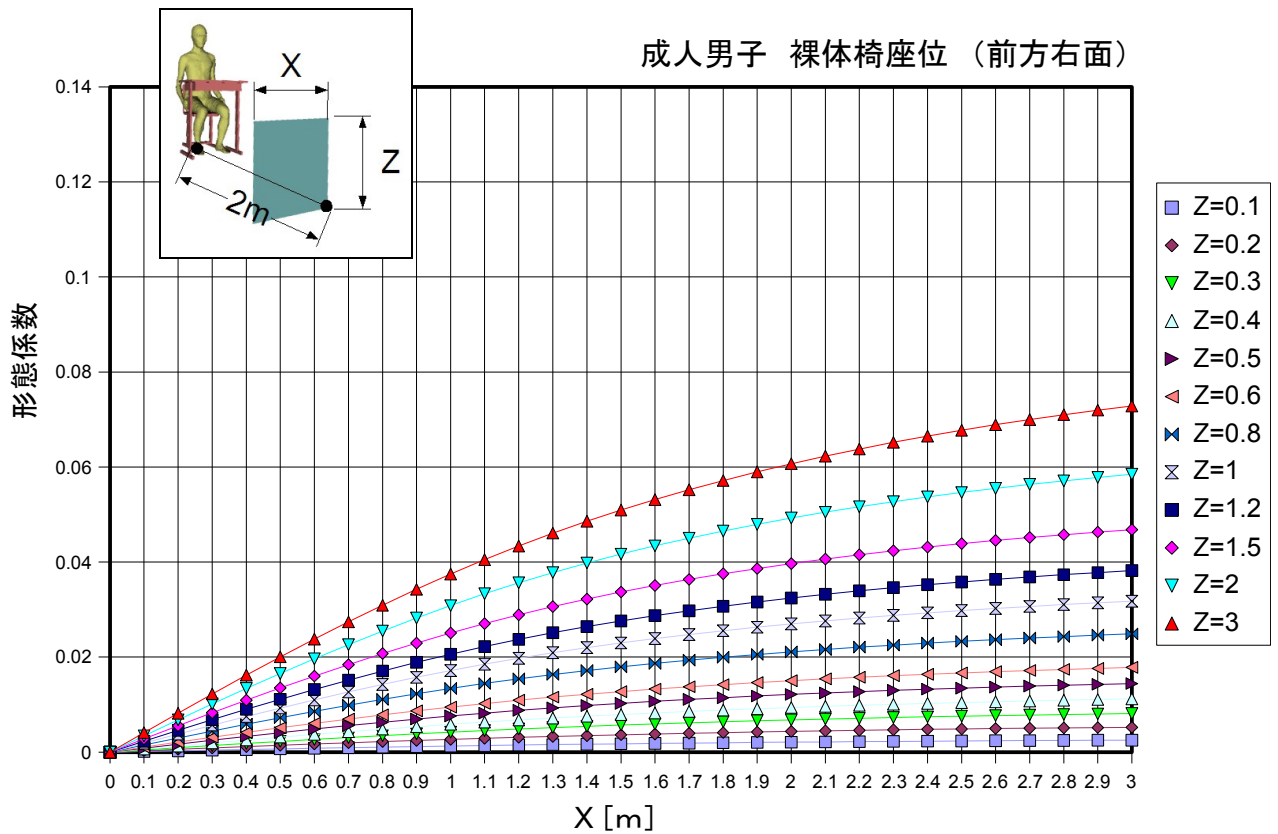


図 5-4-5 成人男子・裸体椅座位 2：前方右面の形態係数

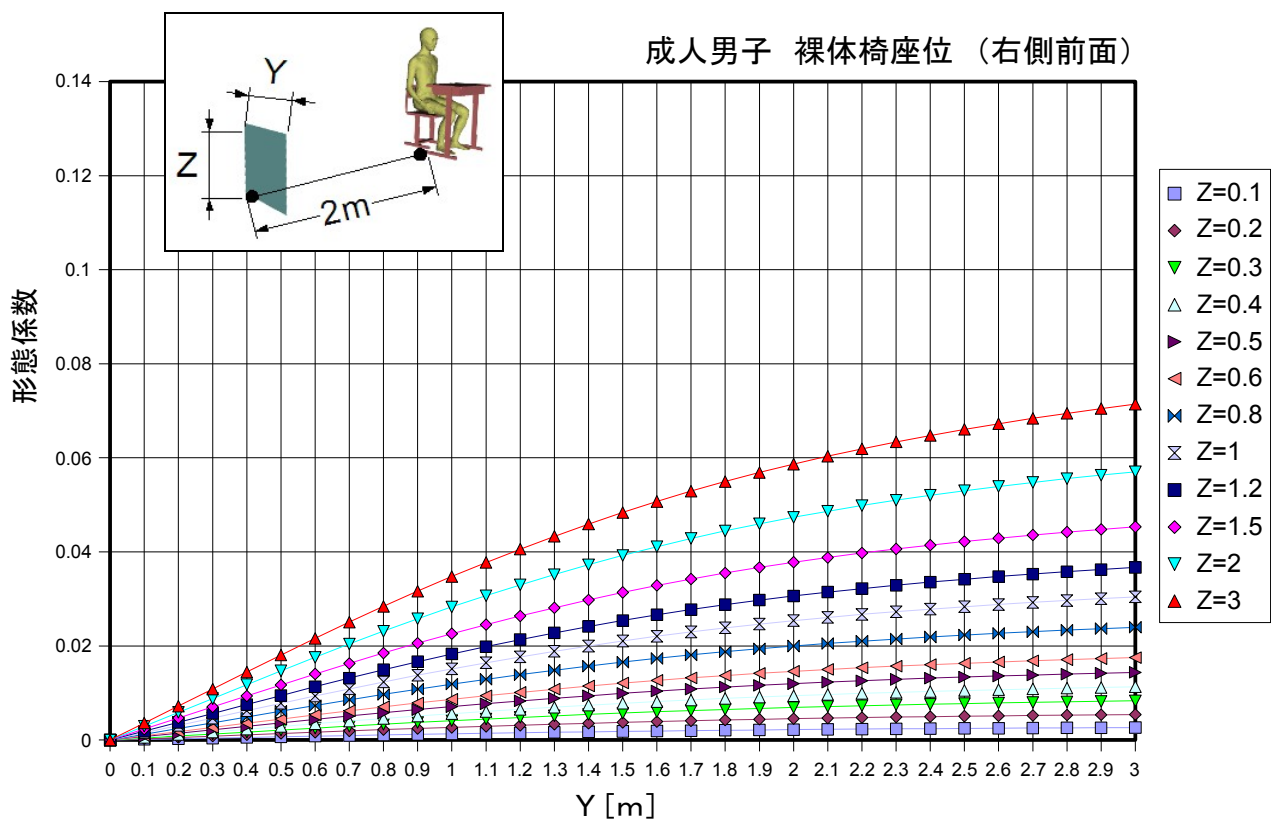


図 5-46 成人男子・裸体椅座位 2：右側前面の形態係数

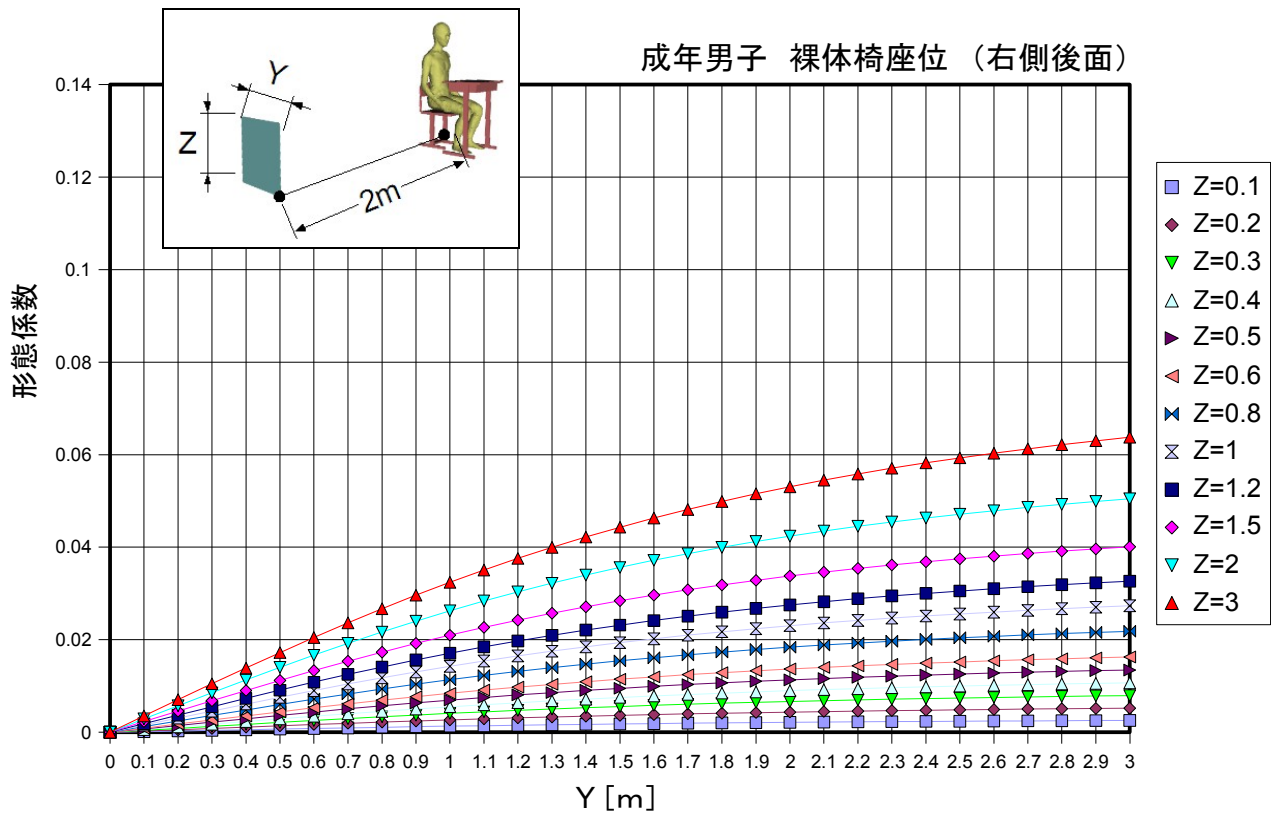


図 5-4-7 成人男子・裸体椅座位 2：右側後面の形態係数

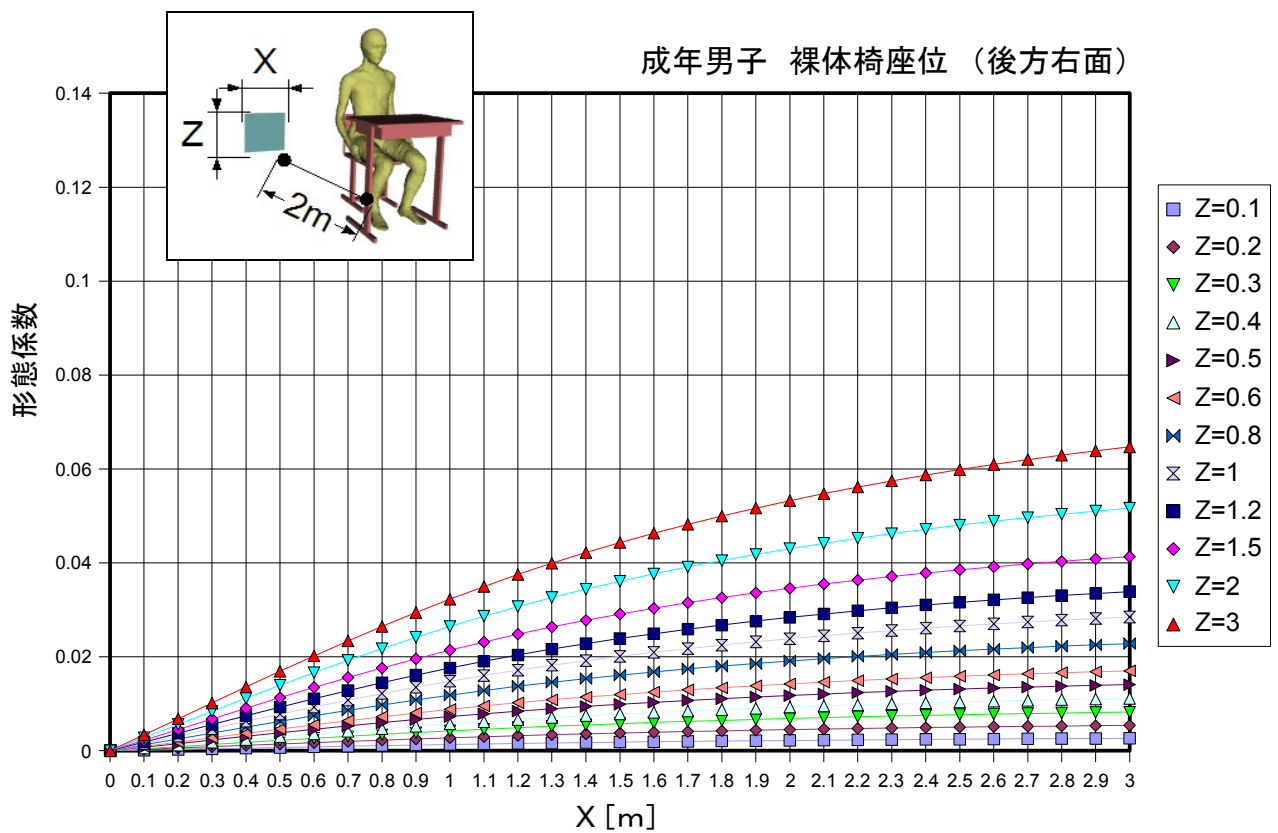


図 5-4-8 成人男子・裸体椅座位 2：後方右面の形態係数

- (5. 5 成人男子・着衣立位)
- (5. 6 成人男子・着衣椅座位)
- (5. 7 成人男子・着衣椅座位1) イス
- (5. 8 成人男子・着衣椅座位2) イス・机

(白紙)

5. 5 成人男子・着衣立位

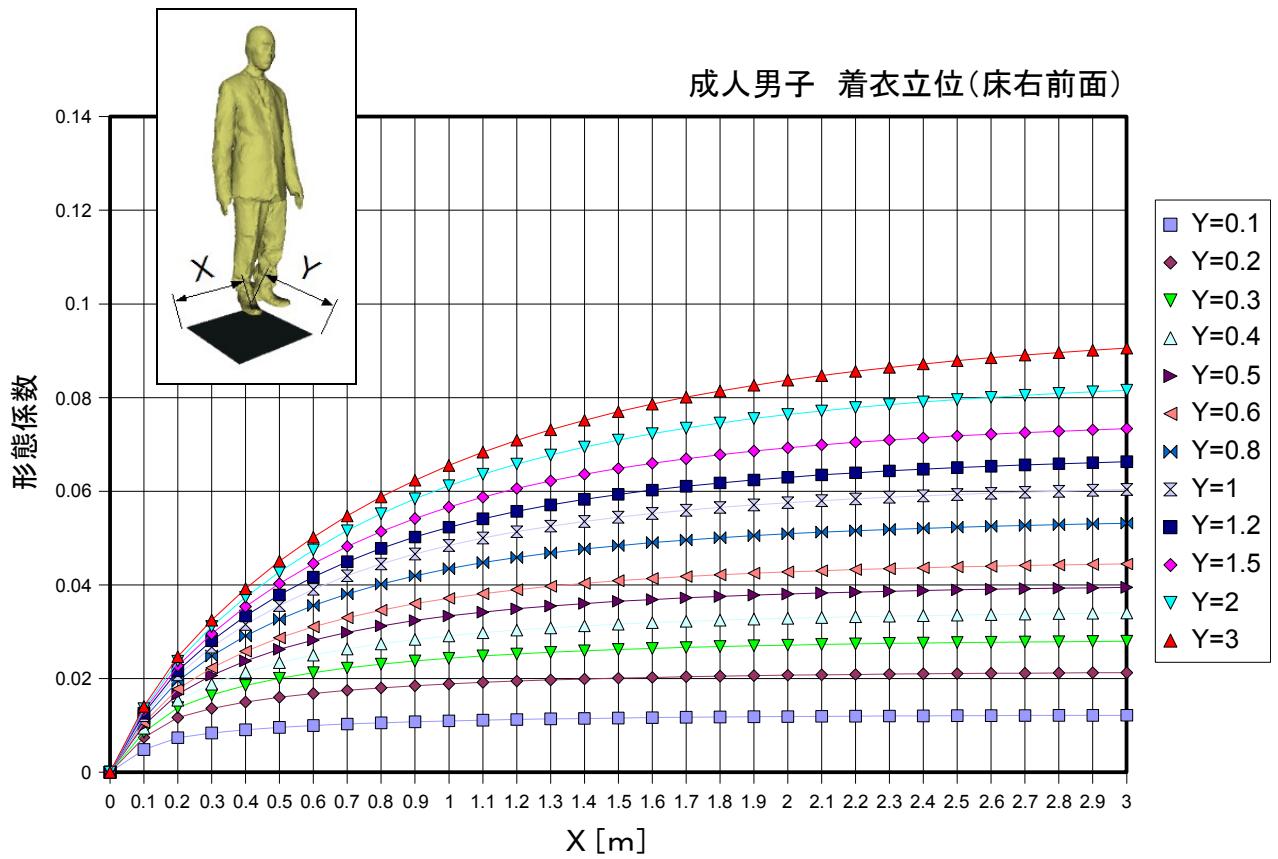


図 5-5-1 成人男子・着衣立位：床右前面の形態係数

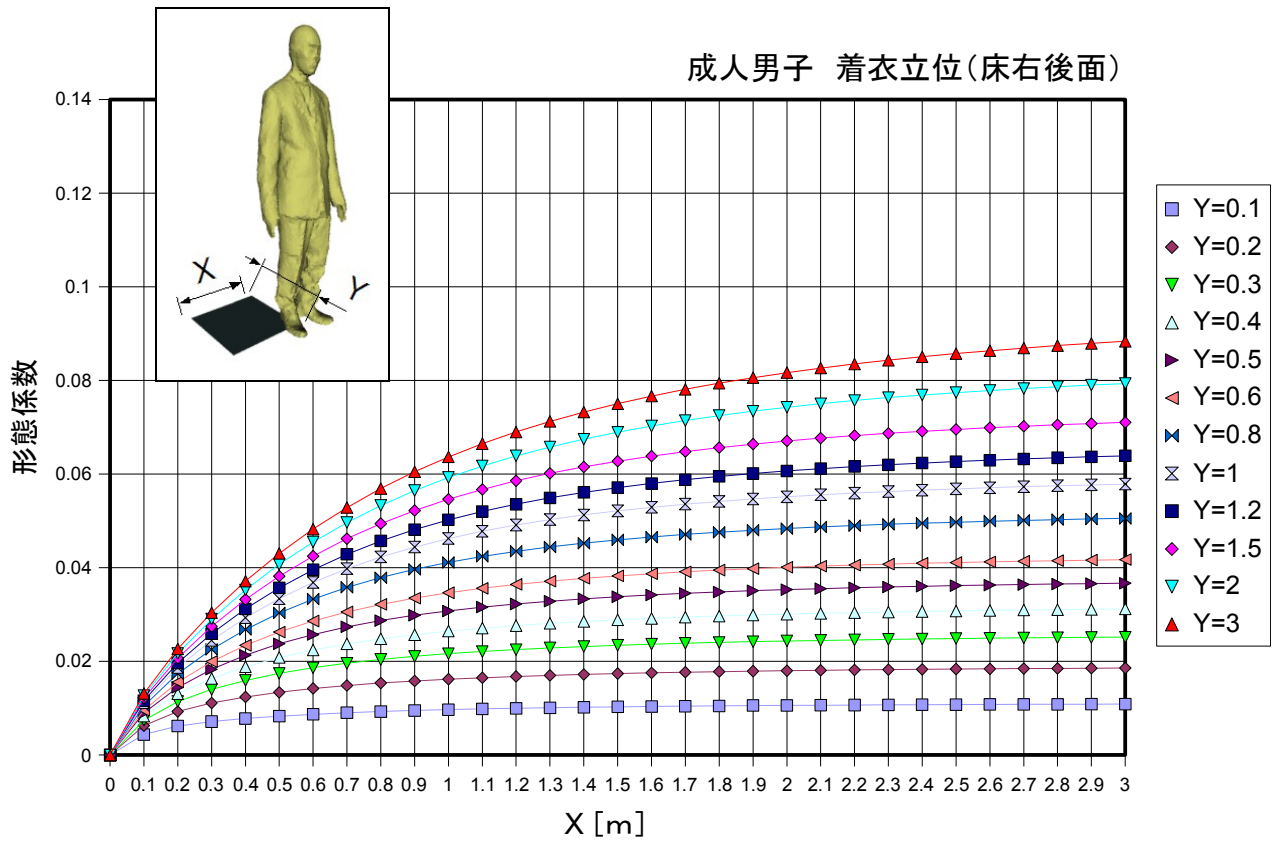


図 5-5-2 成人男子・着衣立位：床右後面の形態係数



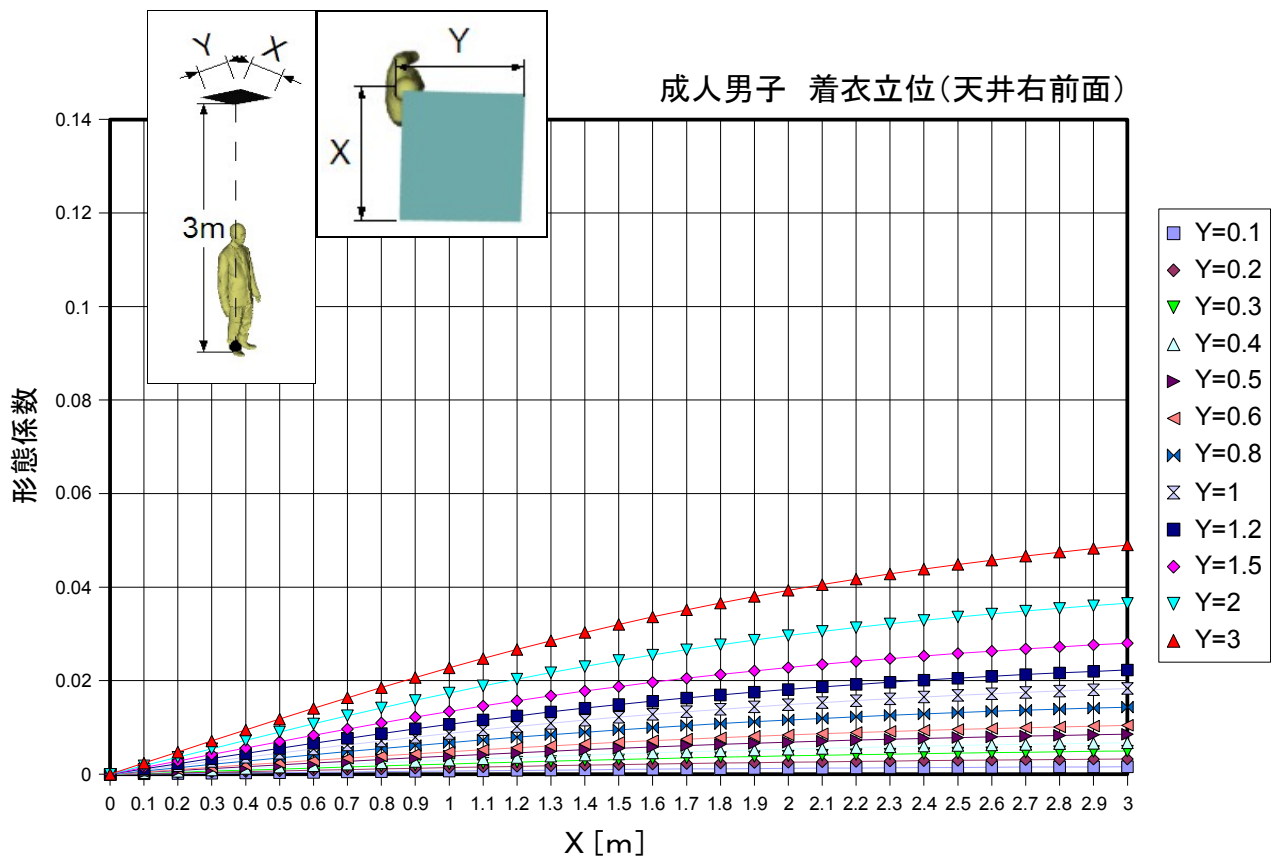


図 5-5-3 成人男子・着衣立位：天井右前面の形態係数

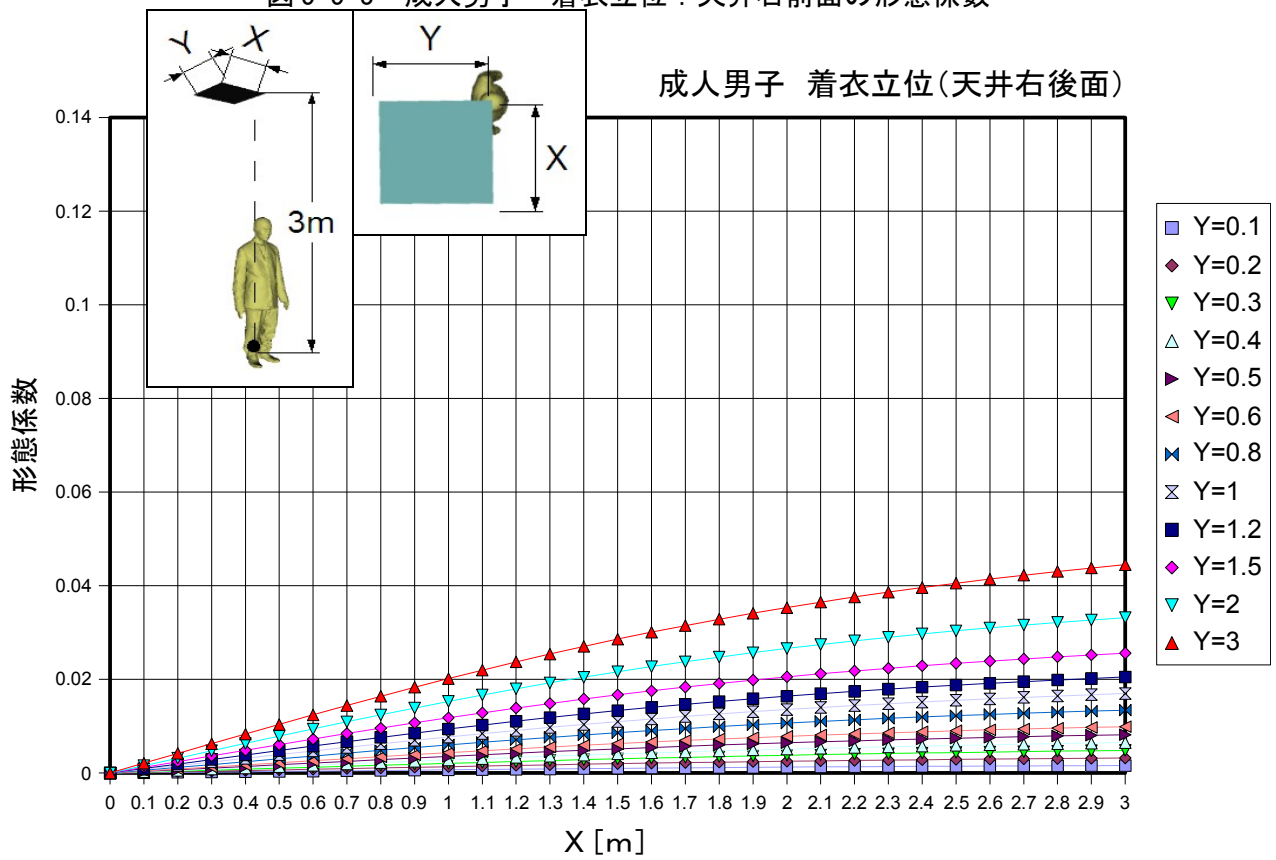


図 5-5-4 成人男子・着衣立位：天井右後面の形態係数

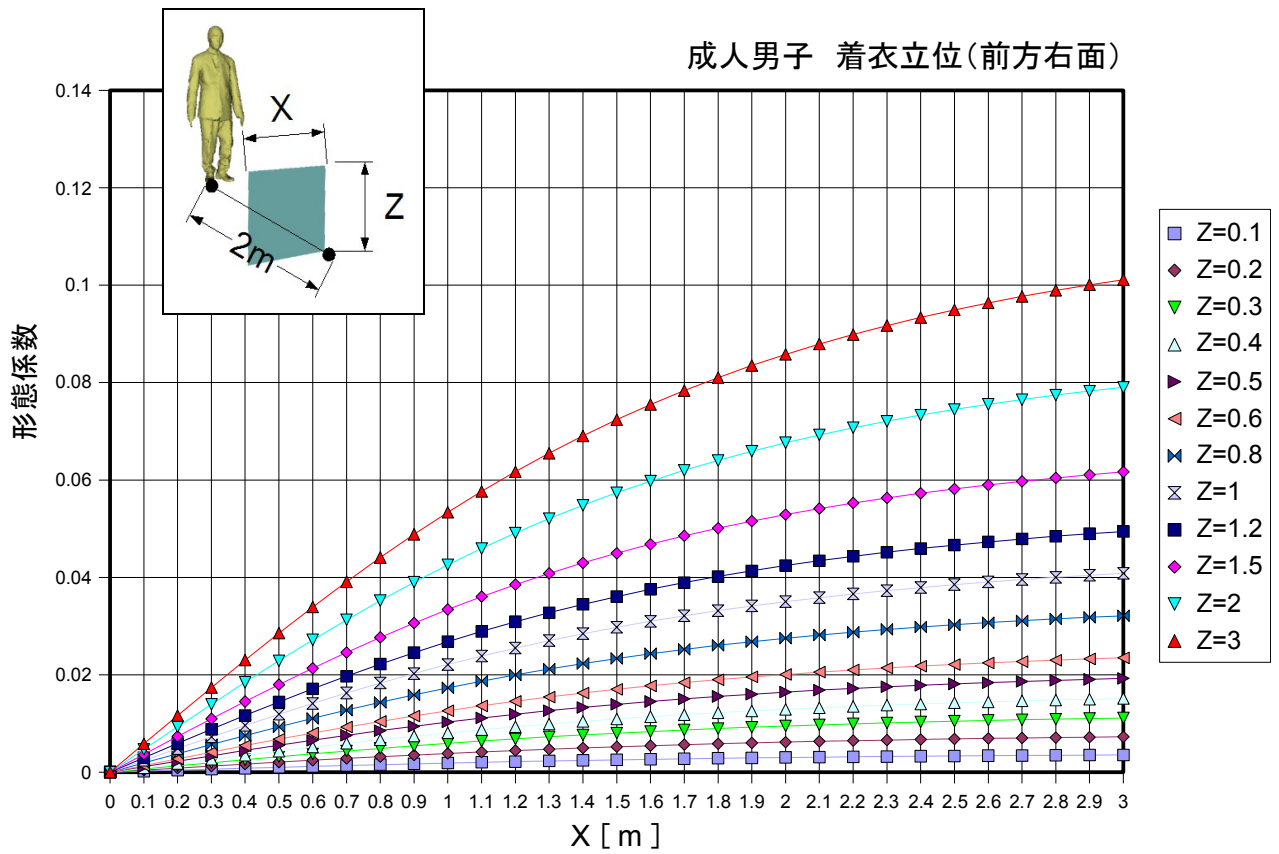


図 5-5-5 成人男子・着衣立位：前方右面の形態係数

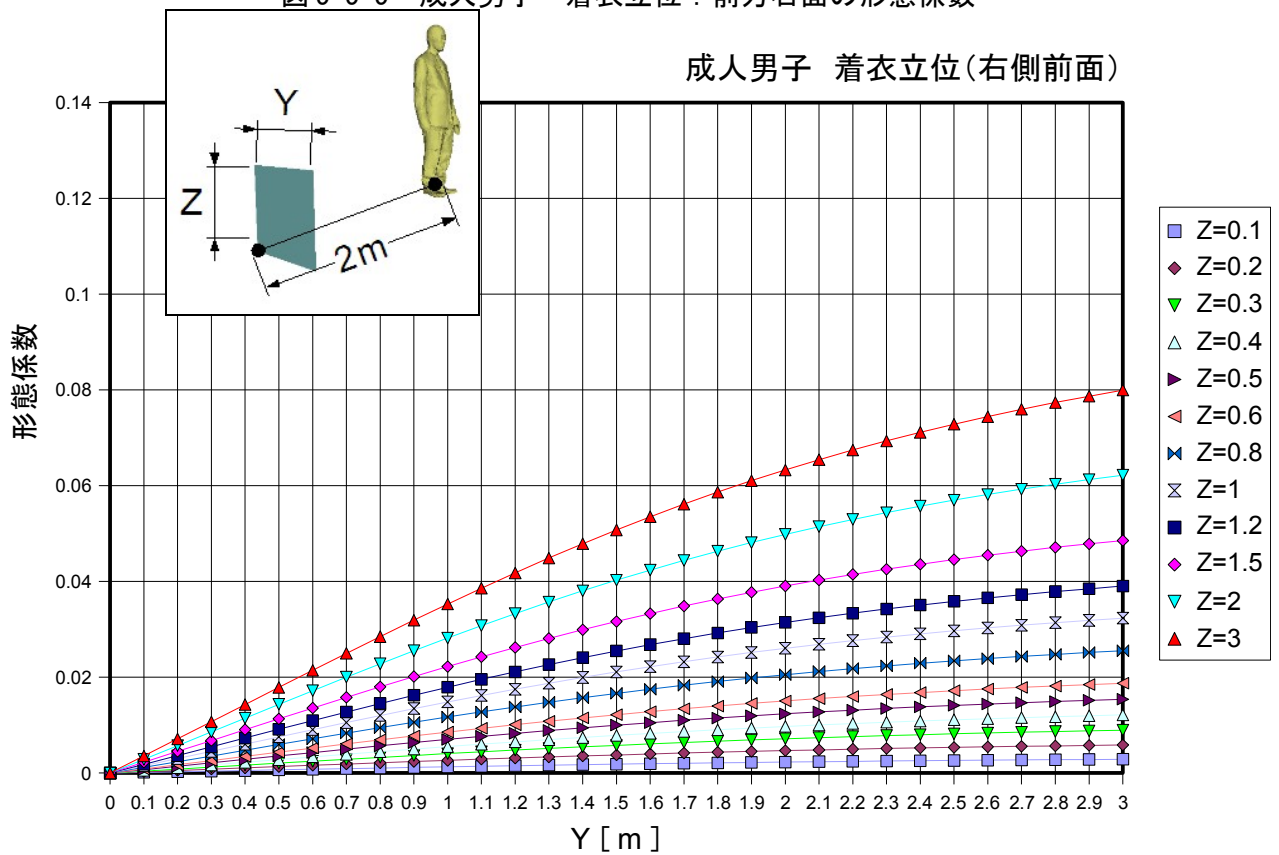


図 5-5-6 成人男子・着衣立位：右側前面の形態係数

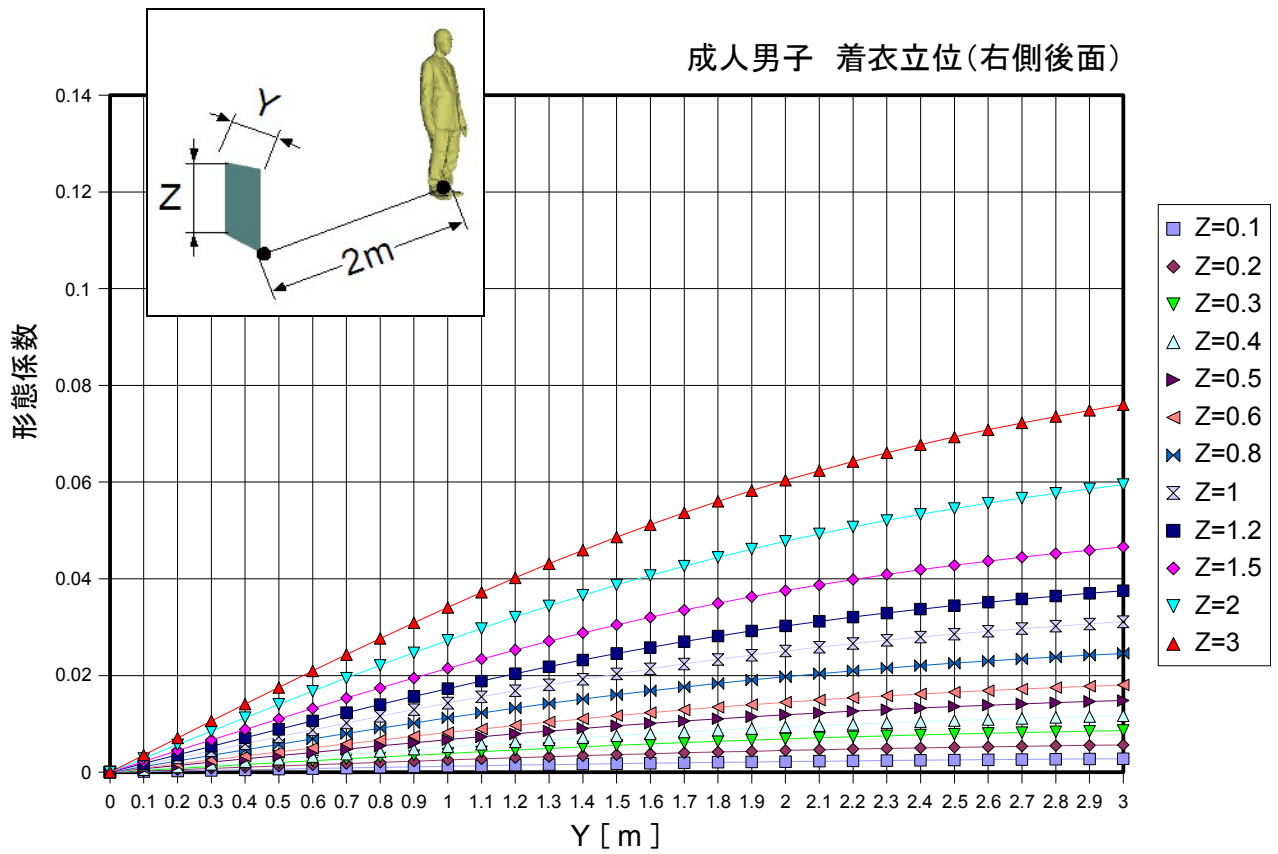


図 5-5-7 成人男子・着衣立位：右側後面の形態係数

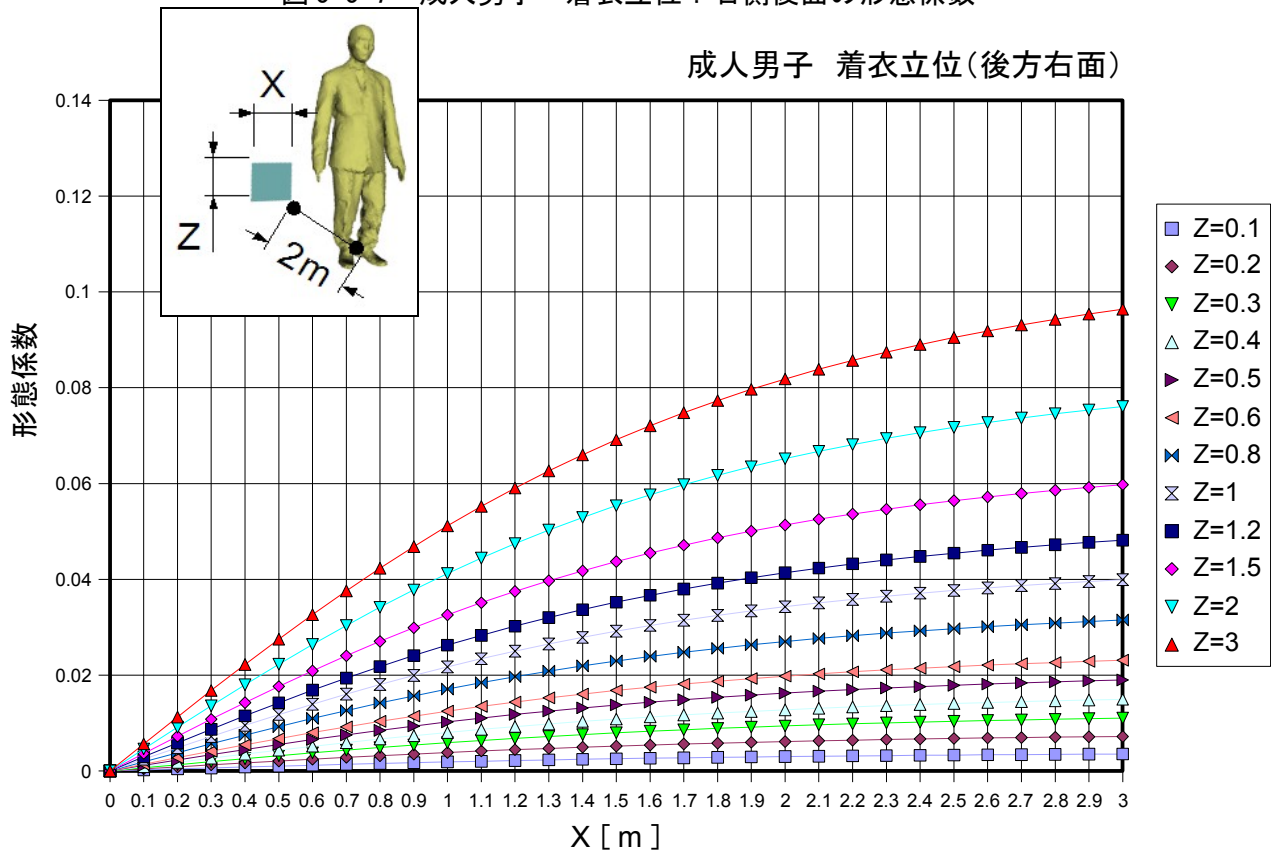


図 5-5-8 成人男子・着衣立位：後方右面の形態係数

5. 6 成人男子・着衣椅座位

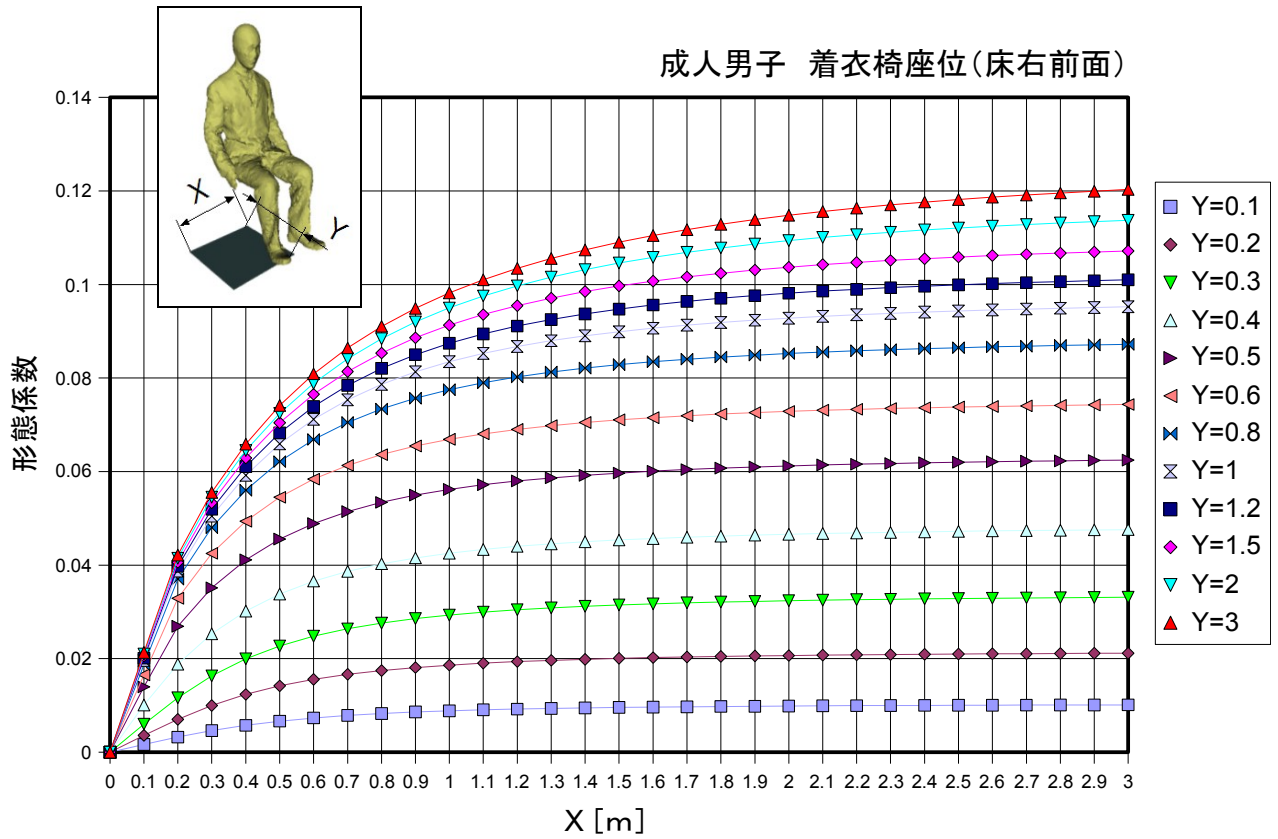


図 5-6-1 成人男子・着衣椅座位：床右前面の形態係数

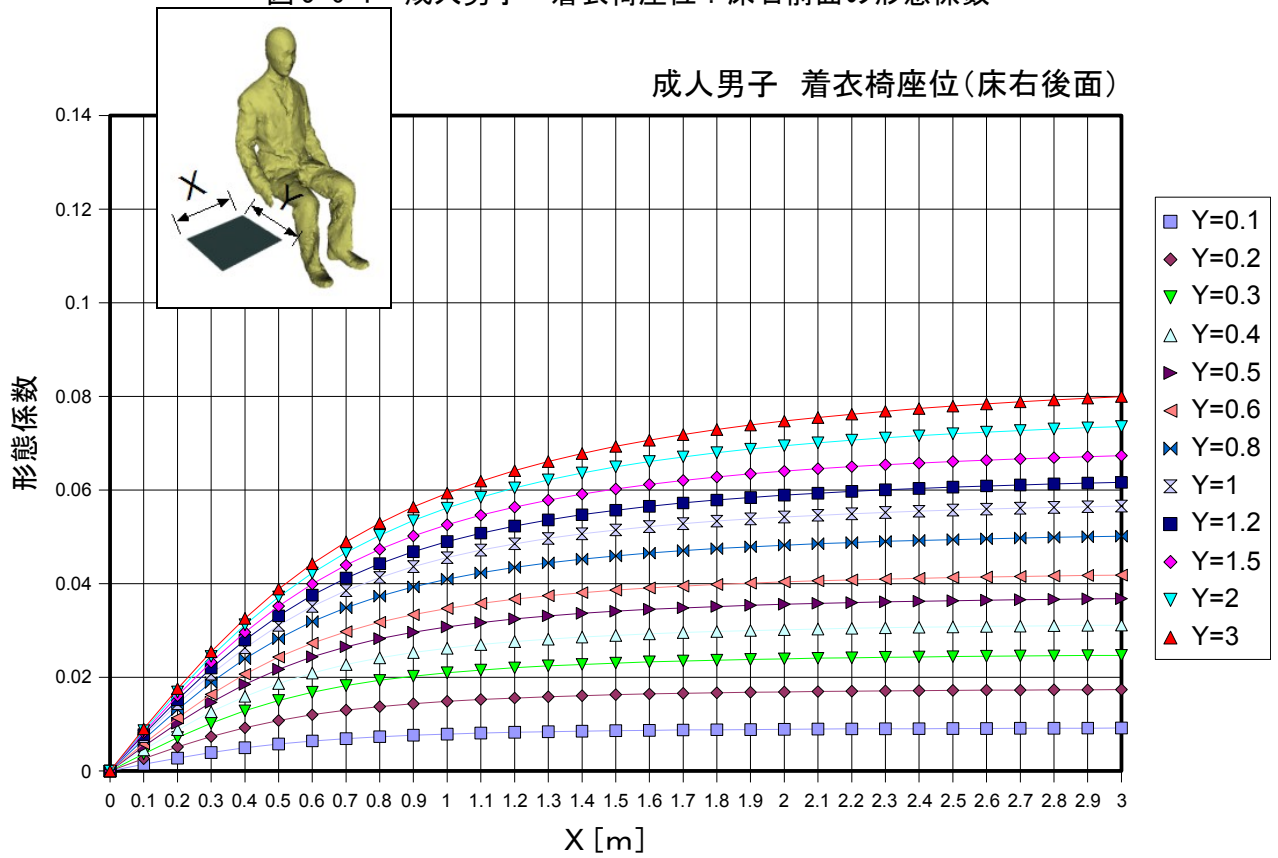


図 5-6-2 成人男子・着衣椅座位：床右後面の形態係数

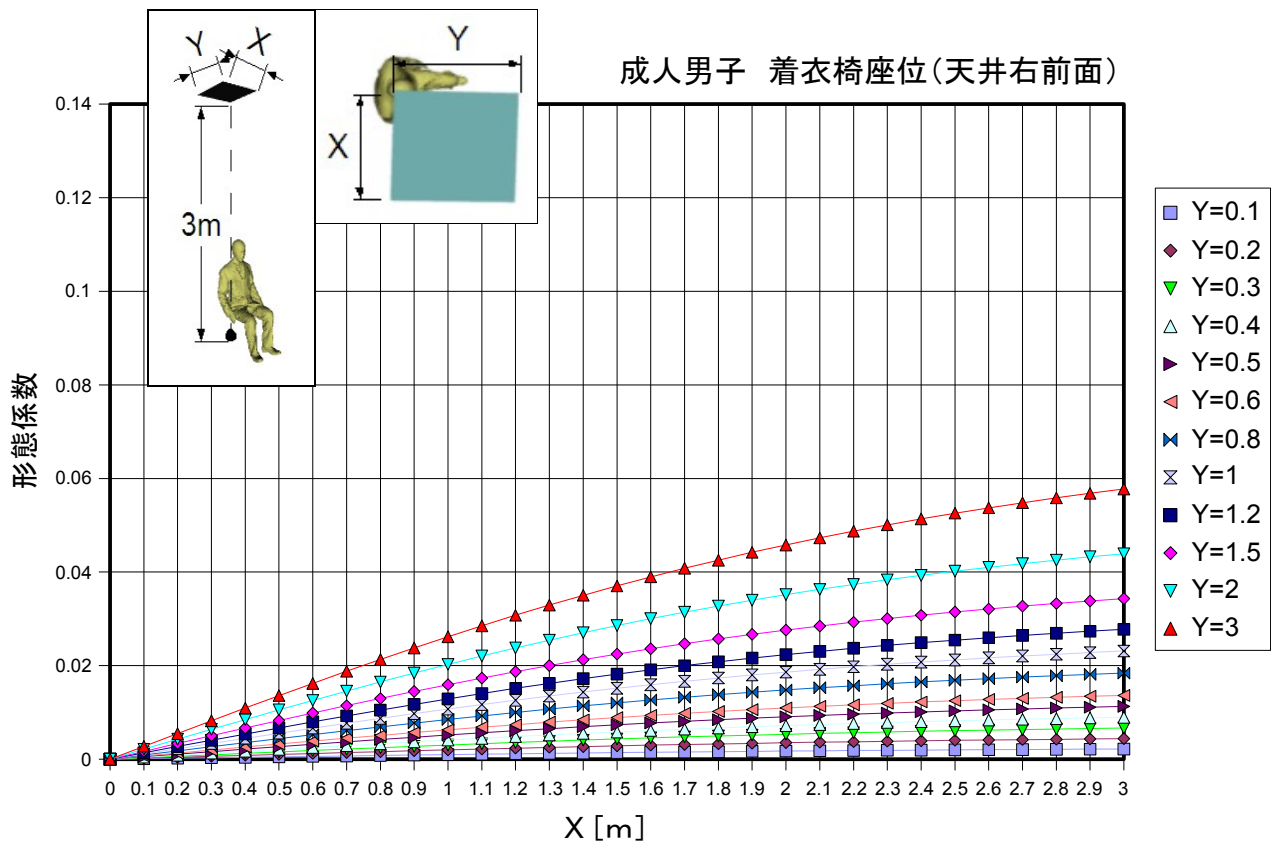


図 5-6-3 成人男子・着衣椅座位：天井右前面の形態係数

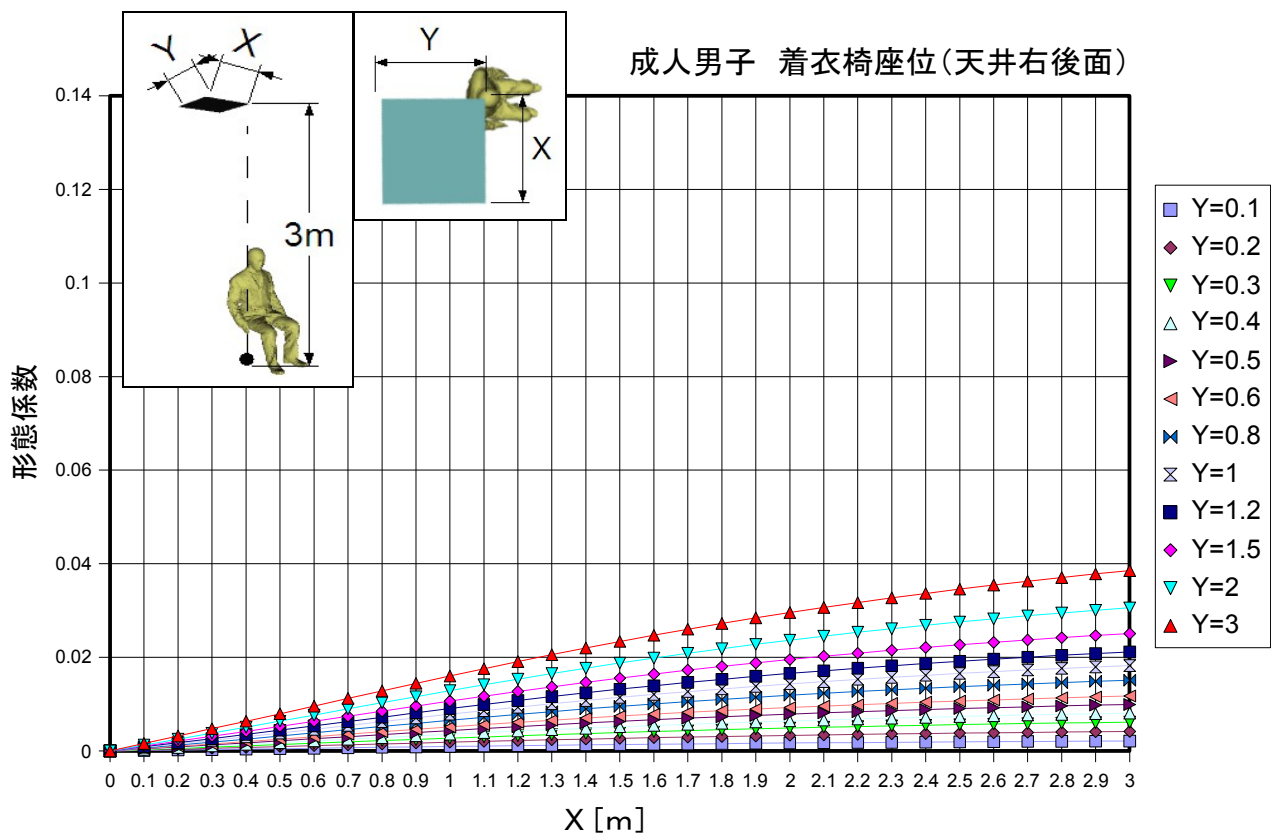


図 5-6-4 成人男子・着衣椅座位：天井右後面の形態係数

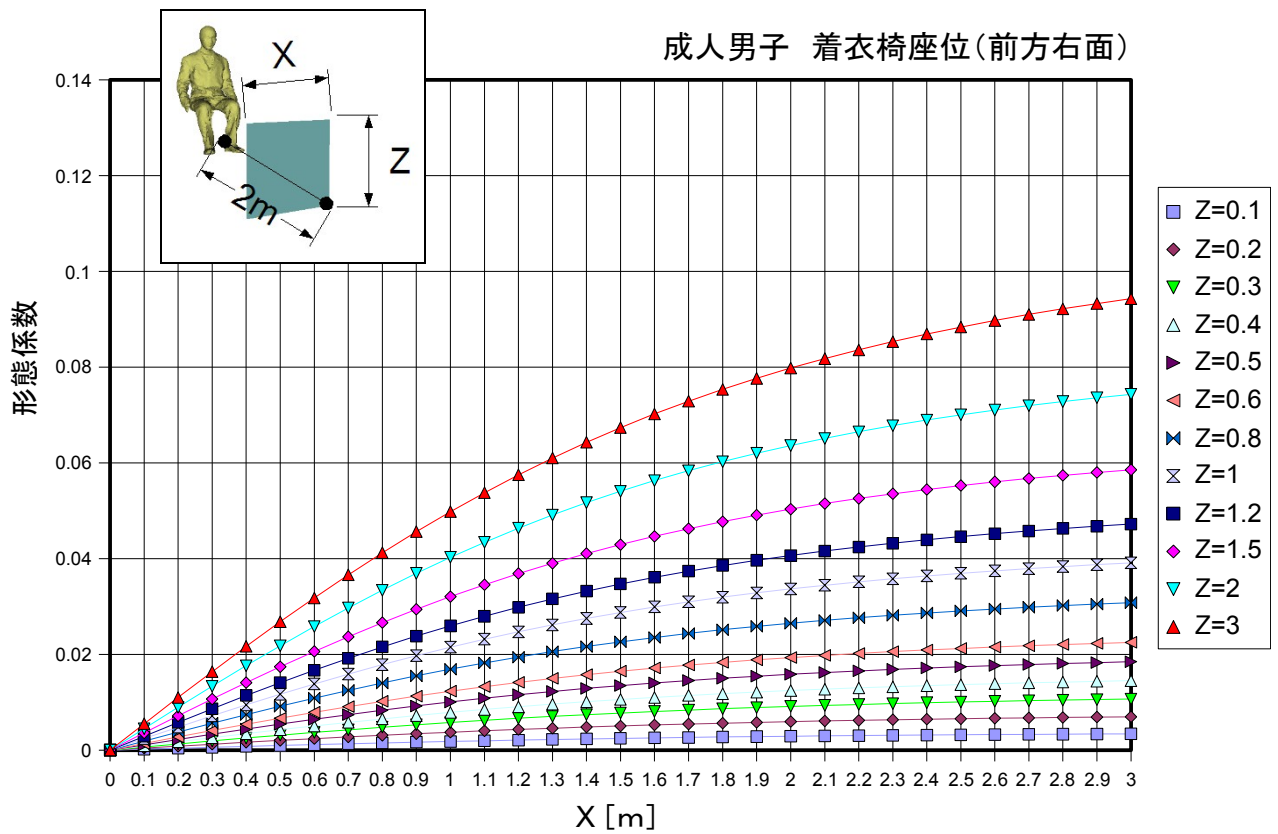


図 5-6-5 成人男子・着衣椅座位：前方右面の形態係数

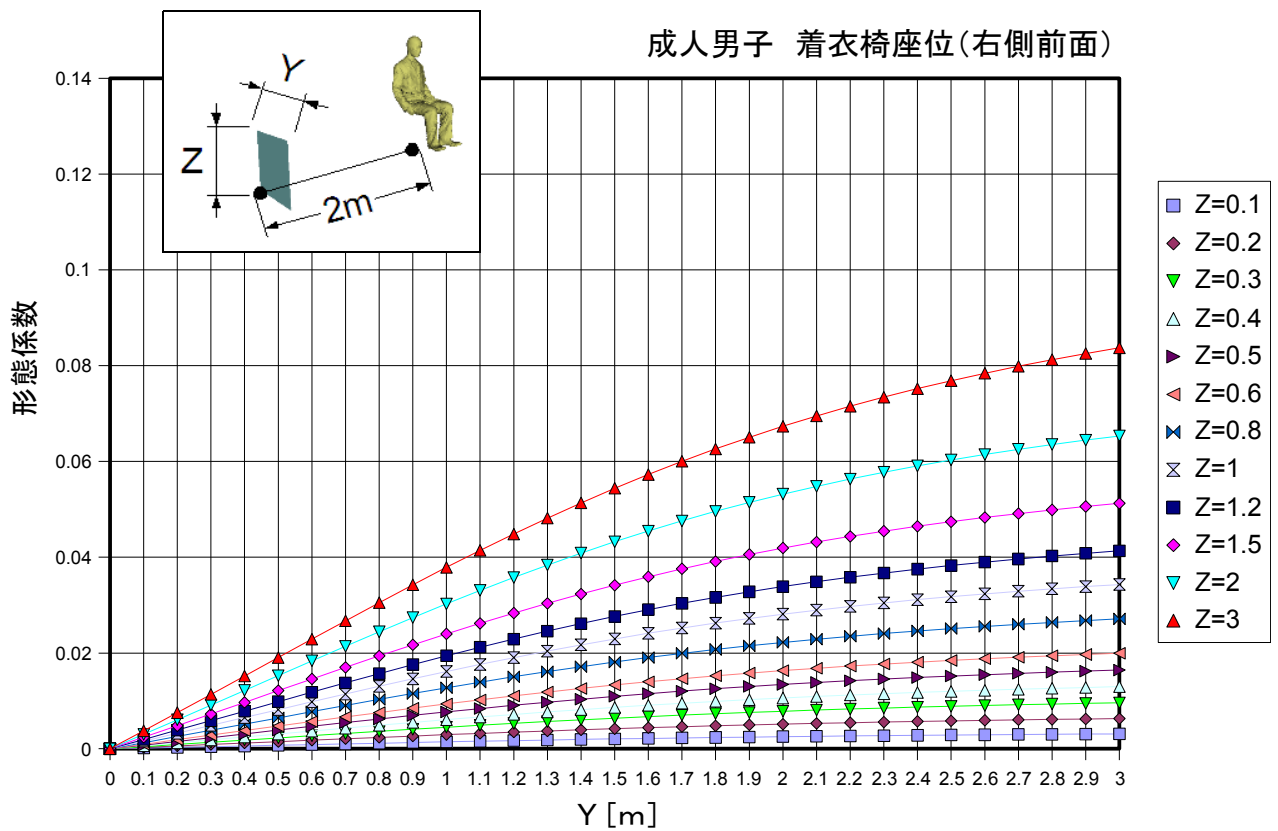


図 5-6-6 成人男子・着衣椅座位：右側前面の形態係数

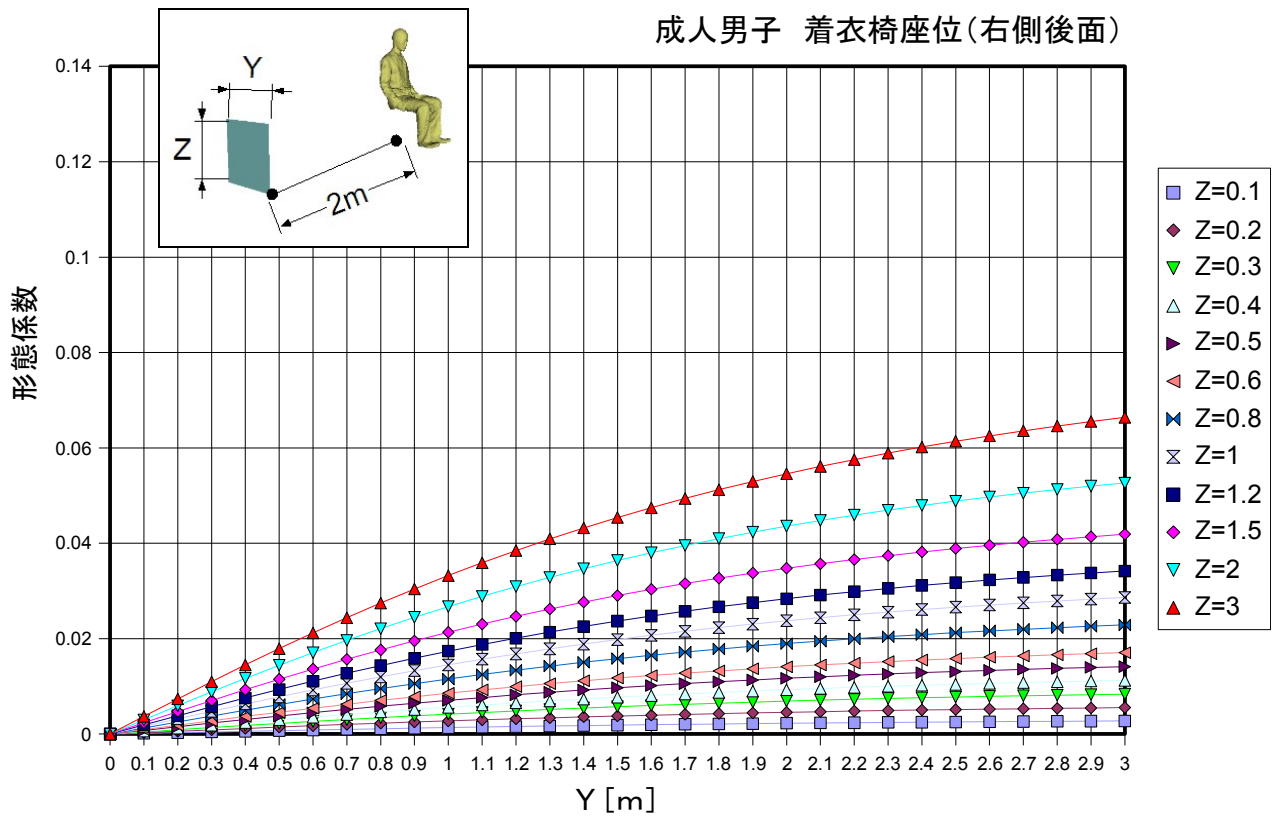


図 5-6-7 成人男子・着衣椅座位：右側後面の形態係数

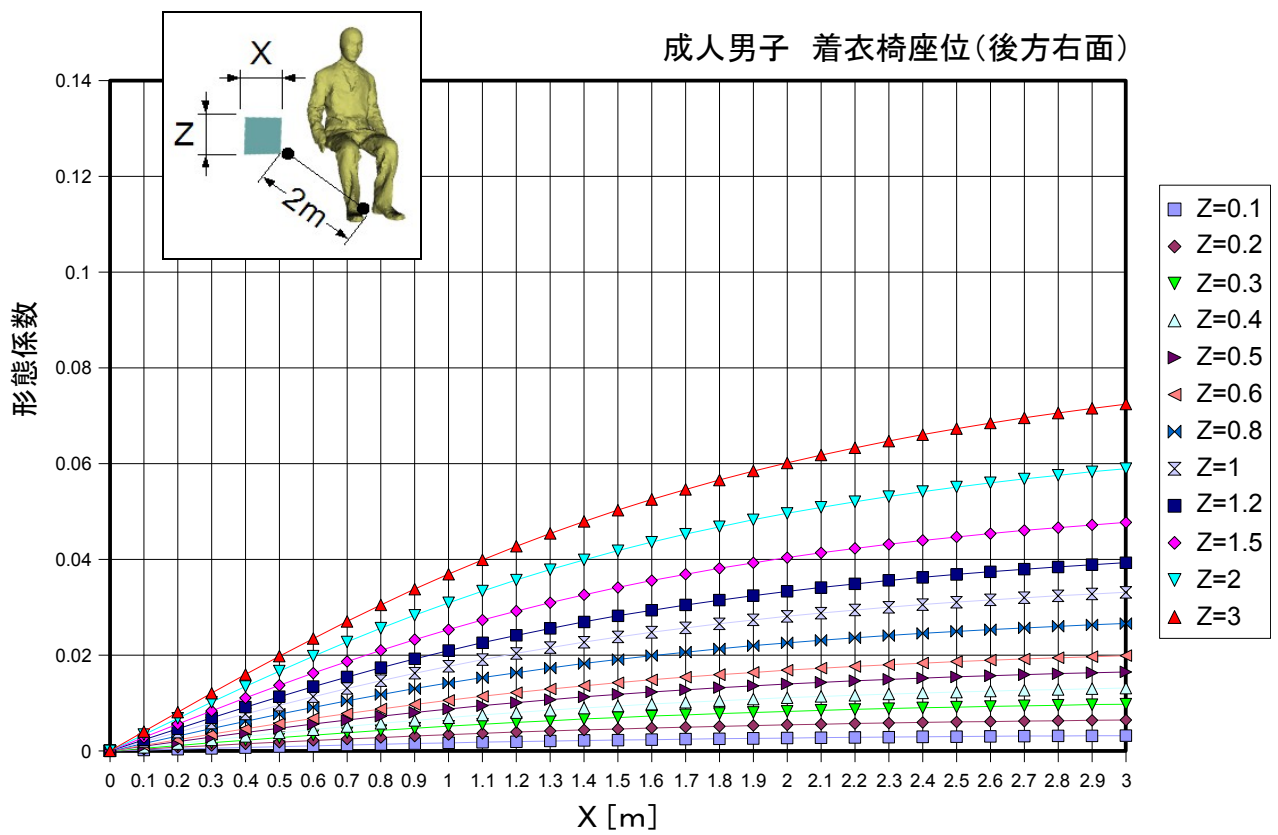


図 5-6-8 成人男子・着衣椅座位：後方右面の形態係数



5. 7 成人男子・着衣椅座位 1

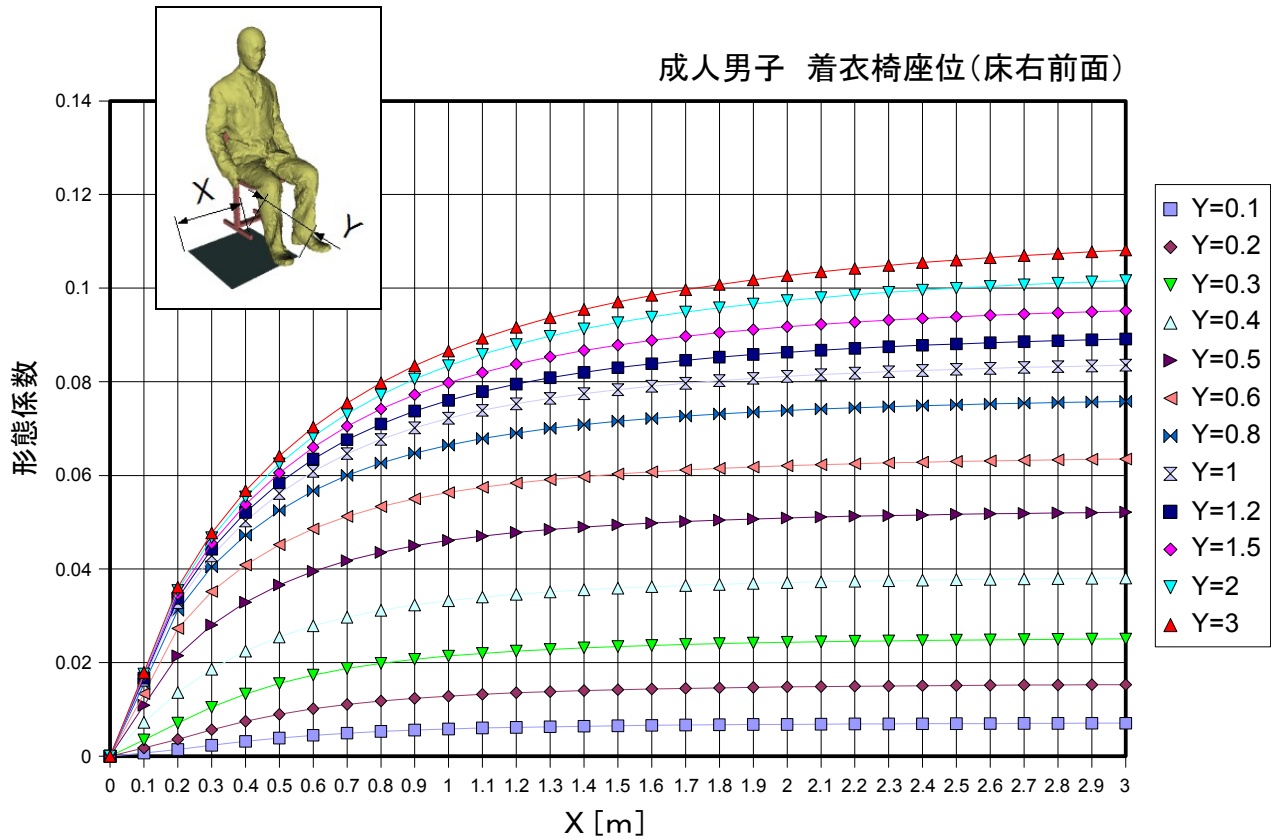


図 5-7-1 成人男子・着衣椅座位 1：床右前面の形態係数

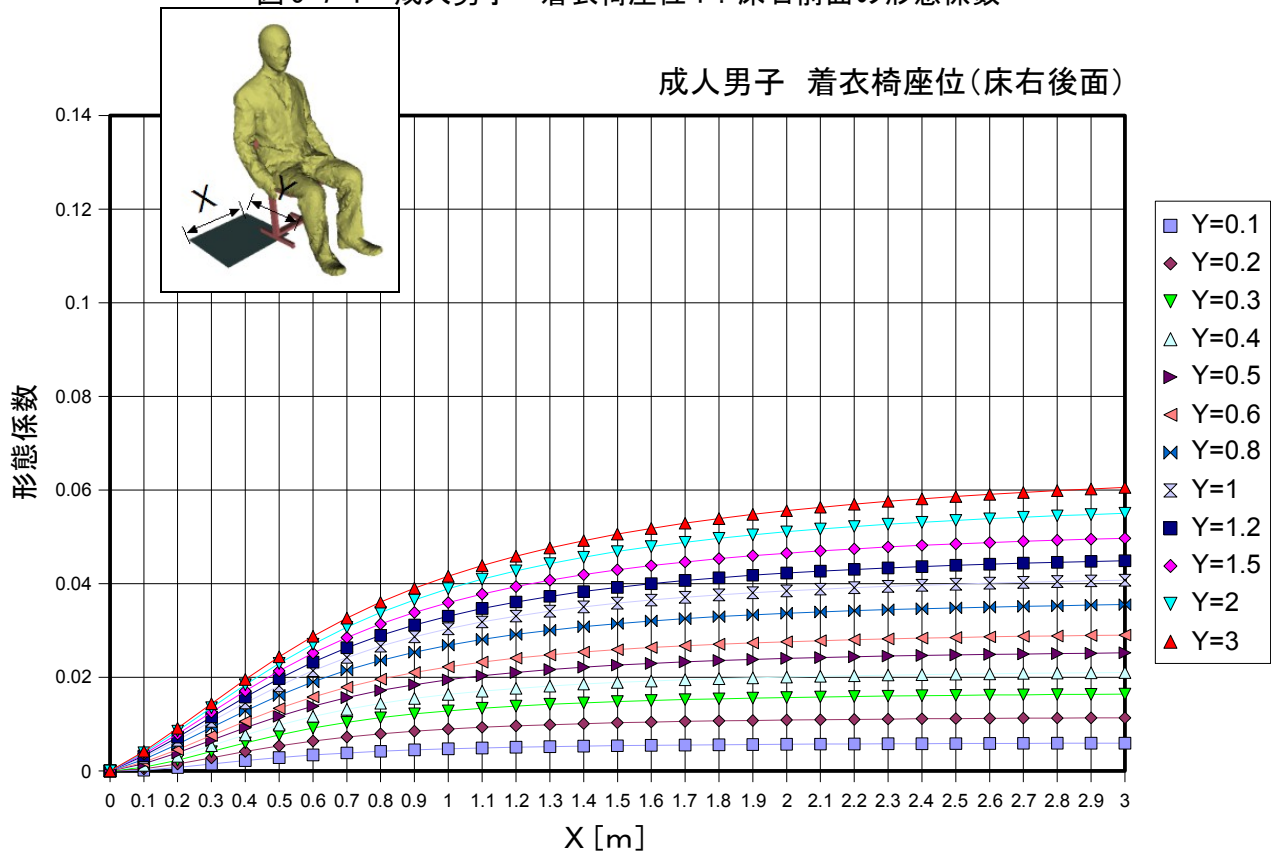


図 5-7-2 成人男子・着衣椅座位 1：床右後面の形態係数



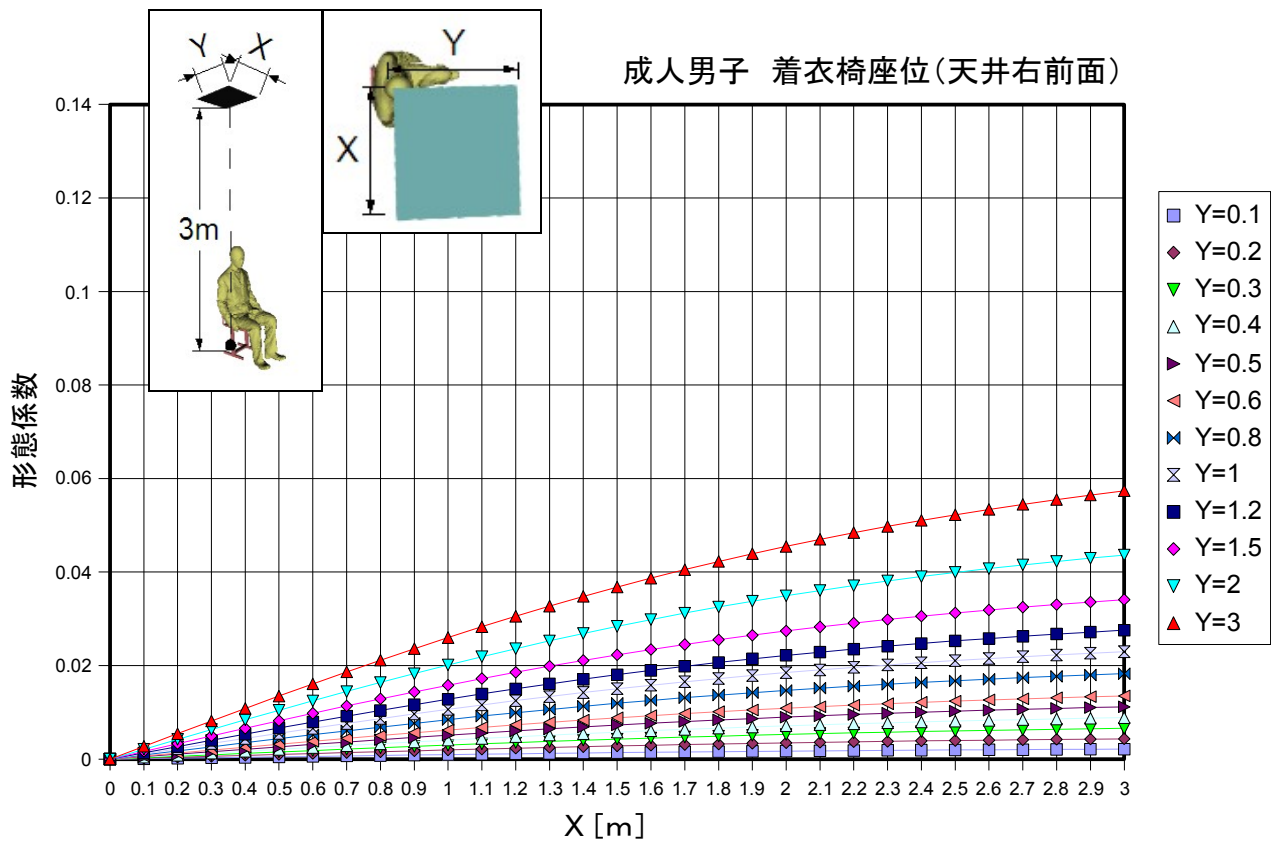


図5-7-3 成人男子・着衣椅座位1：天井右前面の形態係数

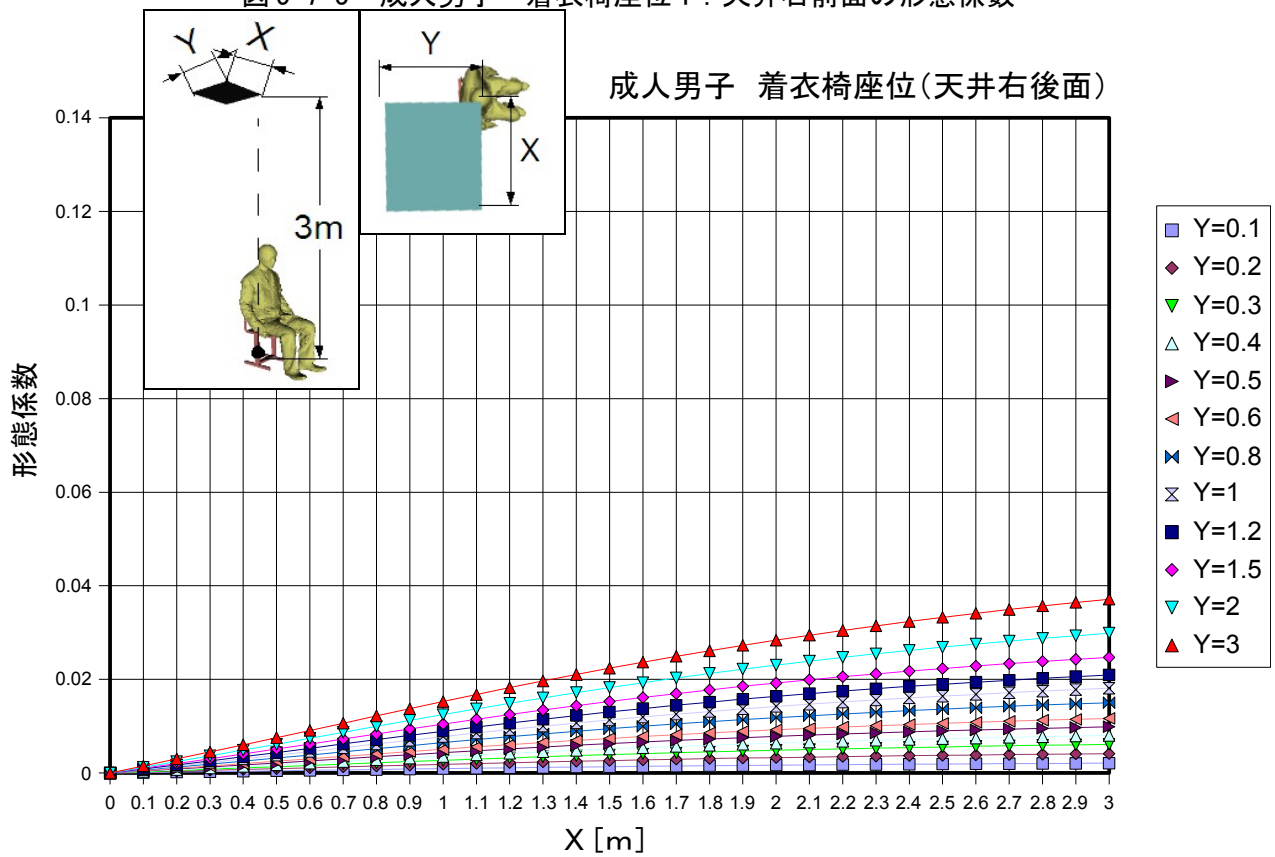


図5-7-4 成人男子・着衣椅座位1：天井右後面の形態係数

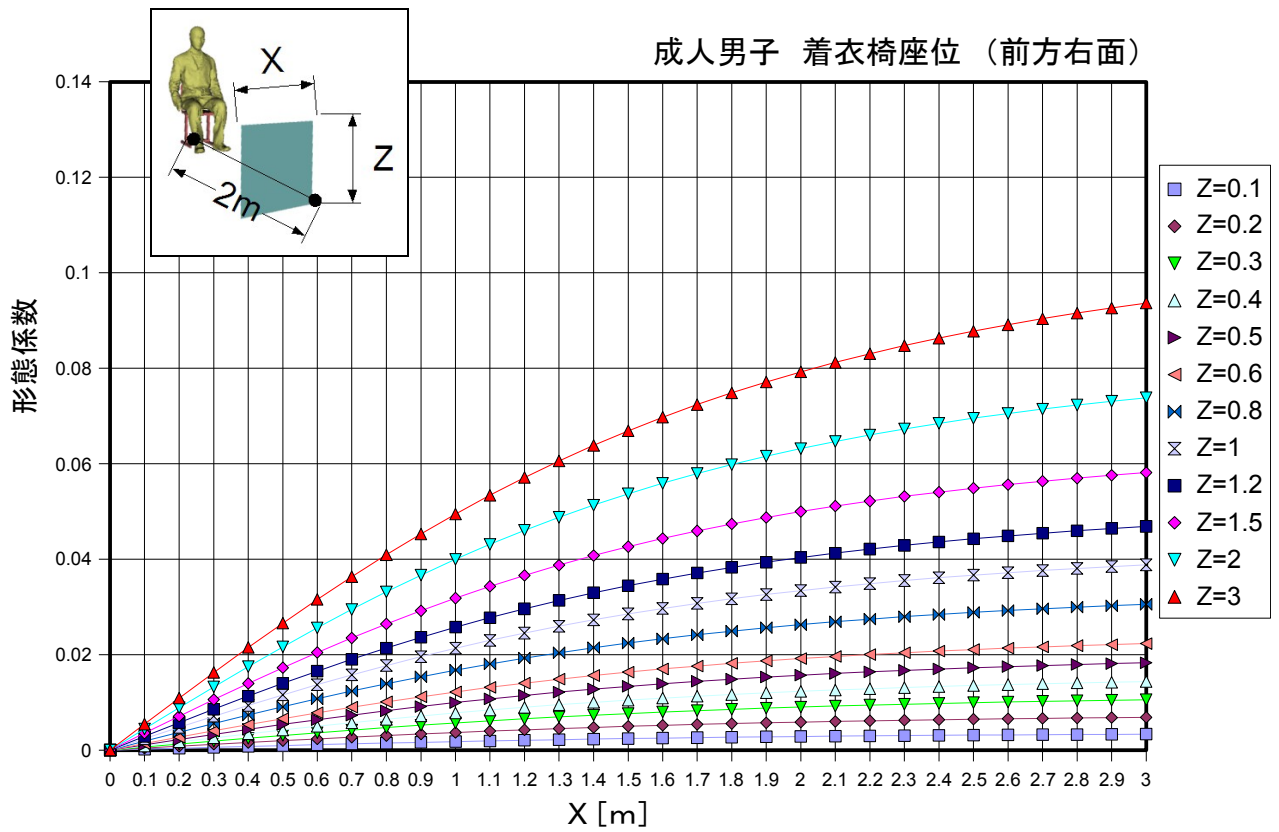


図 5-7-5 成人男子・着衣椅座位 1 : 前方右面の形態係数

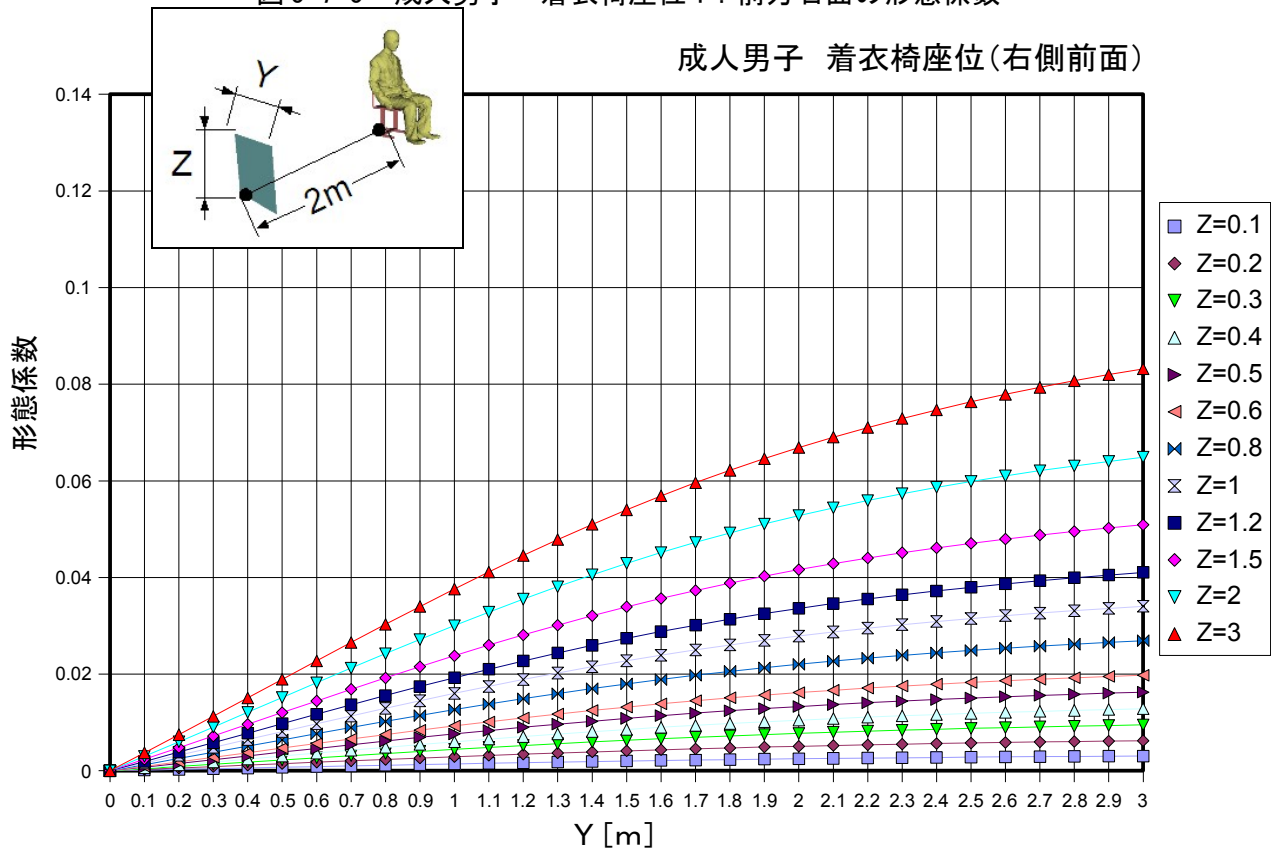


図 5-7-6 成人男子・着衣椅座位 1 : 右側前面の形態係数

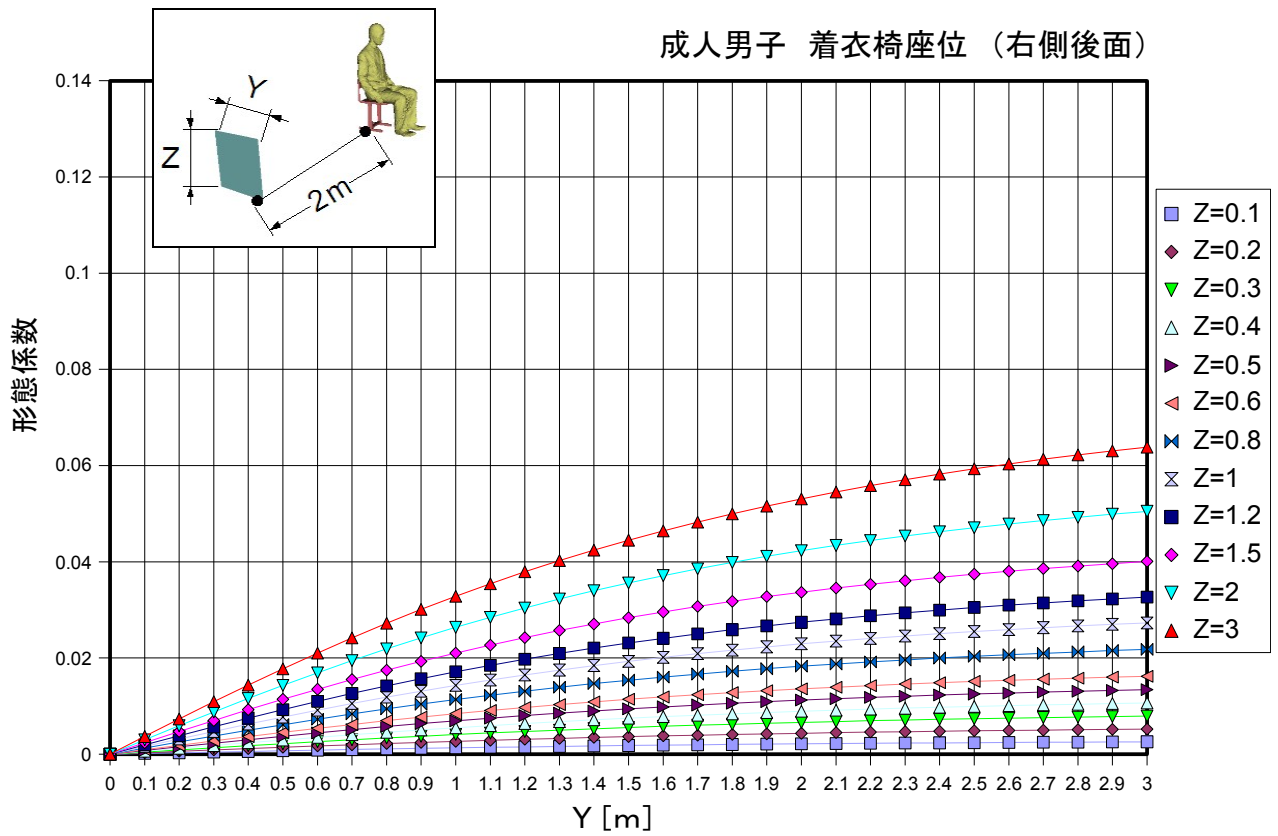


図 5-7-7 成人男子・着衣椅座位 1：右側後面の形態係数

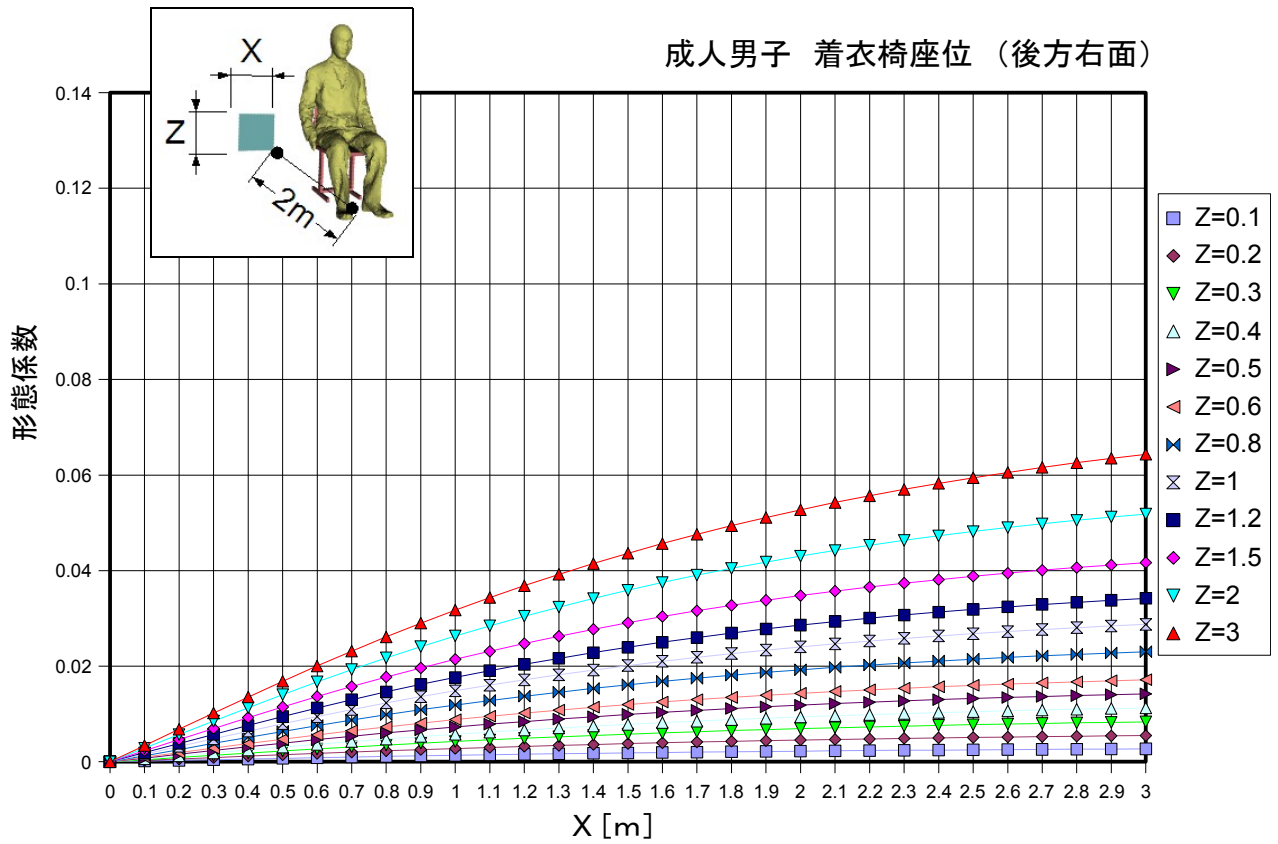


図 5-8-8 成人男子・着衣椅座位 1：後方右面の形態係数

5. 8 成人男子・着衣椅座位 2

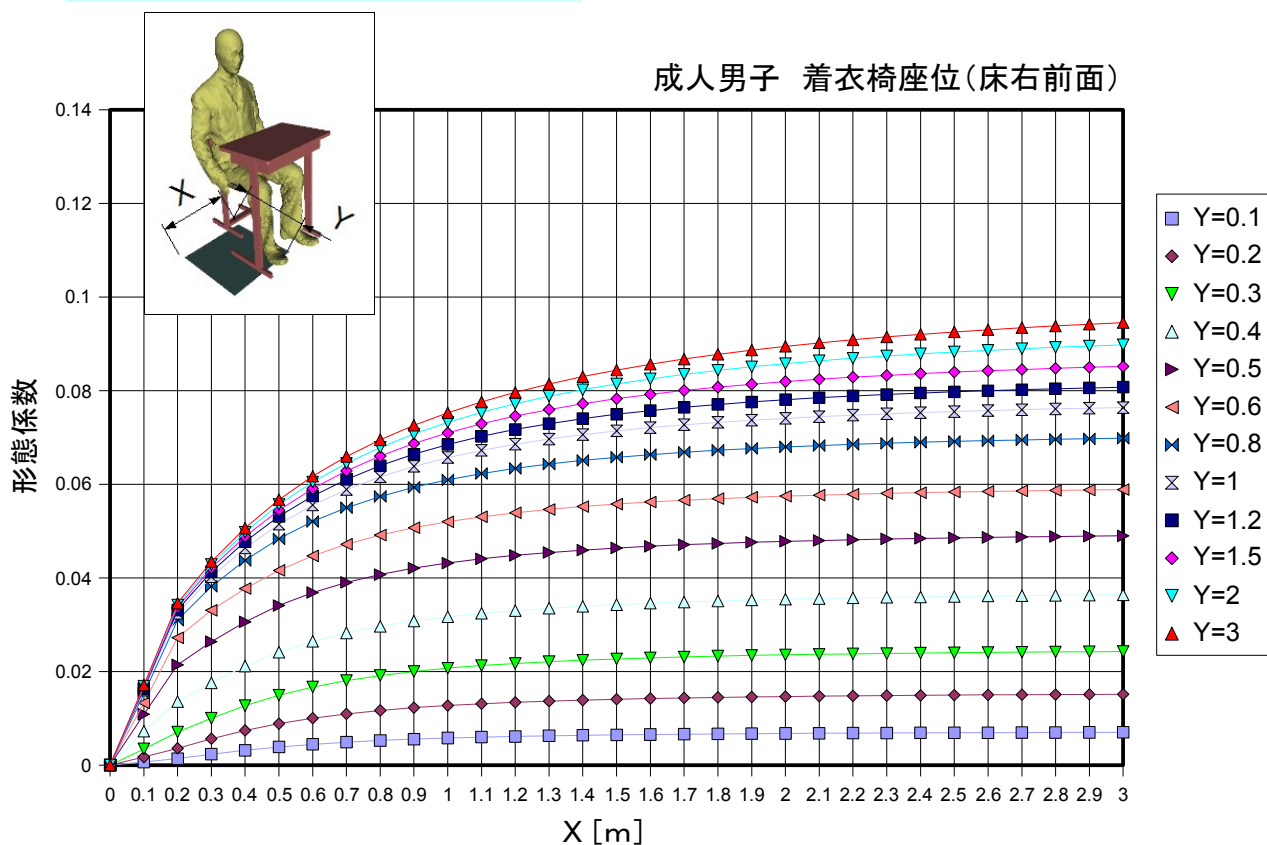


図 5-8-1 成人男子・着衣椅座位 2 : 床右前面の形態係数

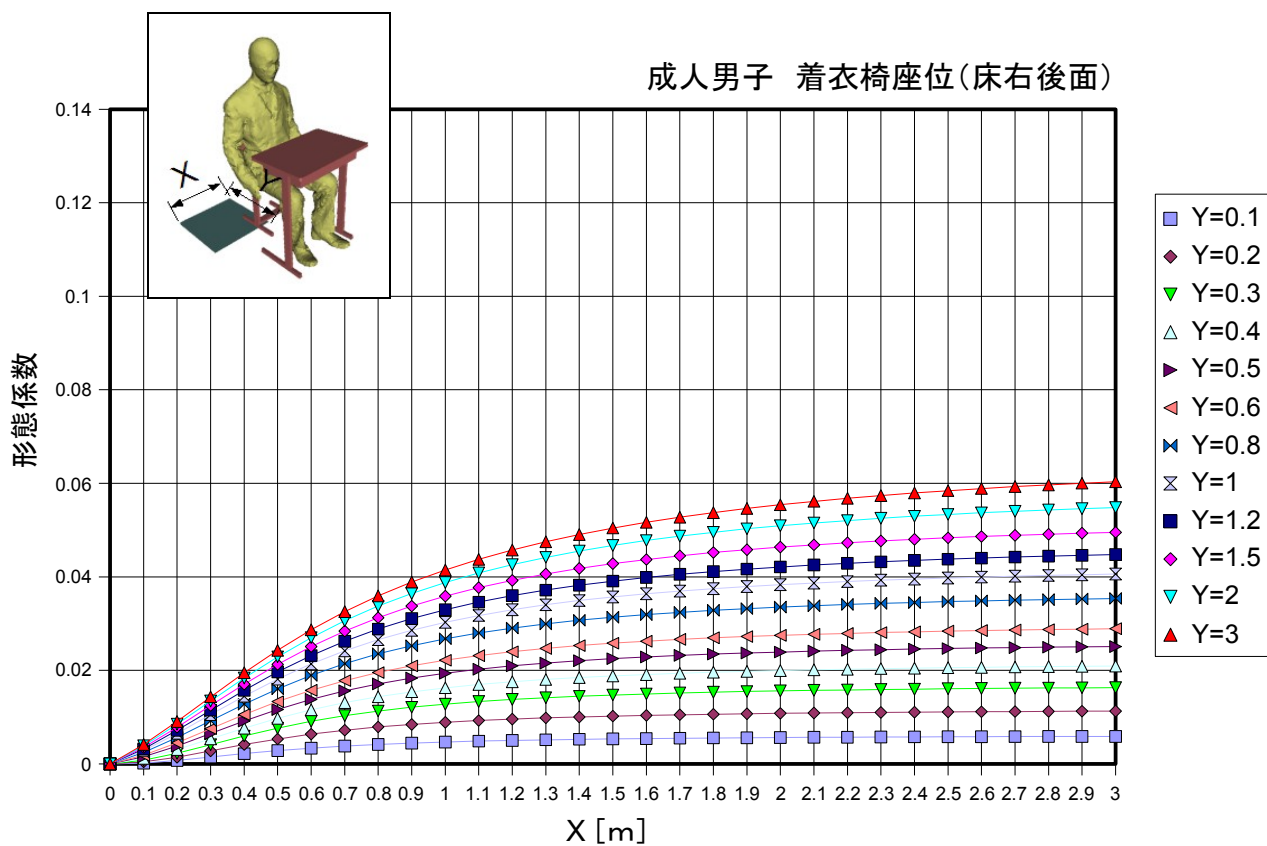


図 5-8-2 成人男子・着衣椅座位 2 : 床右前面の形態係数

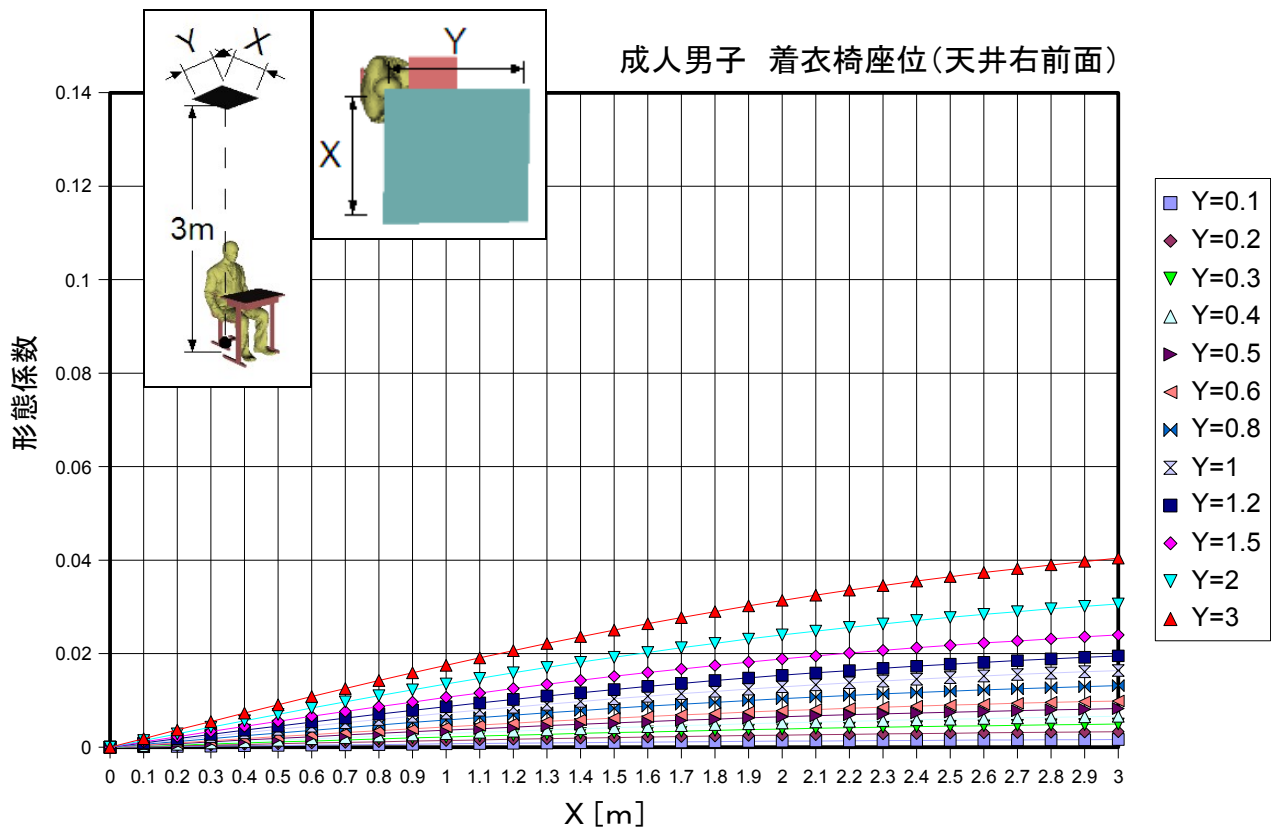


図5-8-3 成人男子・着衣椅座位2：天井右前面の形態係数

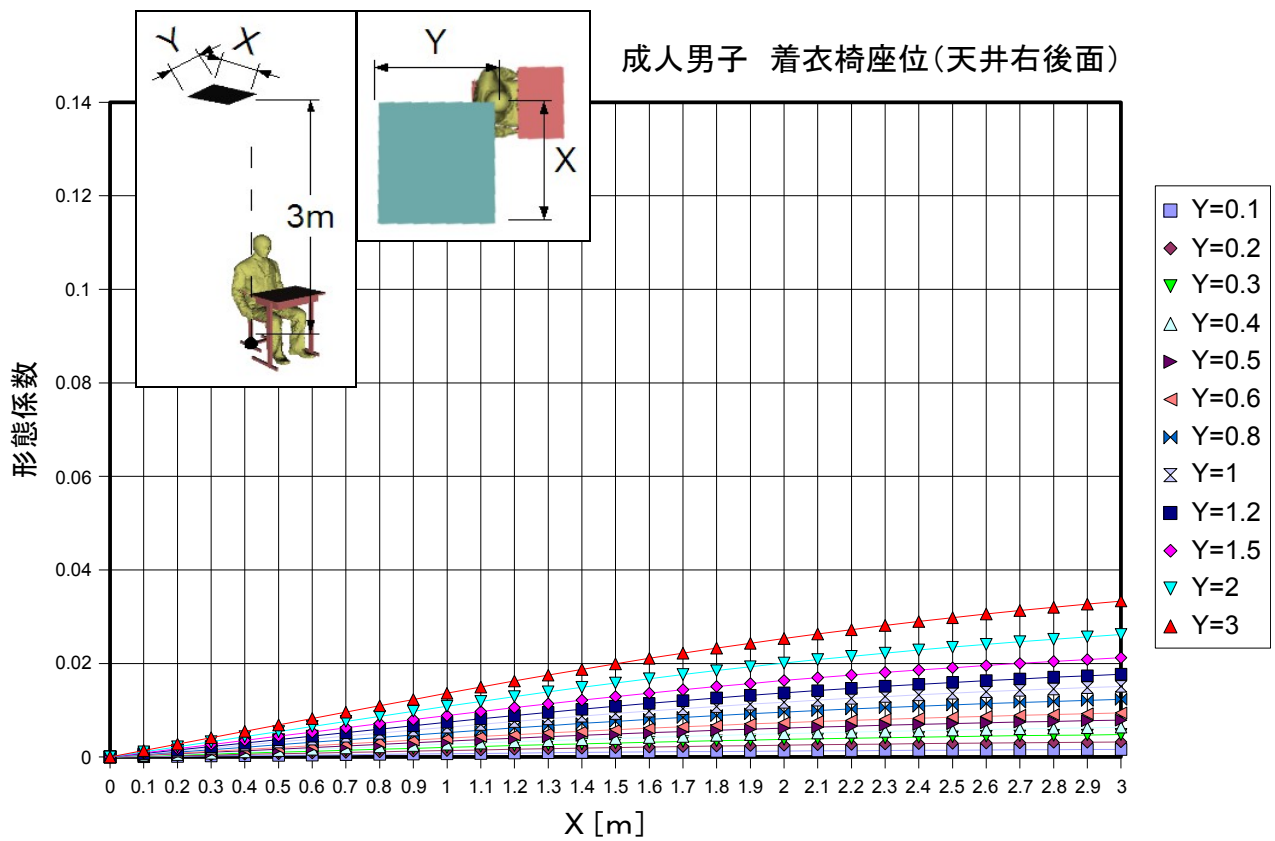


図5-8-4 成人男子・着衣椅座位2：天井右後面の形態係数

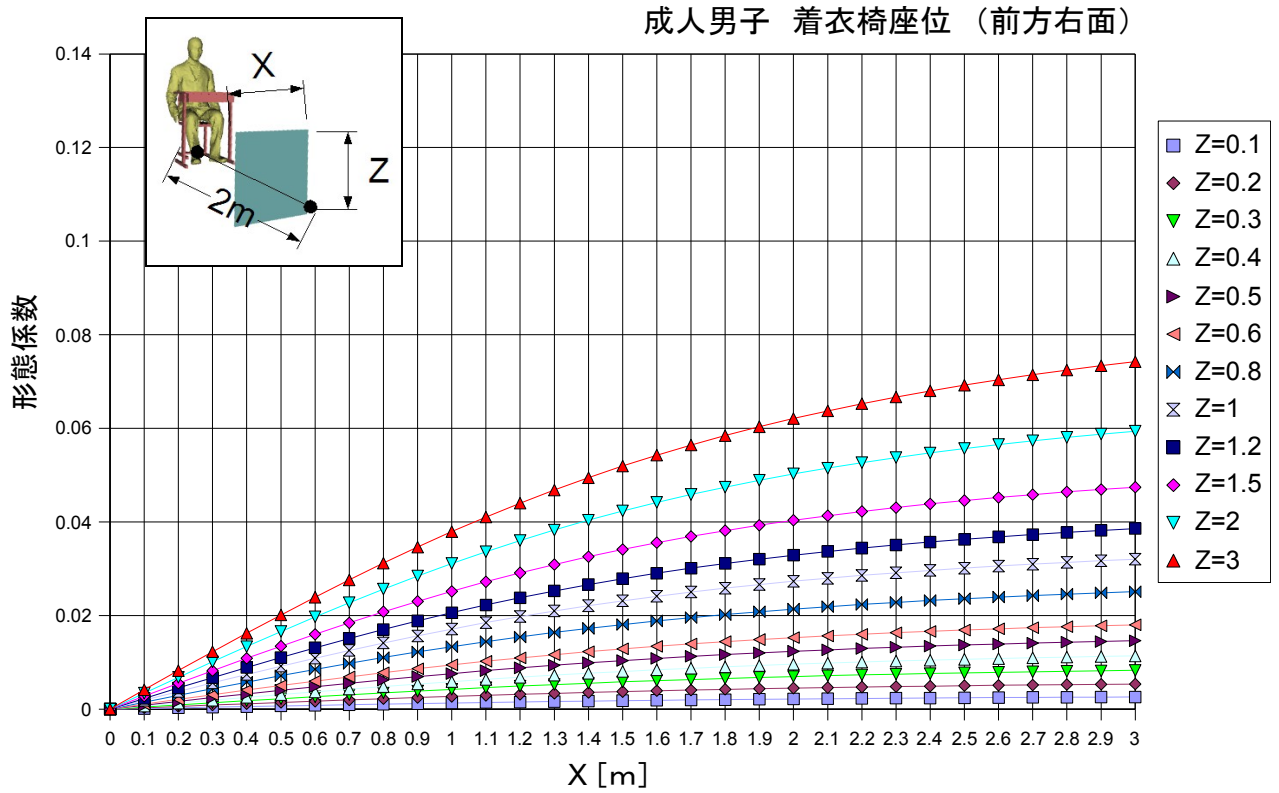


図 5-8-5 成人男子・着衣椅座位 2：前方右面の形態係数

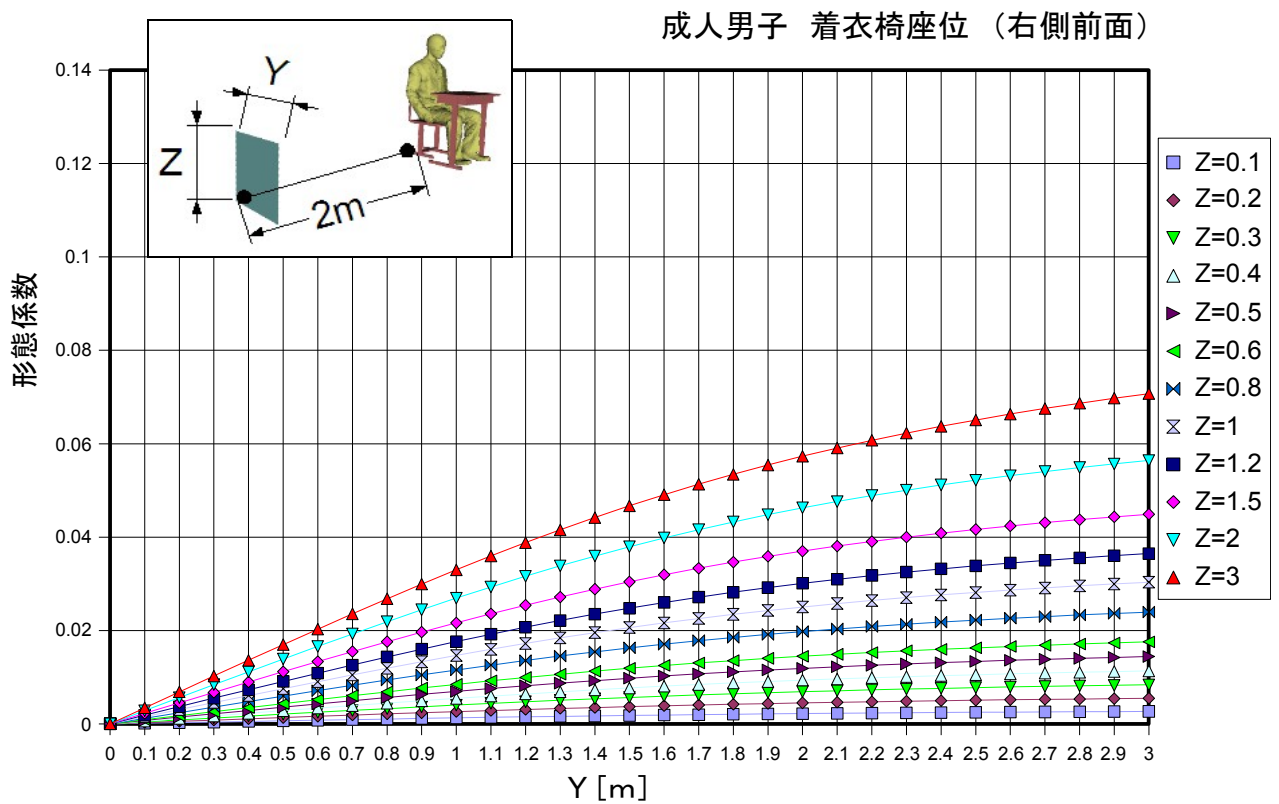


図 5-8-6 成人男子・着衣椅座位 2：右側前面の形態係数

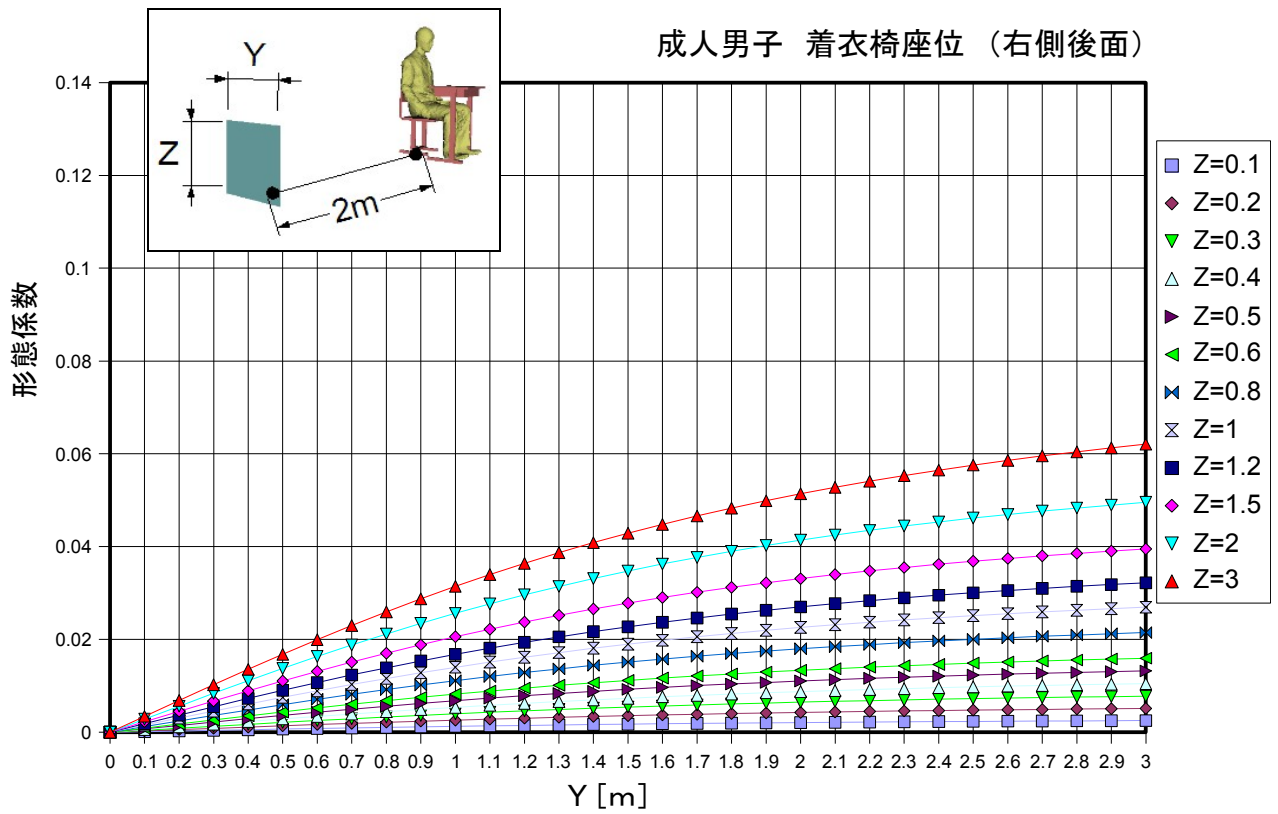


図5-8-7 成人男子・着衣椅座位2：右側後面の形態係数

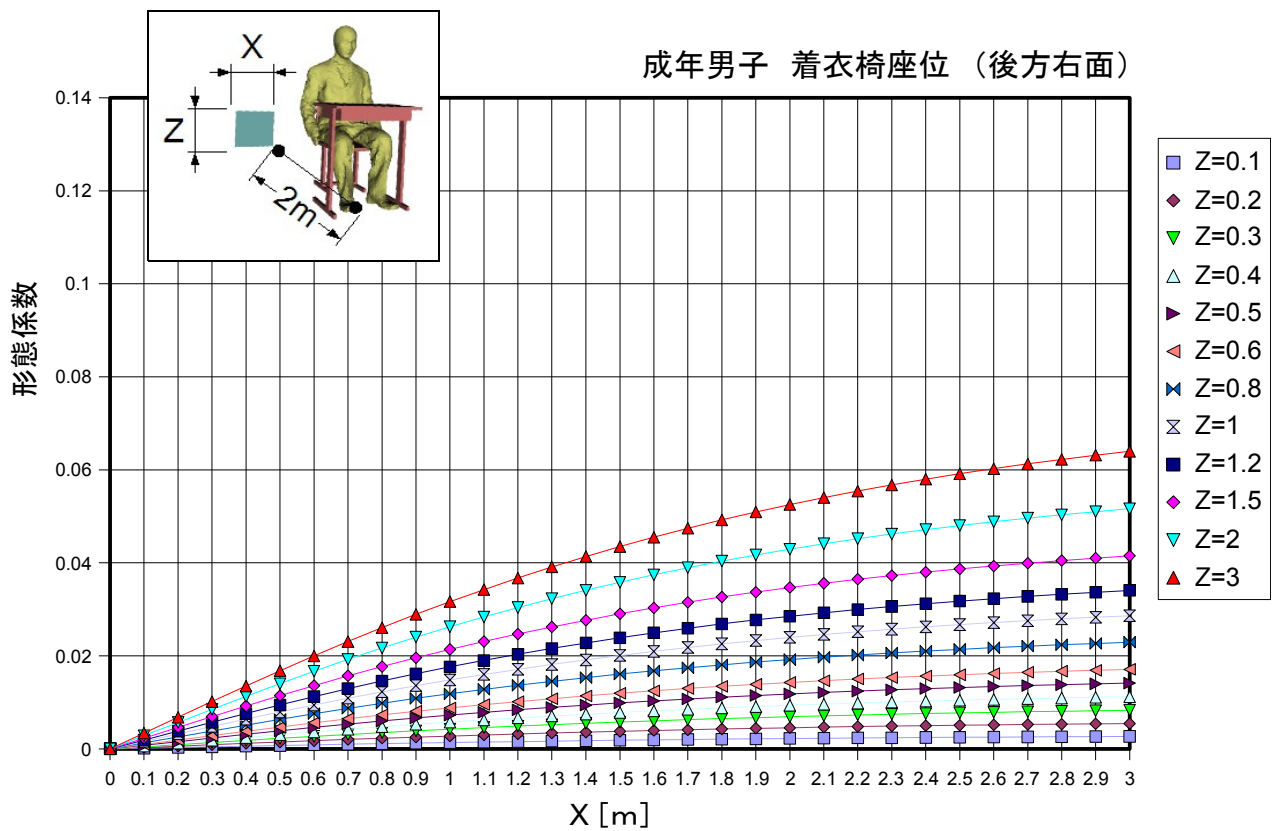


図5-8-8 成人男子・着衣椅座位2：後方右面の形態係数

- (5. 9 7歳児童・裸体立位)
- (5. 10 7歳児童・裸体椅座位)
- (5. 11 7歳児童・裸体椅座位1) イス
- (5. 12 7歳児童・裸体椅座位2) イス・机



(白紙)

5. 9 7歳児童・裸体立位

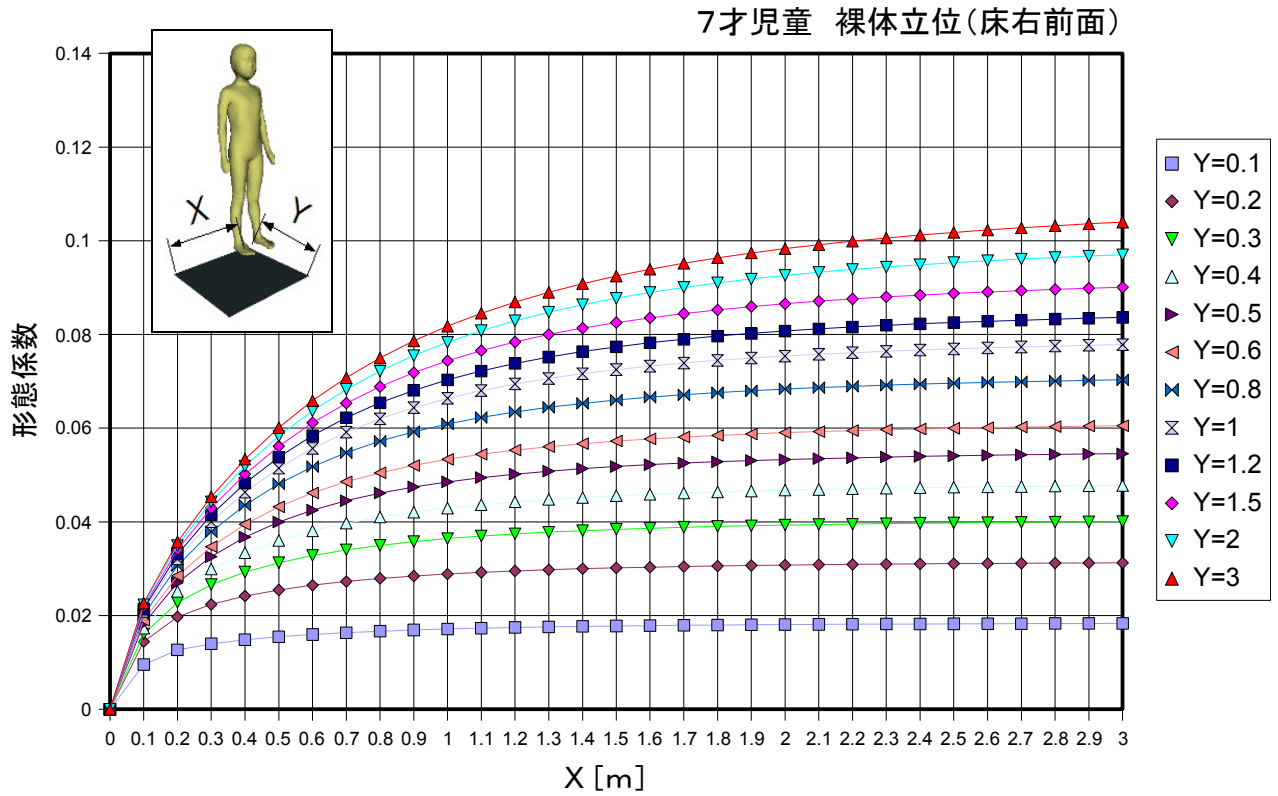


図5-9-1 7歳児童・裸体立位：床右前面の形態係数

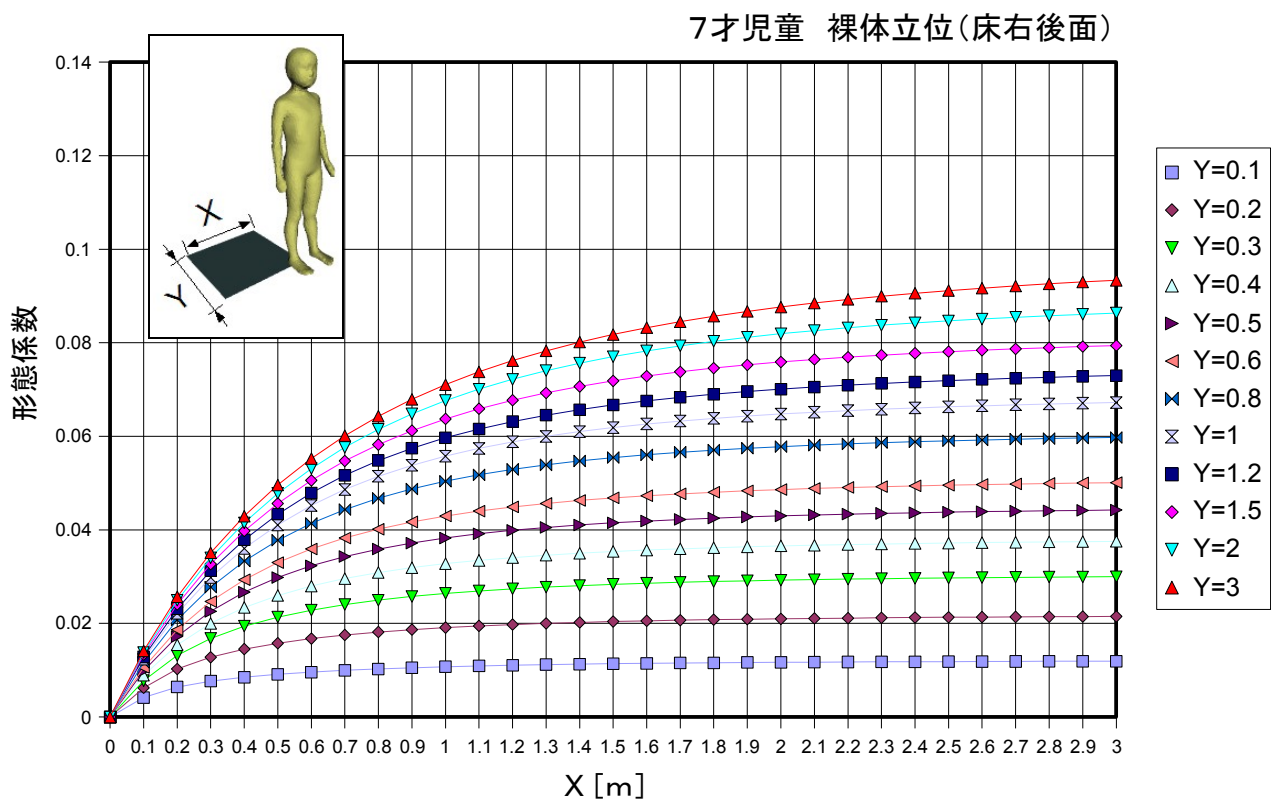


図5-9-2 7歳児童・裸体立位：床右後面の形態係数

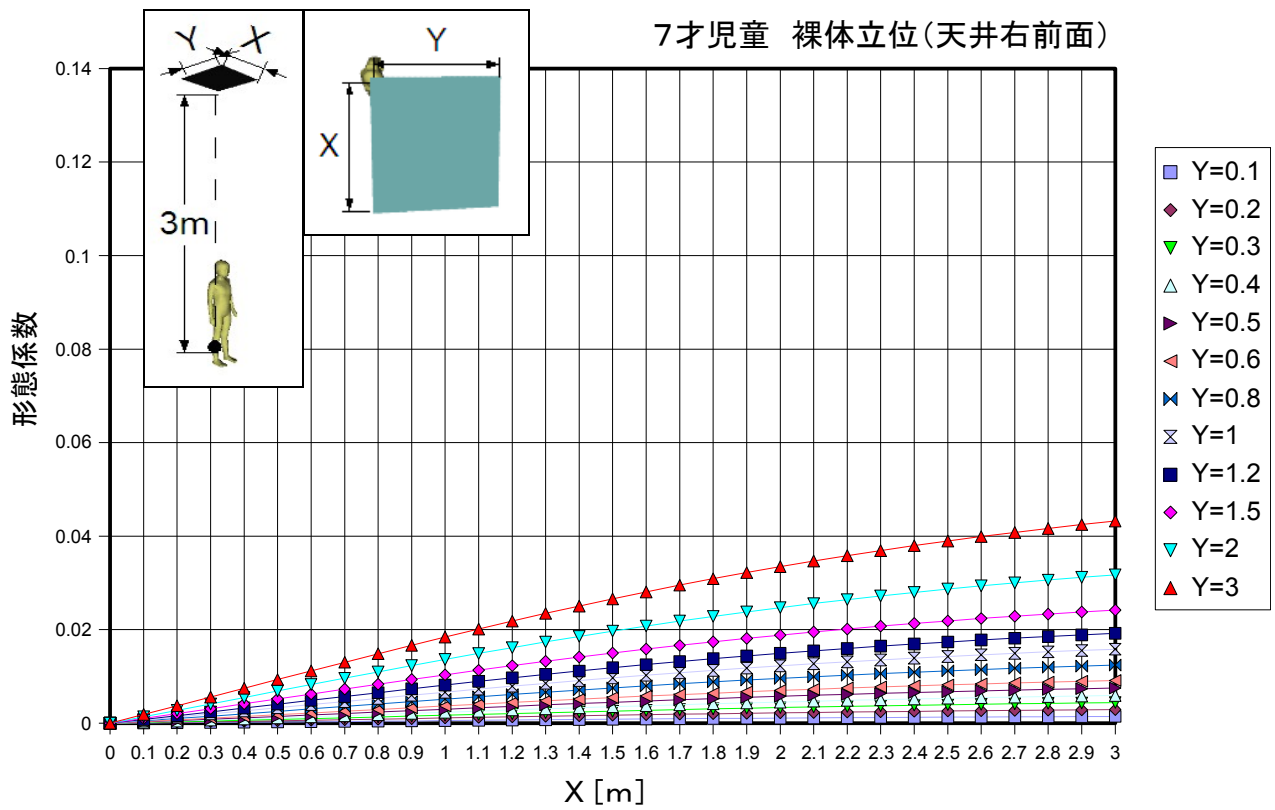


図 5-9-3 7 歳児童・裸体立位：天井右前面の形態係数

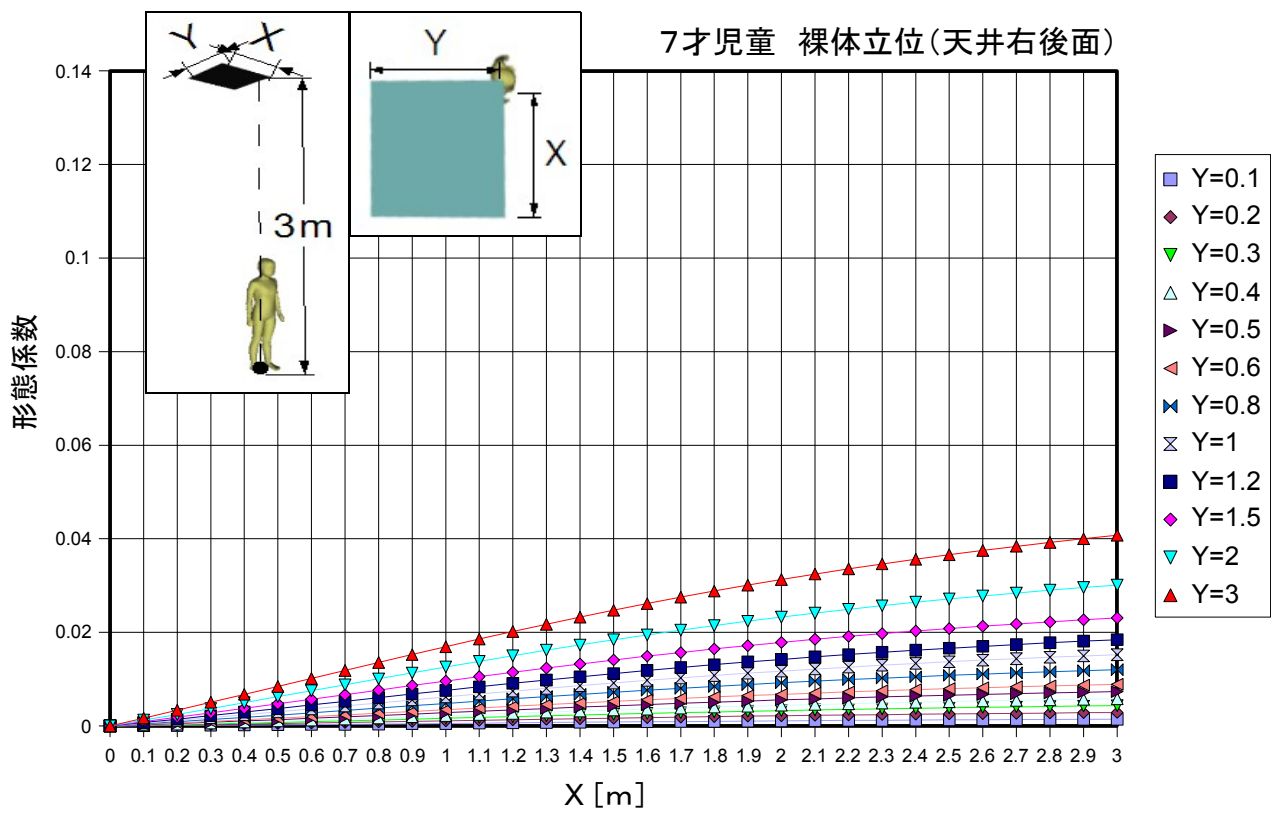


図 5-9-4 7 歳児童・裸体立位：天井右後面の形態係数

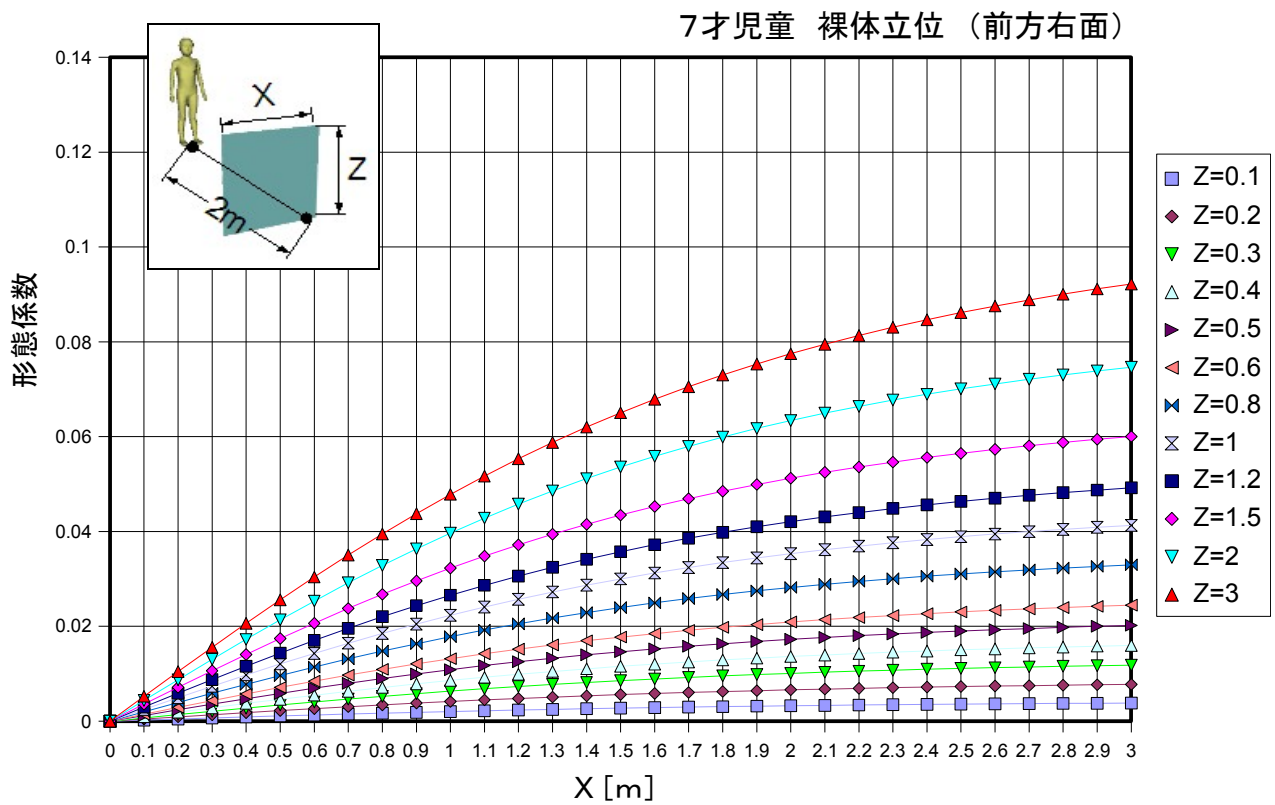


図 5-9-5 7 歳児童・裸体立位：前方右面の形態係数

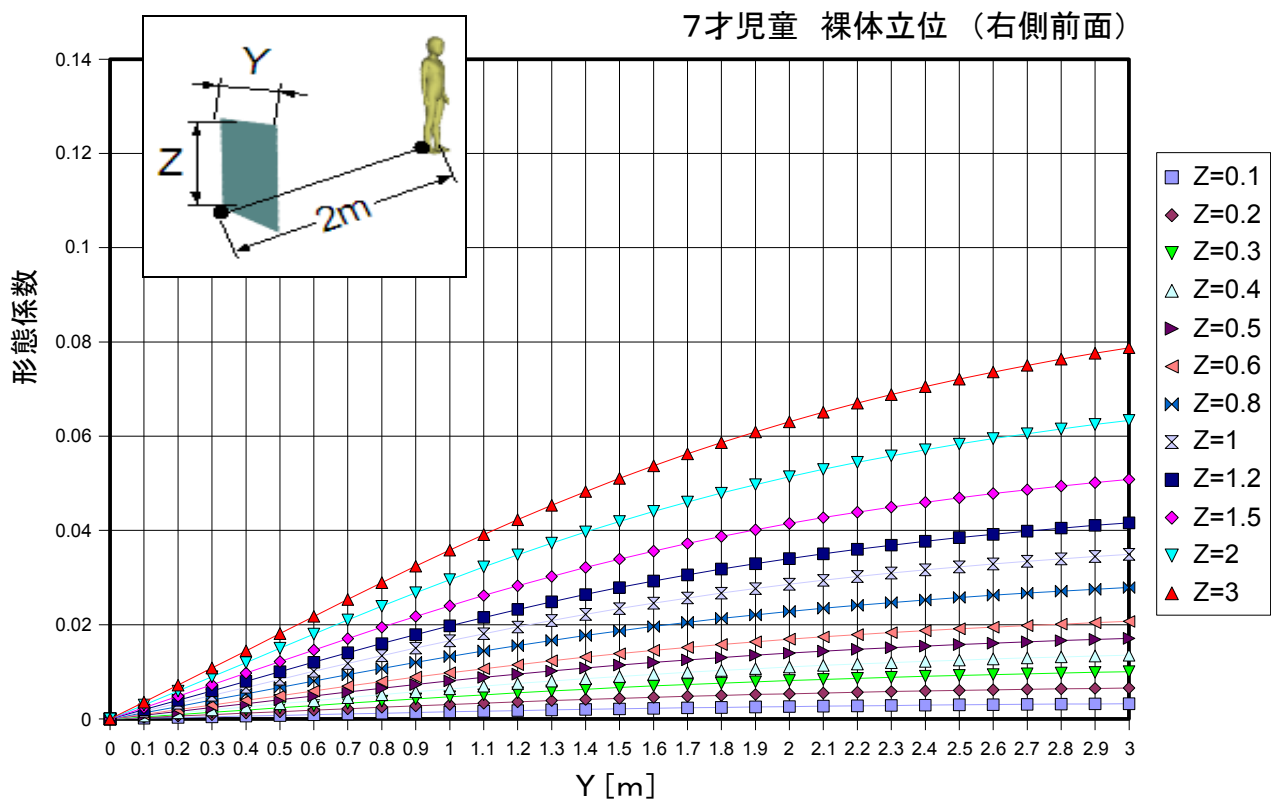


図 5-9-6 7 歳児童・裸体立位：右側前面の形態係数

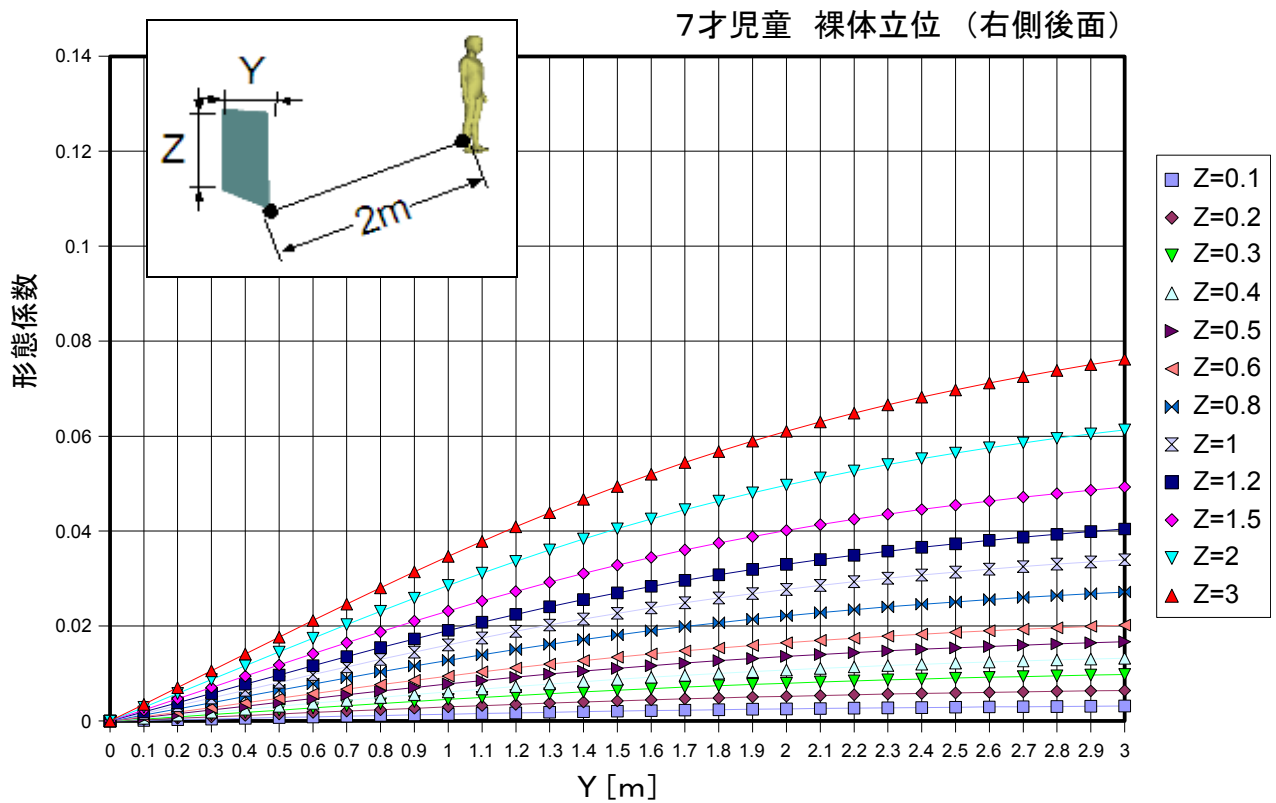


図 5-9-7 7 歳児童・裸体立位：右側後面の形態係数

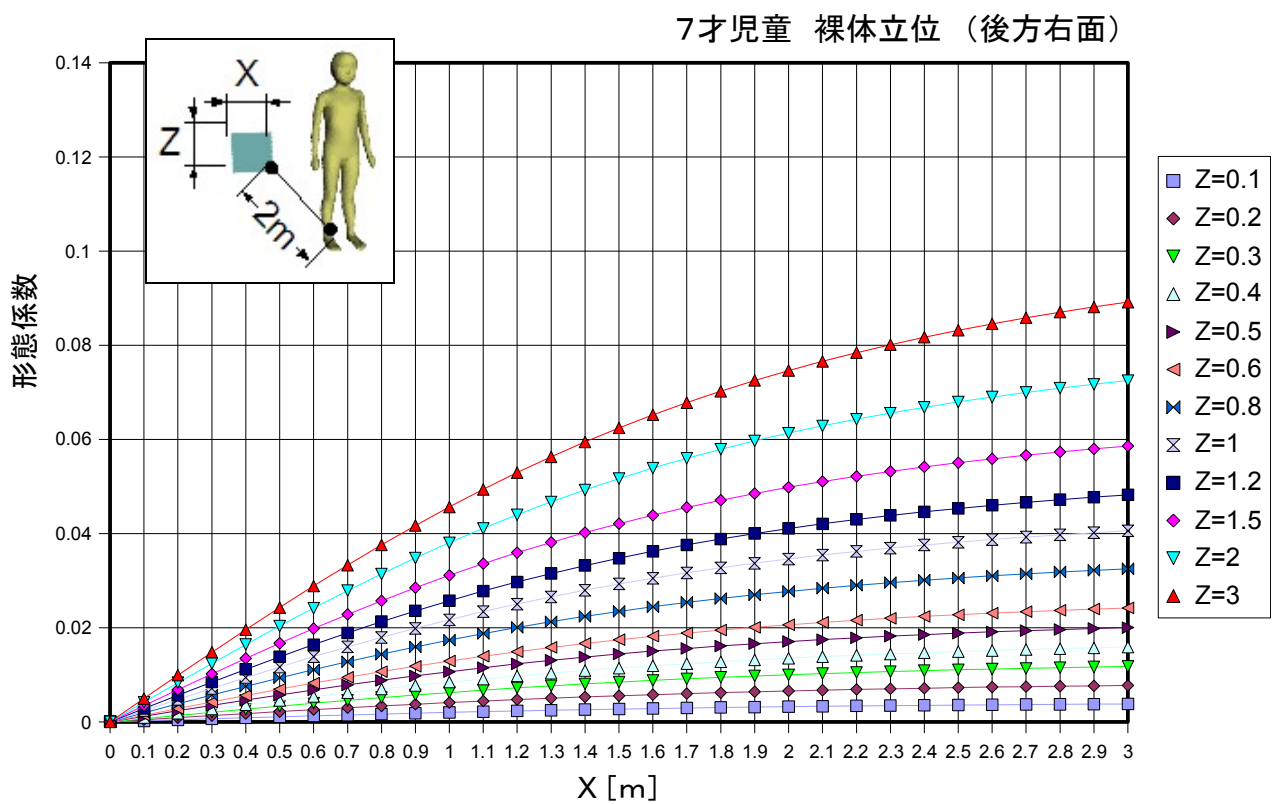


図 5-9-8 7 歳児童・裸体立位：後方右面の形態係数

5. 10 7歳児童・裸体椅座位

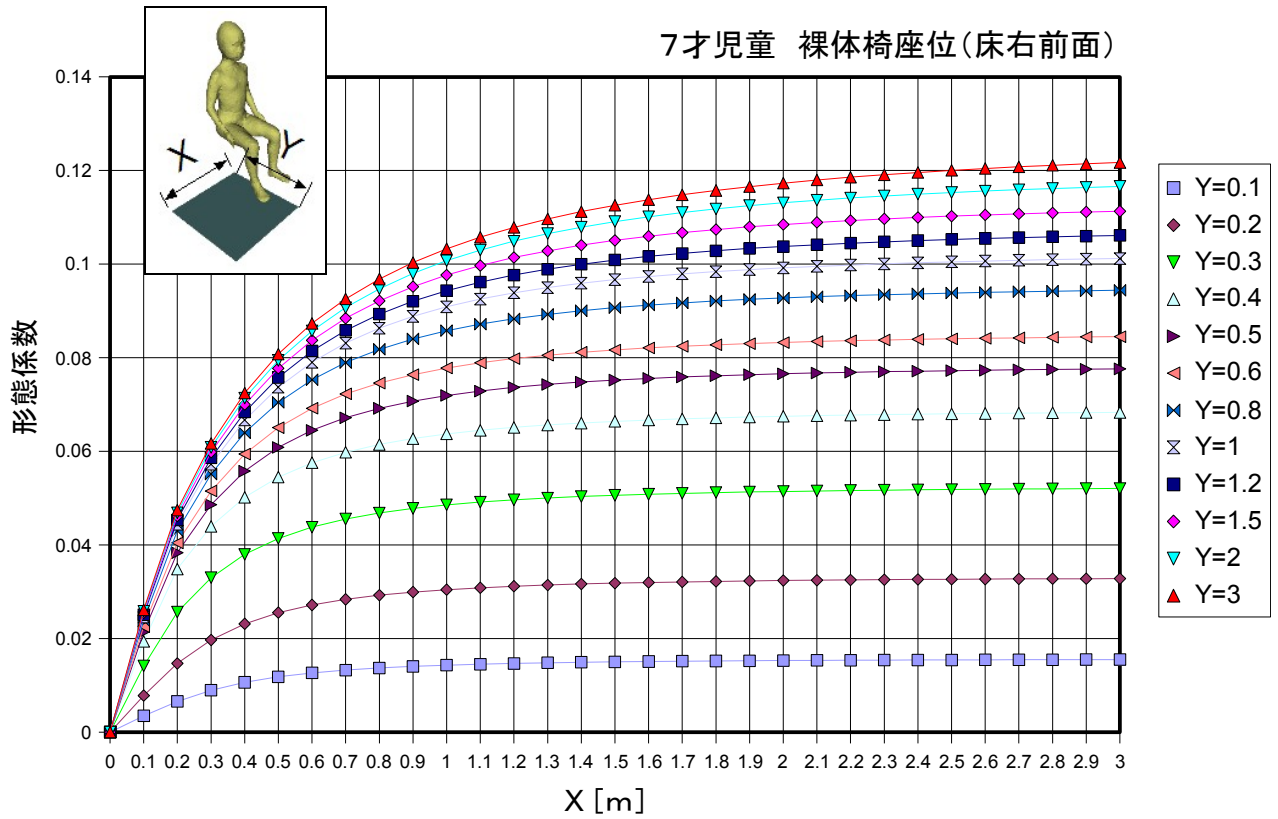


図 5-10-1 7歳児童・裸体椅座位：床右前面の形態係数

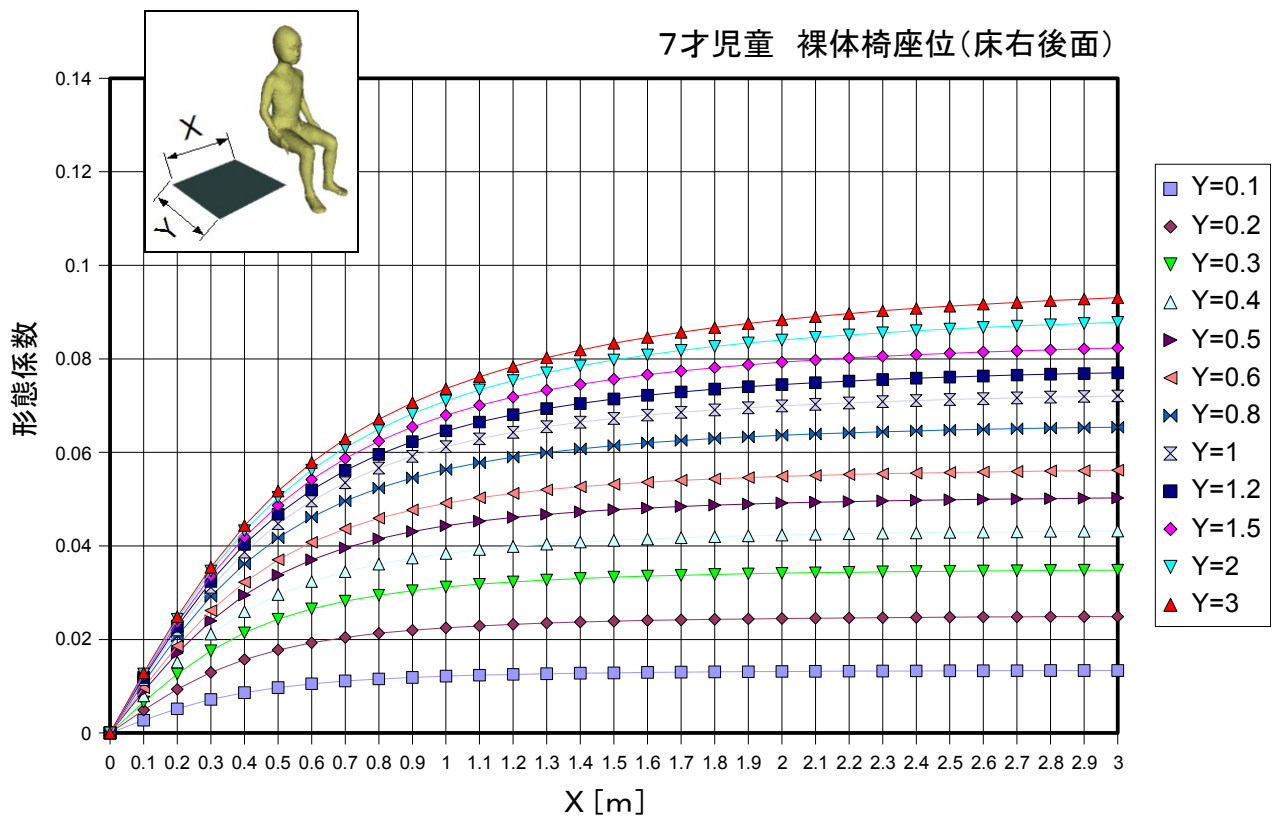


図 5-10-2 7歳児童・裸体椅座位：床右後面の形態係数

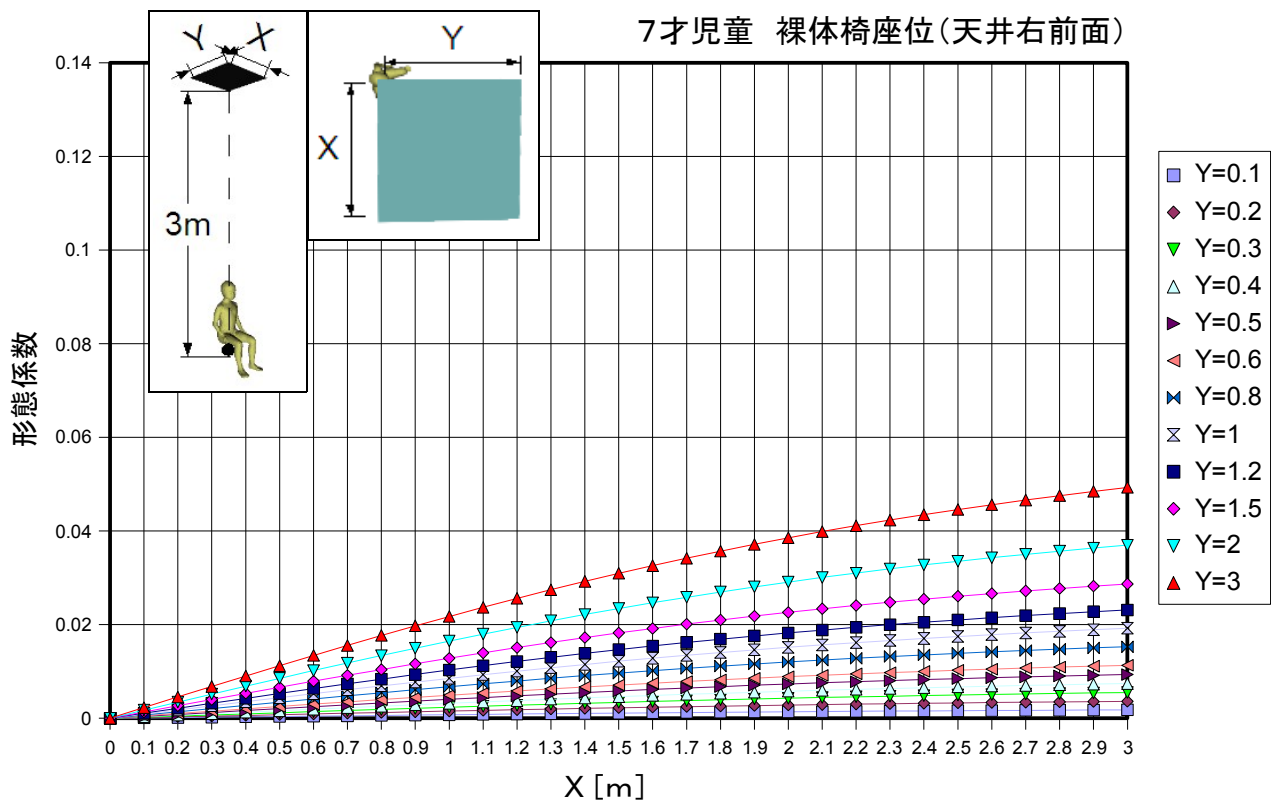


図 5-10-3 7 歳児童・裸体椅座位：天井右前面の形態係数

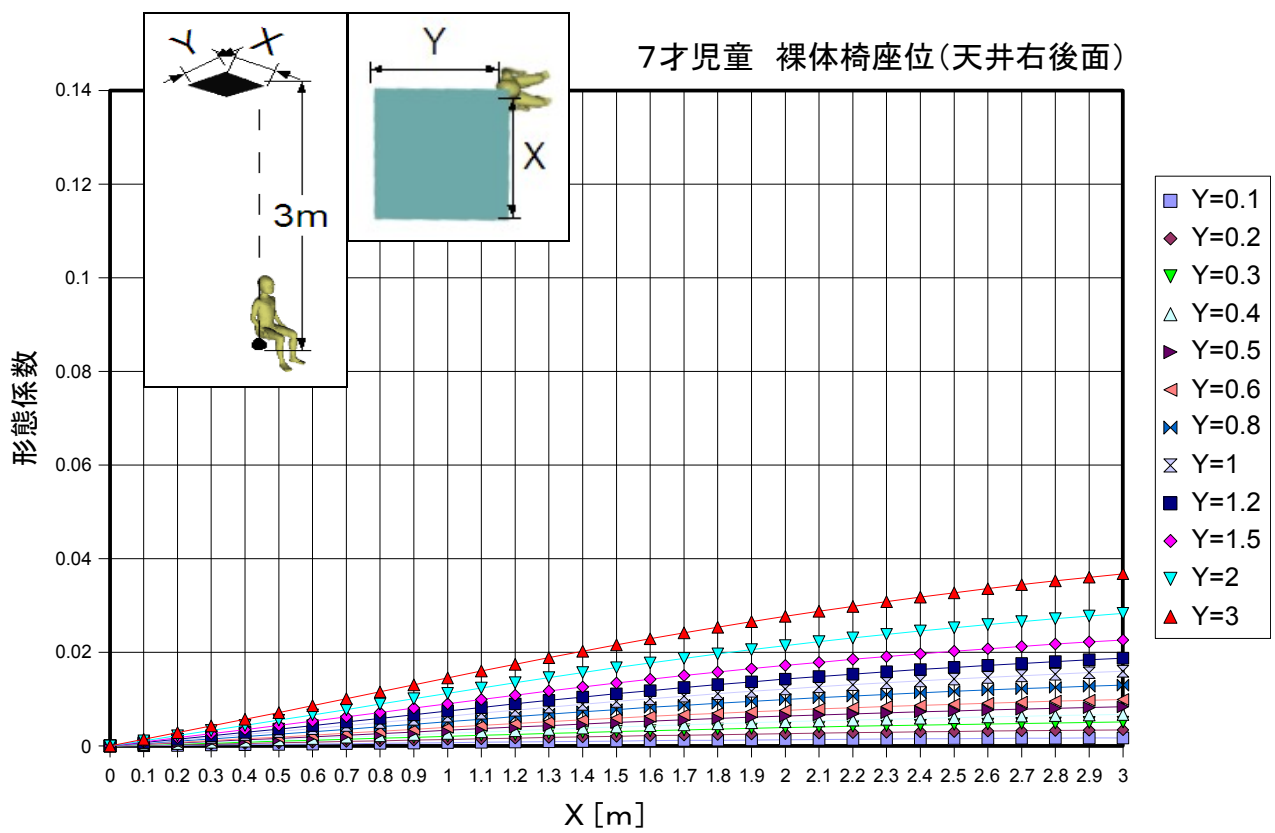


図 5-10-4 7 歳児童・裸体椅座位：天井右後面の形態係数

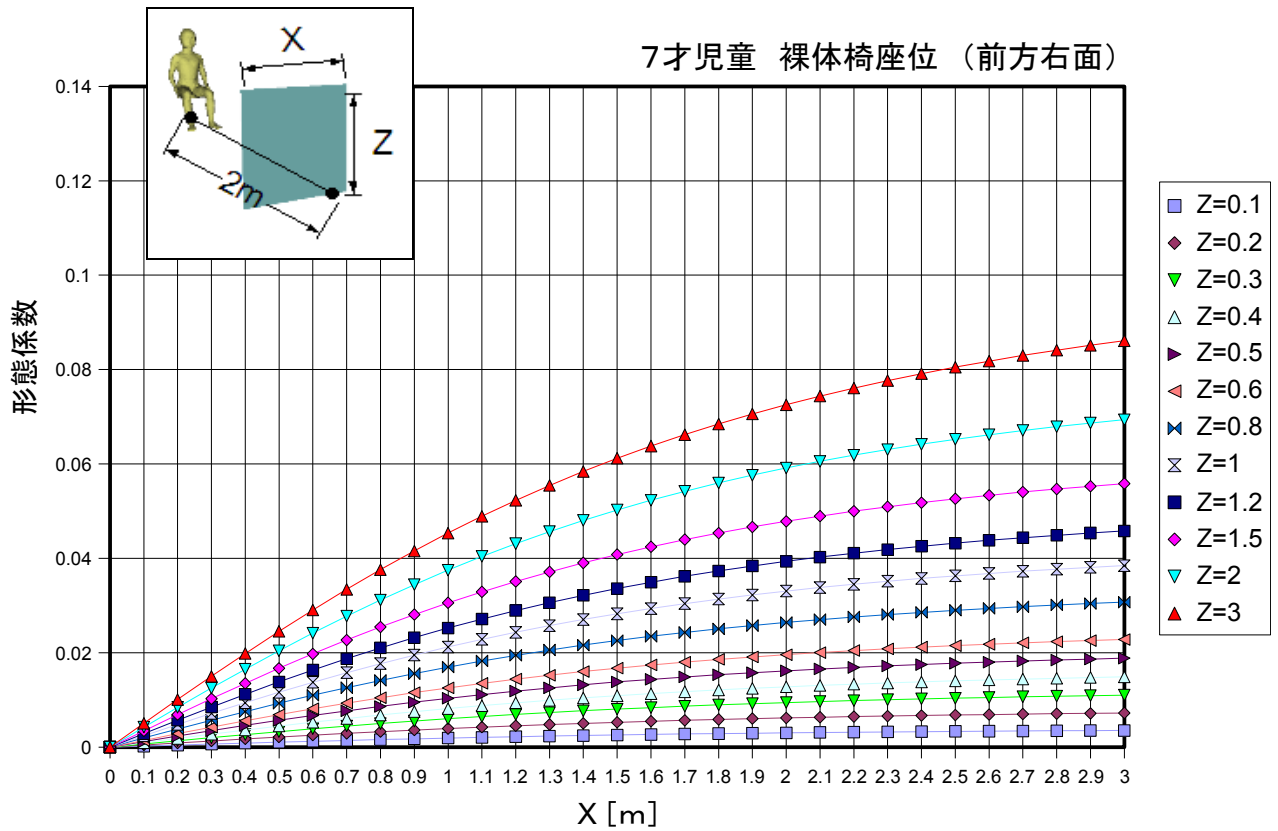


図 5-10-5 7 歳児童・裸体椅座位：前方右面の形態係数

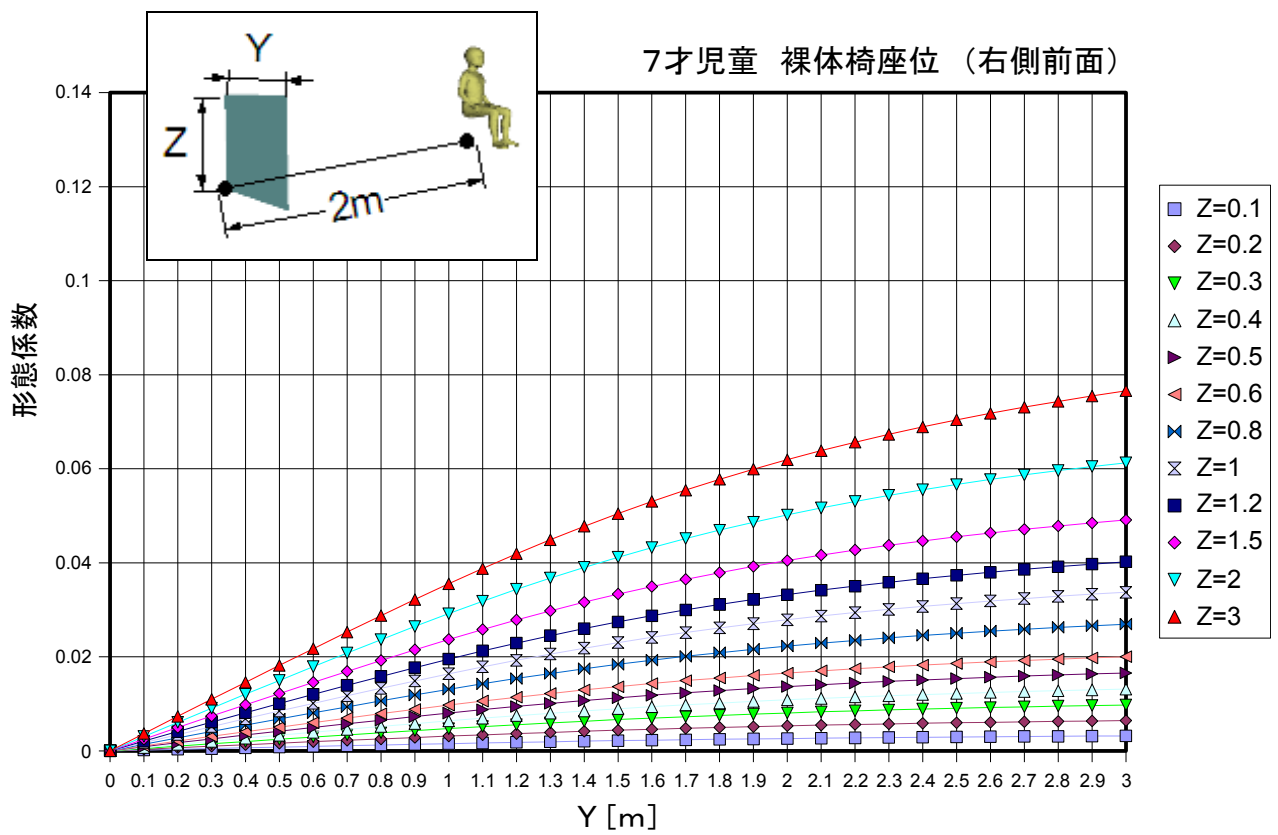


図 5-10-6 7 歳児童・裸体椅座位：右側前面の形態係数



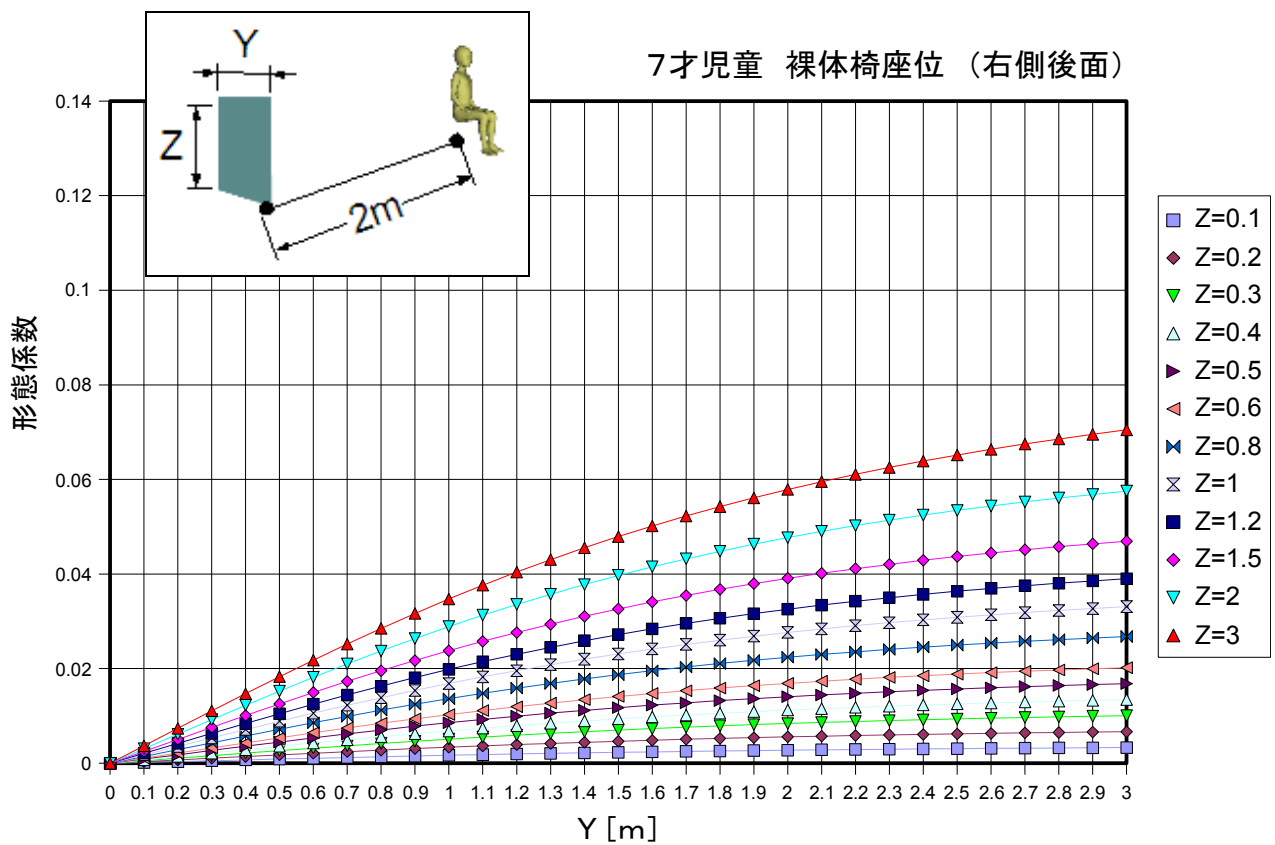


図 5-10-7 7 歳児童・裸体椅座位：右側後面の形態係数

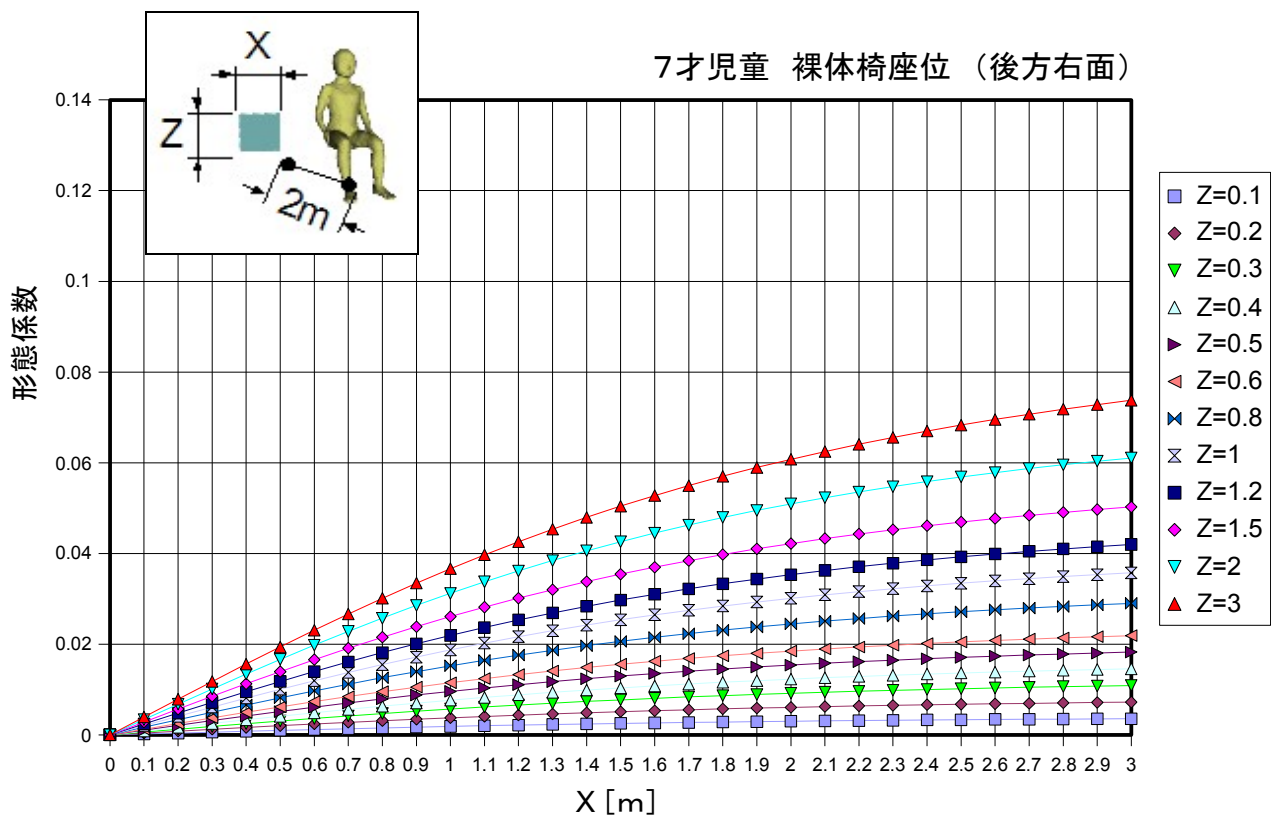


図 5-10-8 7 歳児童・裸体椅座位：後方右面の形態係数

5. 1 1 7 歳児童・裸体椅座位 1

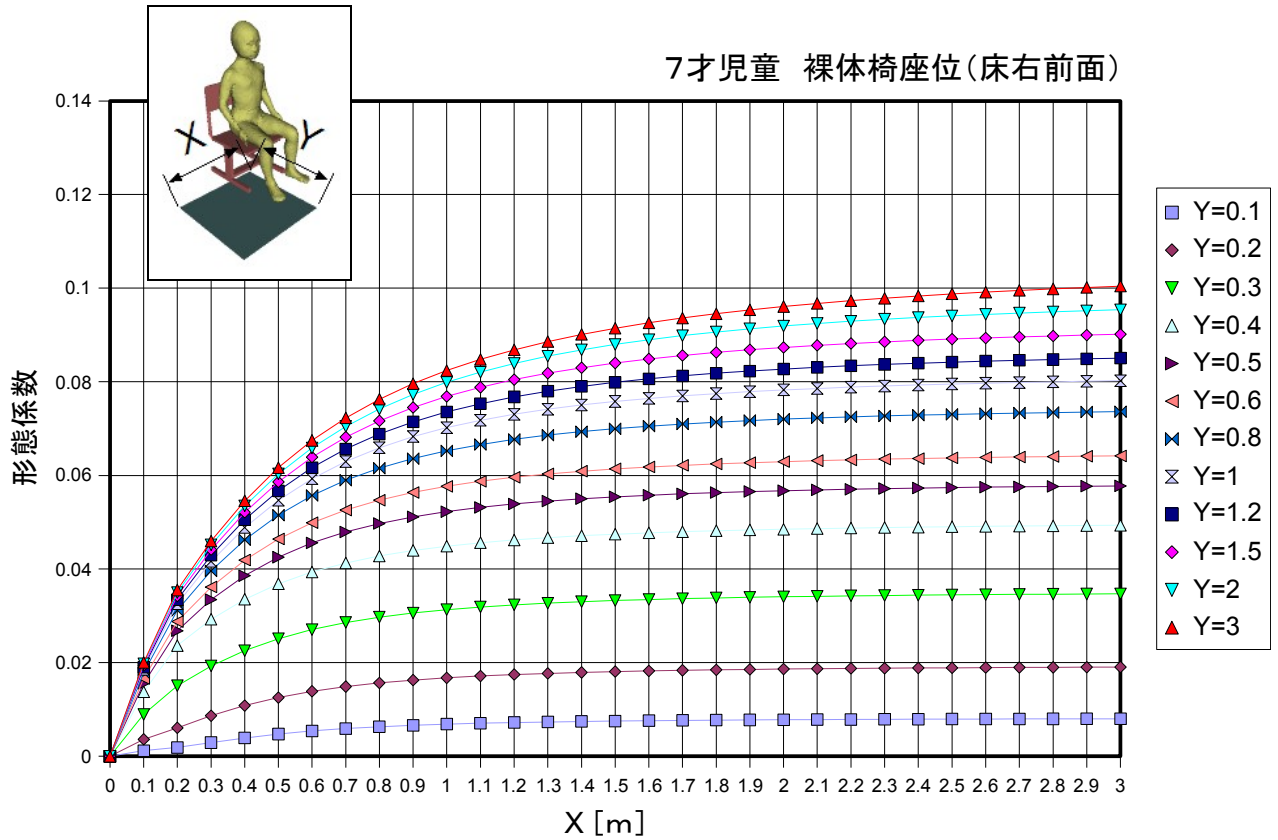


図 5-11-1 7 歳児童・裸体椅座位 1 : 床右前面の形態係数

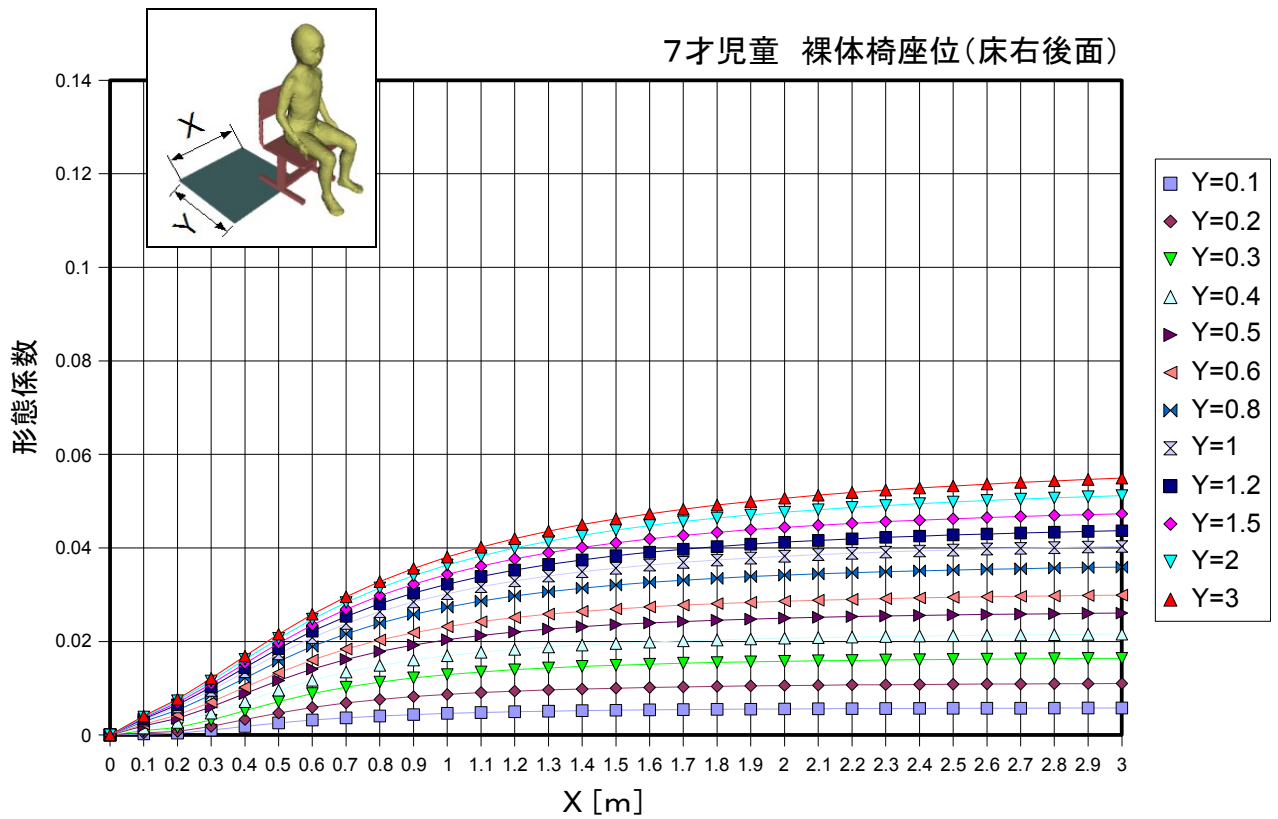


図 5-11-2 7 歳児童・裸体椅座位 1 : 床右後面の形態係数

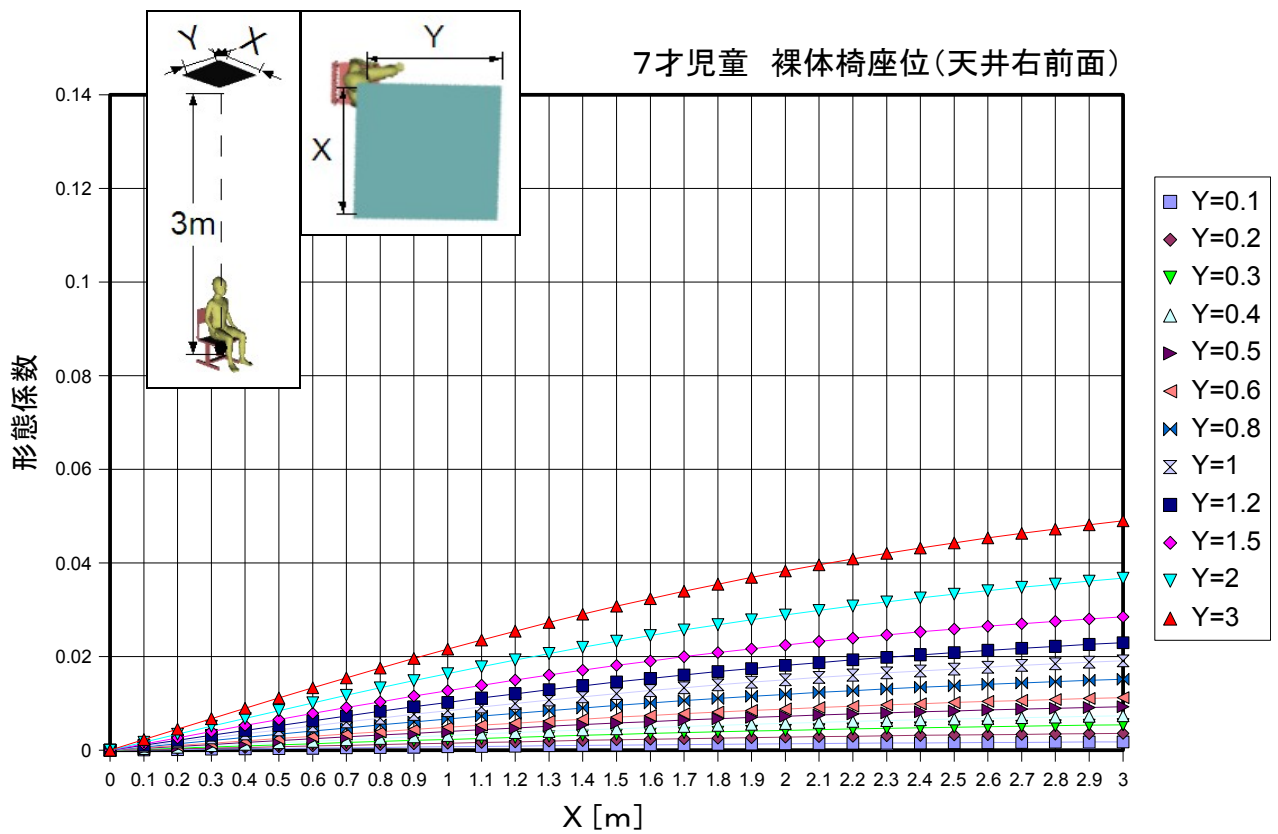


図5-11-3 7歳児童・裸体椅座位1：天井右前面の形態係数

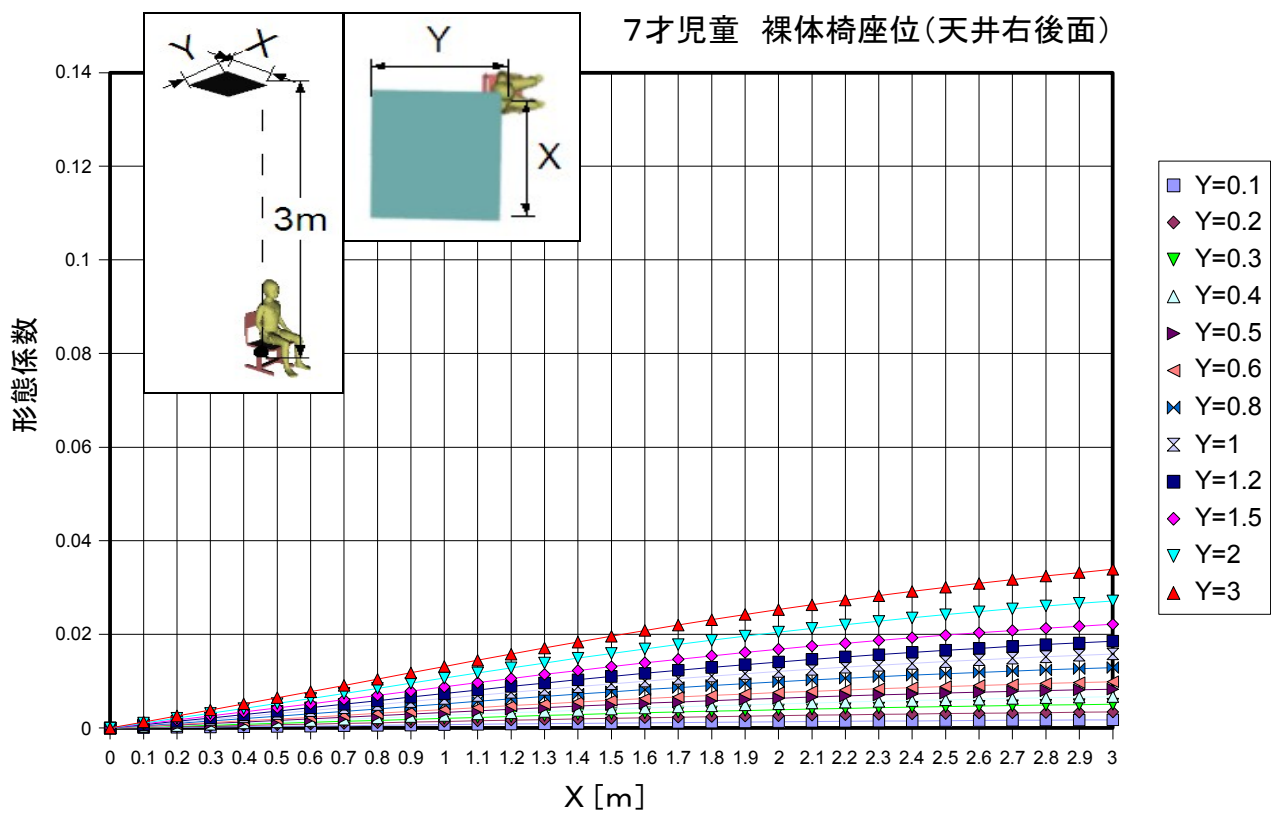


図5-11-4 7歳児童・裸体椅座位1：天井右後面の形態係数

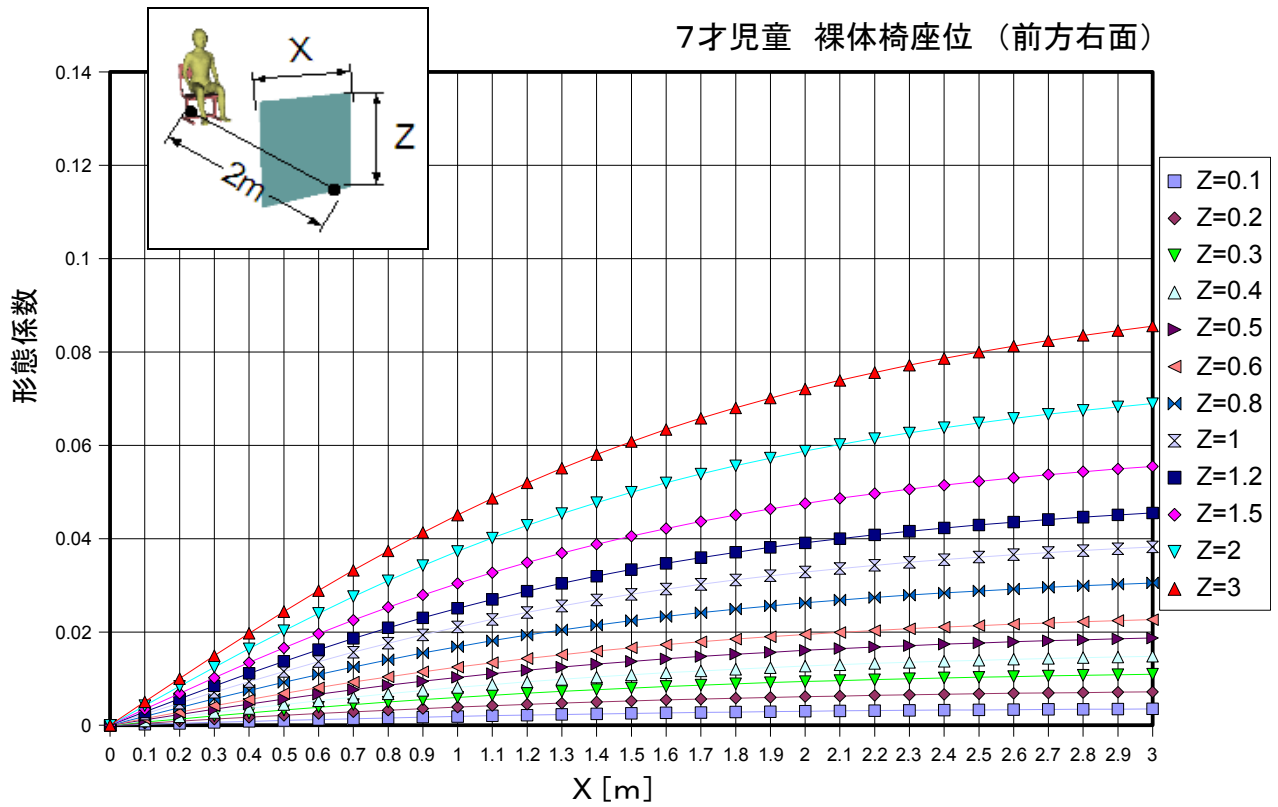


図5-11-5 7歳児童・裸体椅座位1：前方右面の形態係数

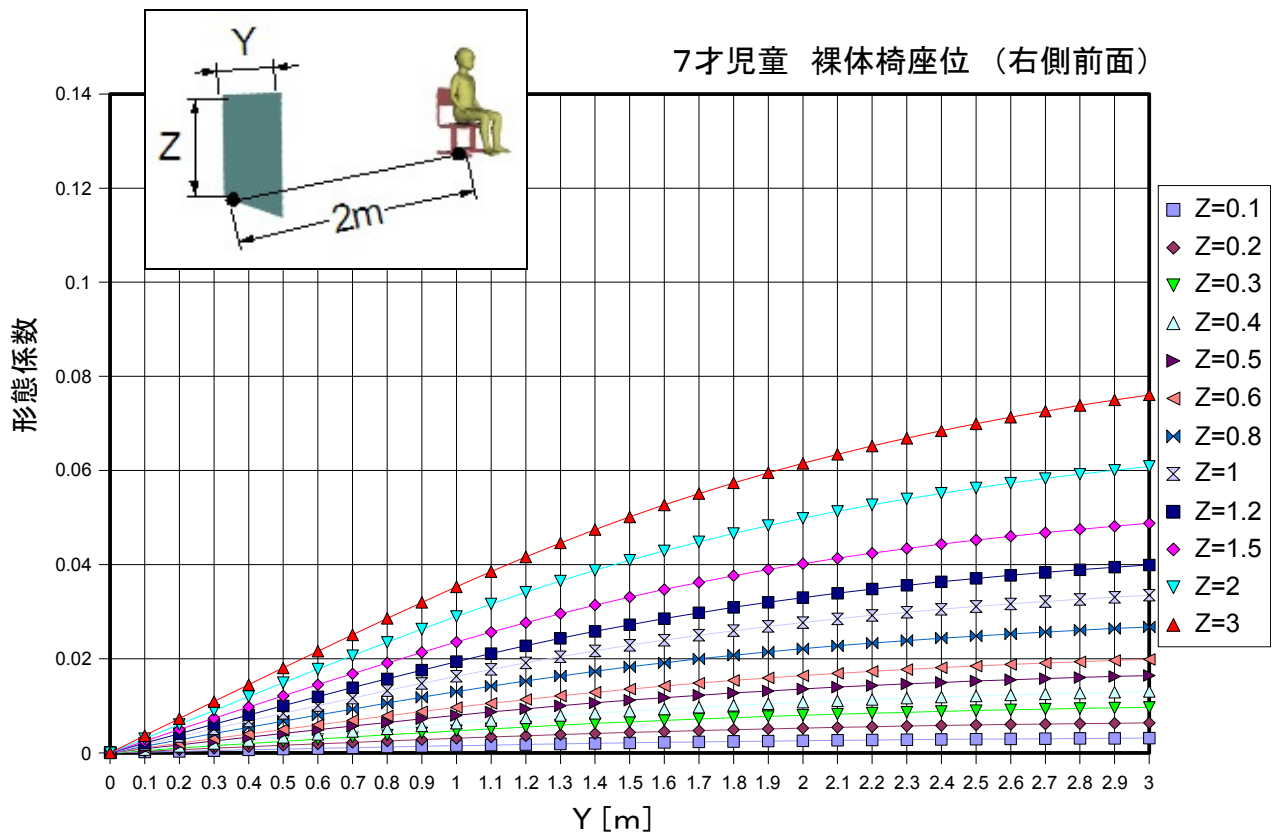


図5-11-6 7歳児童・裸体椅座位1：右側前面の形態係数

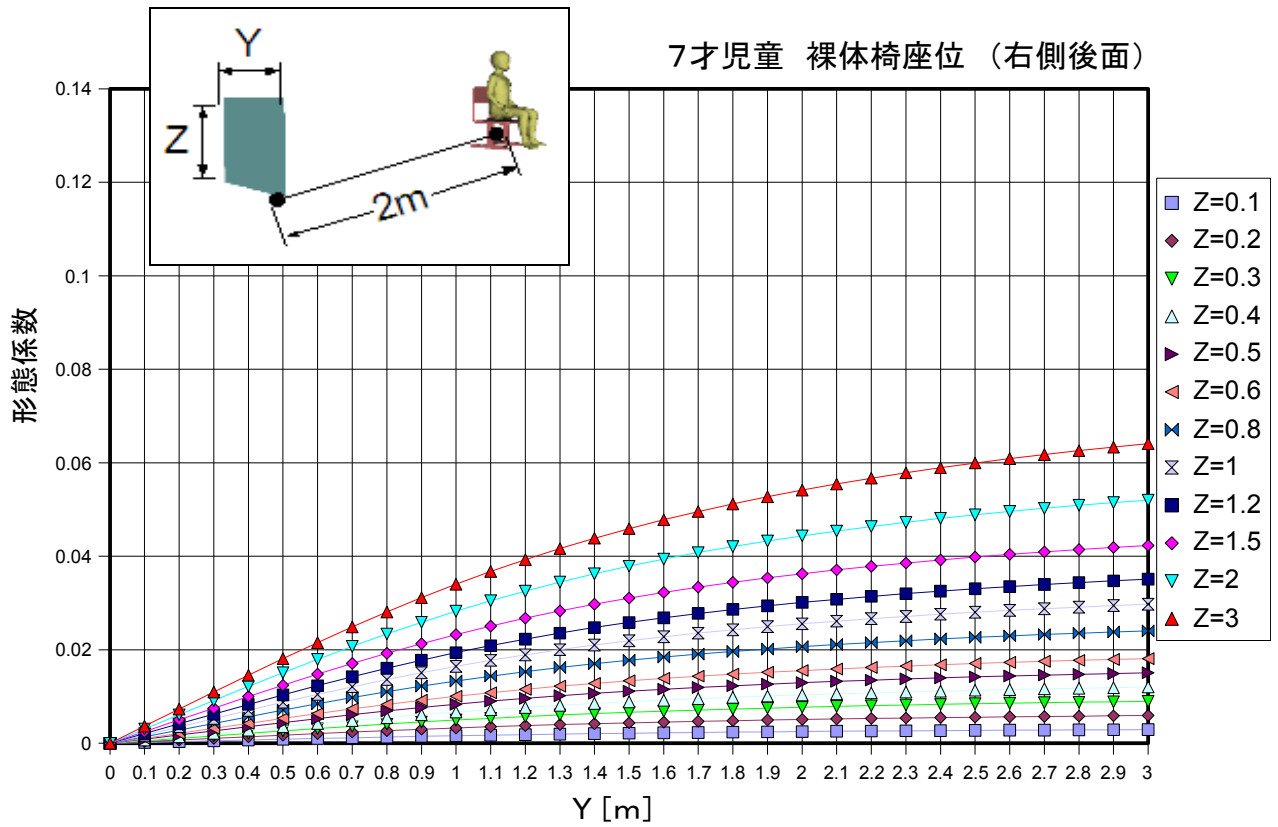


図 5-11-7 7 歳児童・裸体椅座位 1：右側後面の形態係数

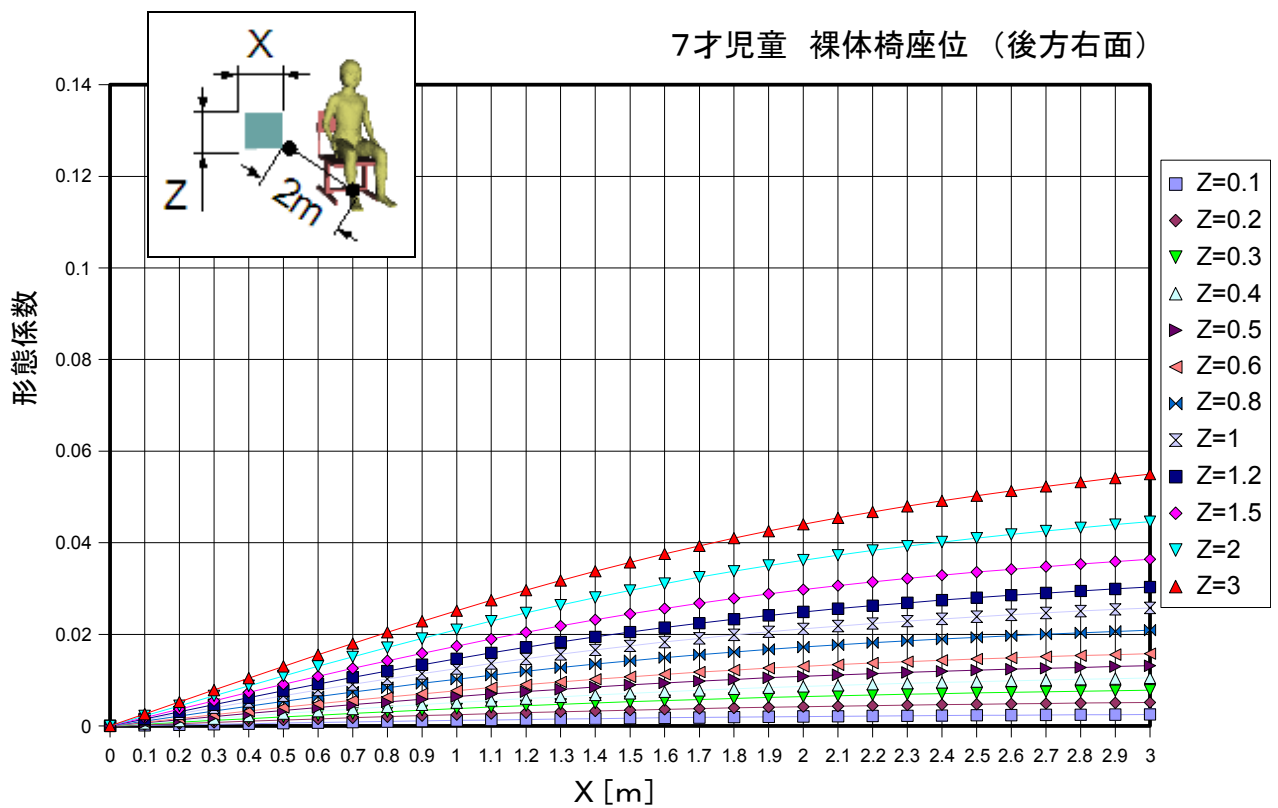


図 5-11-8 7 歳児童・裸体椅座位 1：後方右面の形態係数

5. 1 2 7 歳児童・裸体椅座位 2

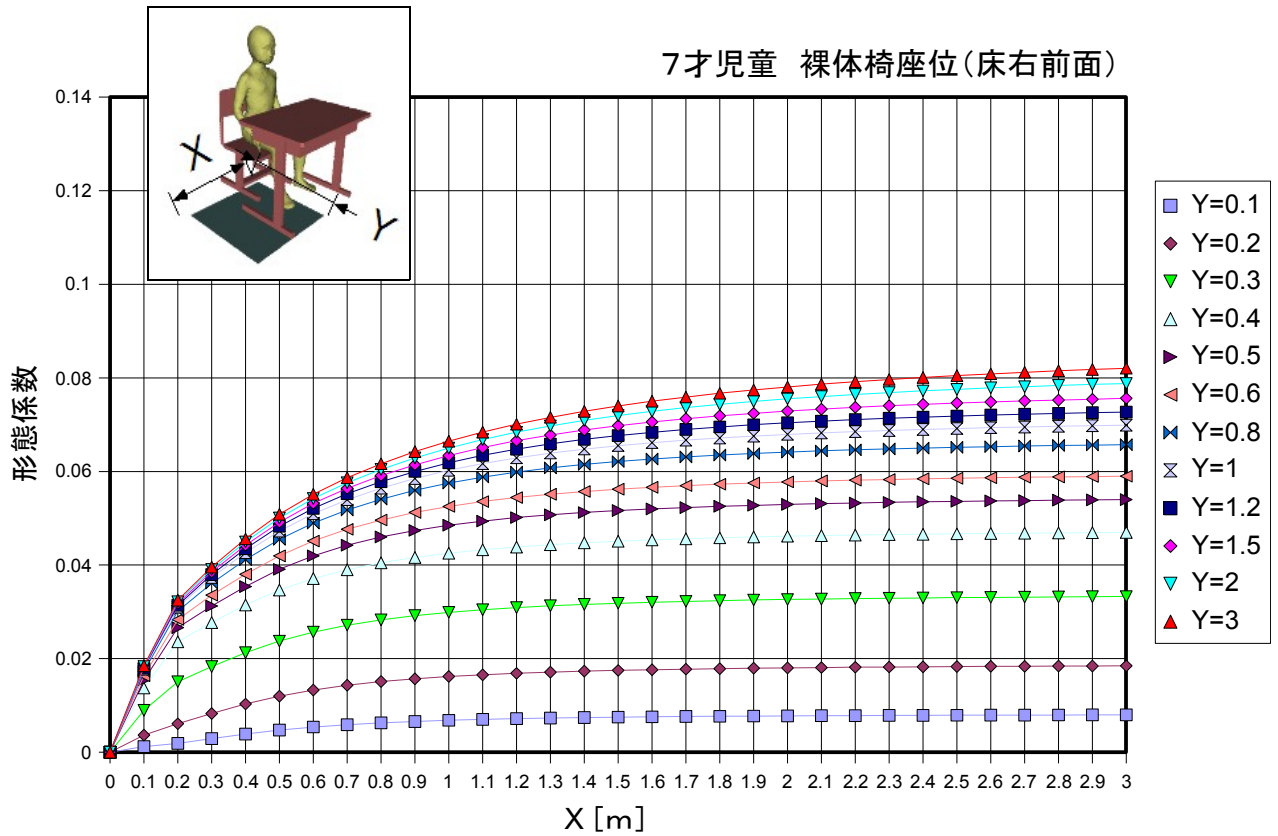


図 5-12-1 7 歳児童・裸体椅座位 2 : 床右前面の形態係数

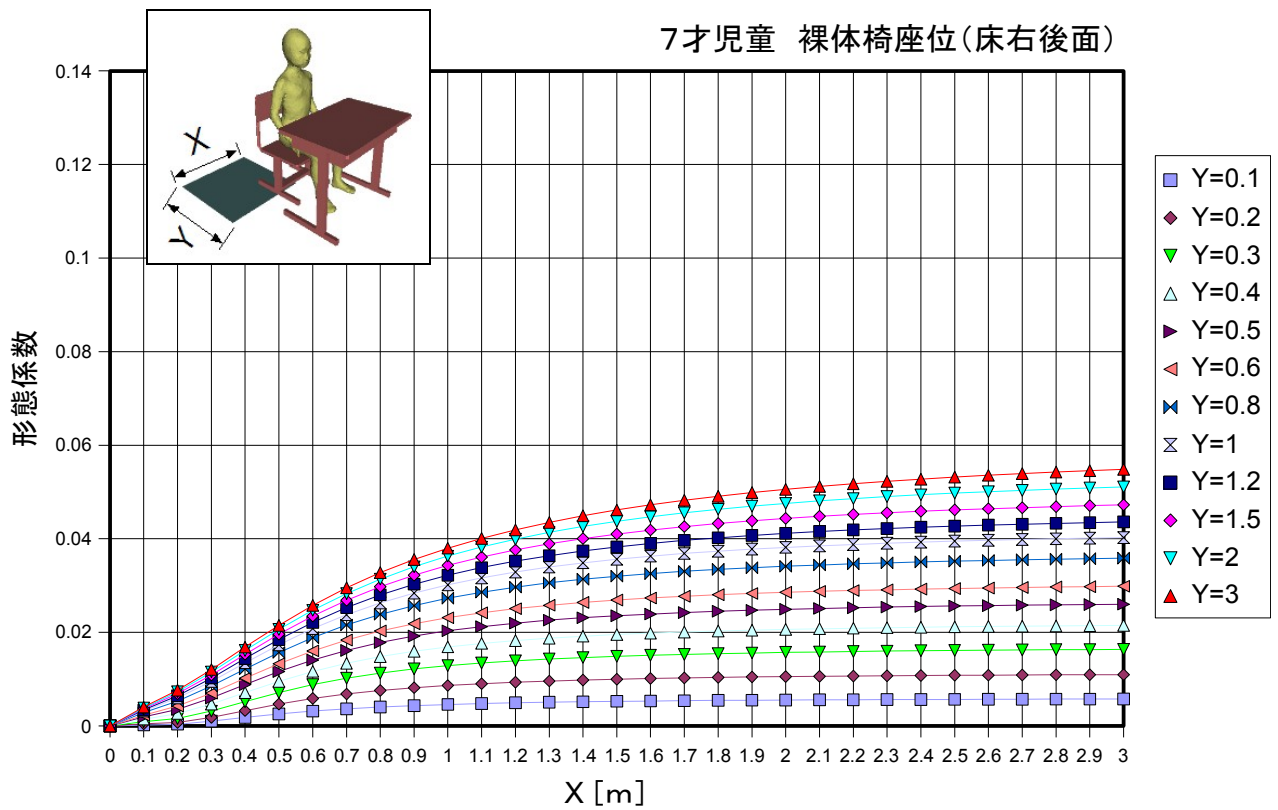


図 5-12-2 7 歳児童・裸体椅座位 2 : 床右後面の形態係数

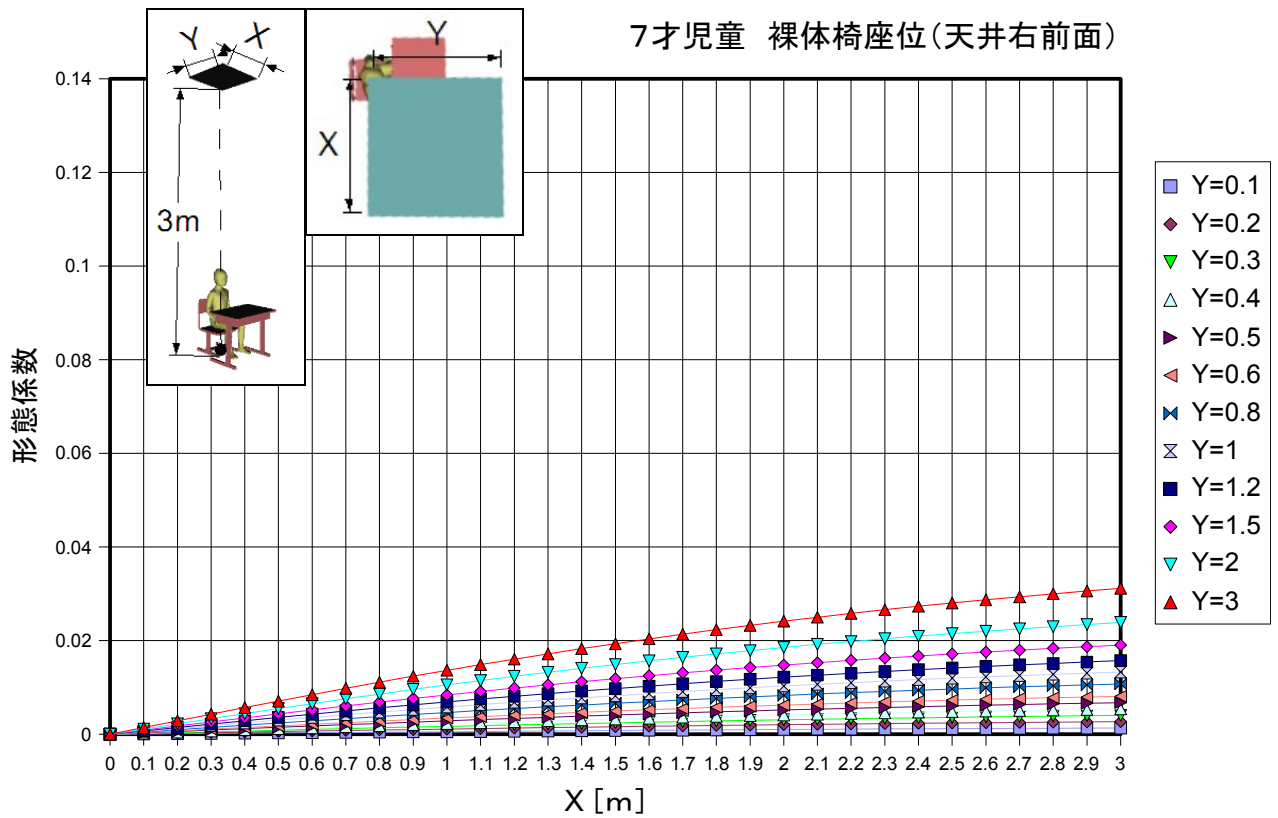


図 5-12-3 7 歳児童・裸体椅座位 2：天井右前面の形態係数

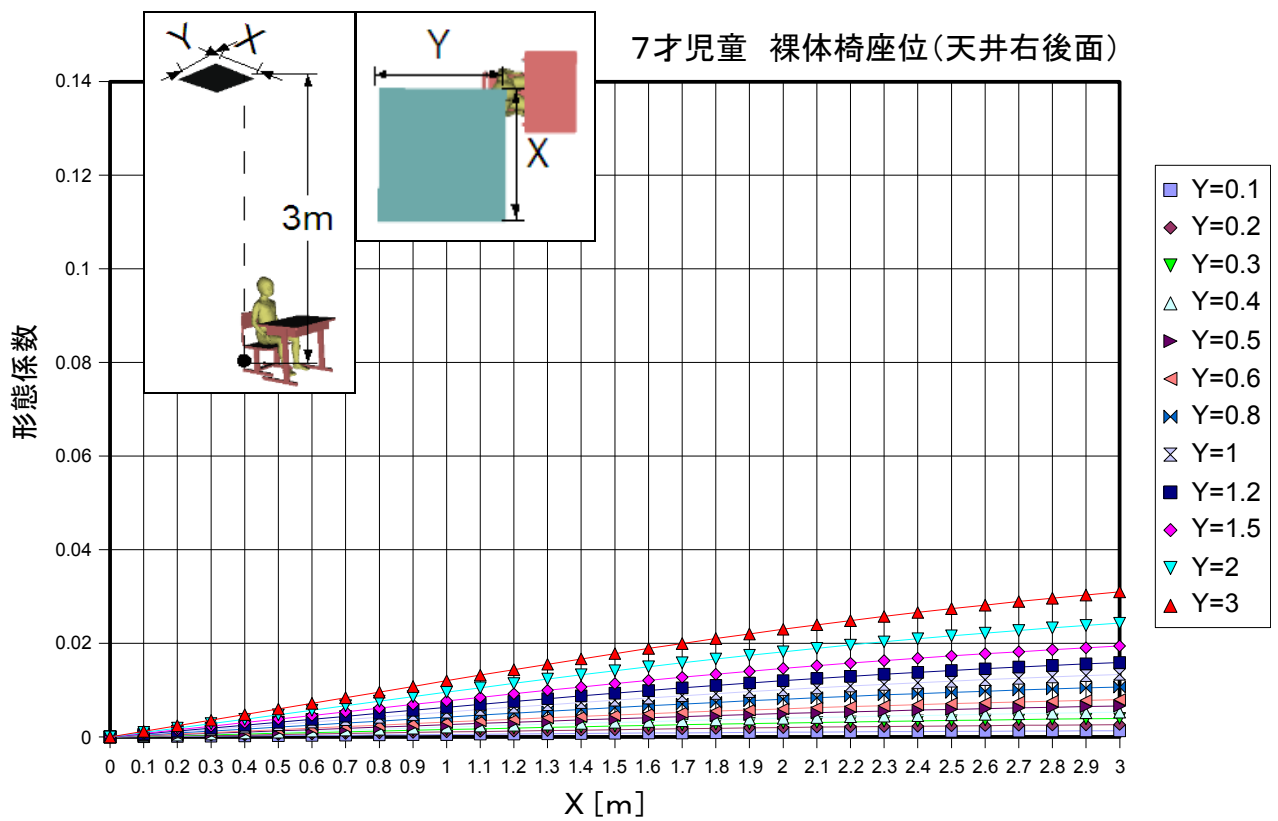


図 5-12-4 7 歳児童・裸体椅座位 2：天井右後面の形態係数

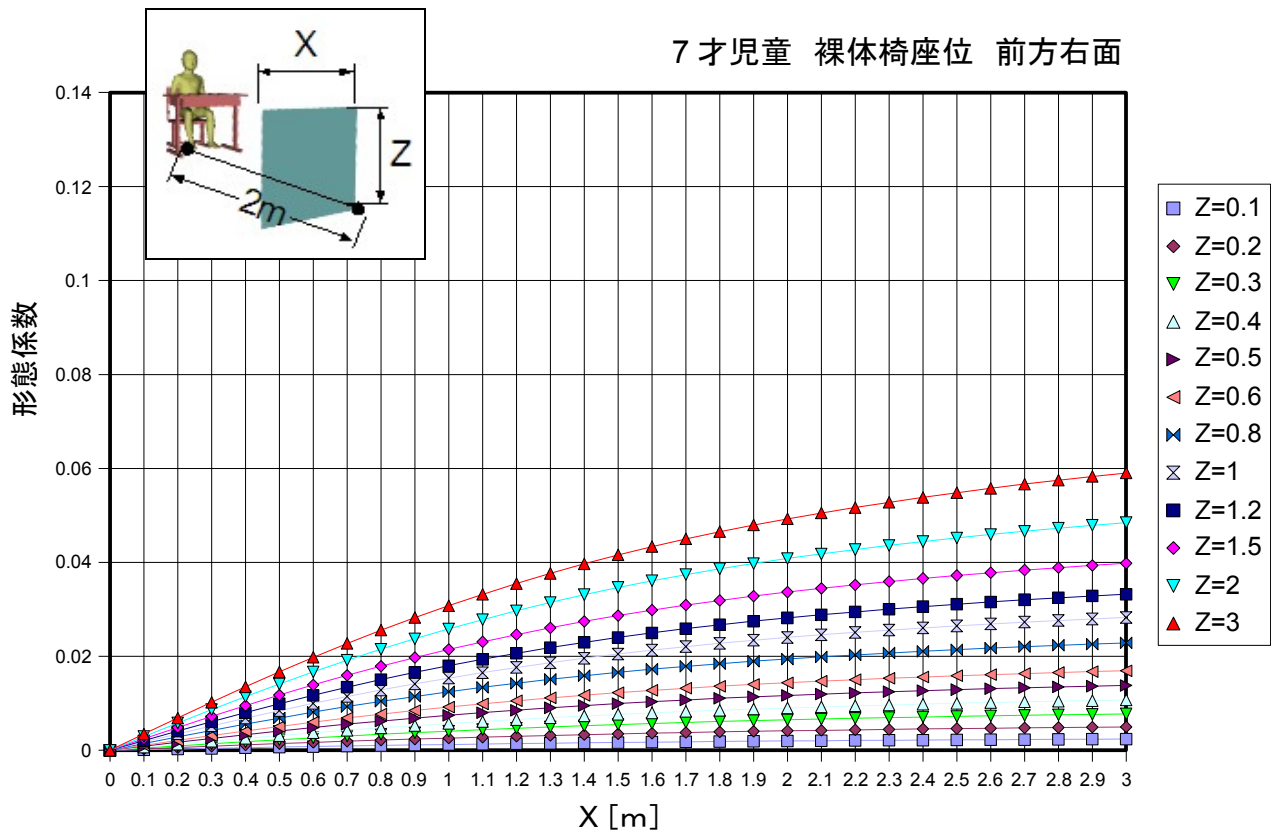


図5-12-5 7歳児童・裸体椅座位2：前方右面の形態係数

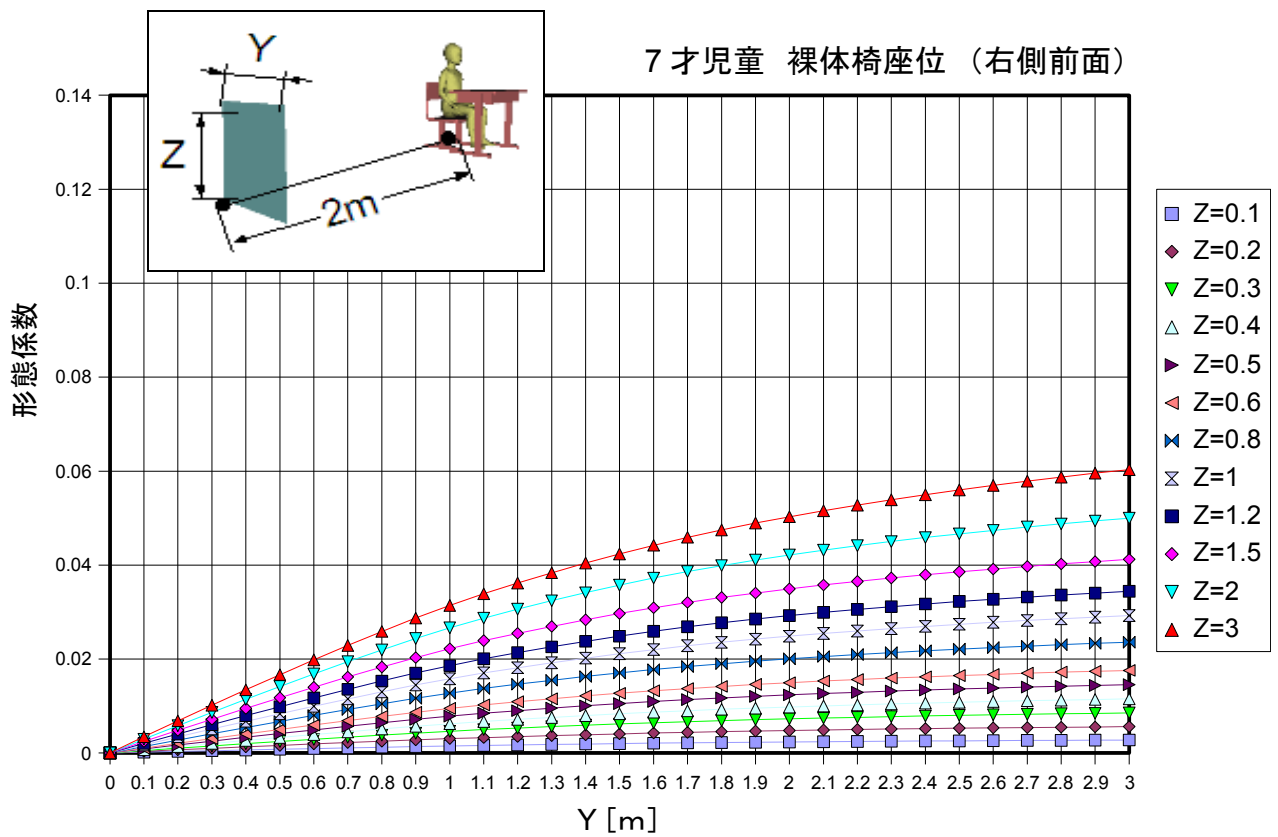


図5-12-6 7歳児童・裸体椅座位2：右側前面の形態係数



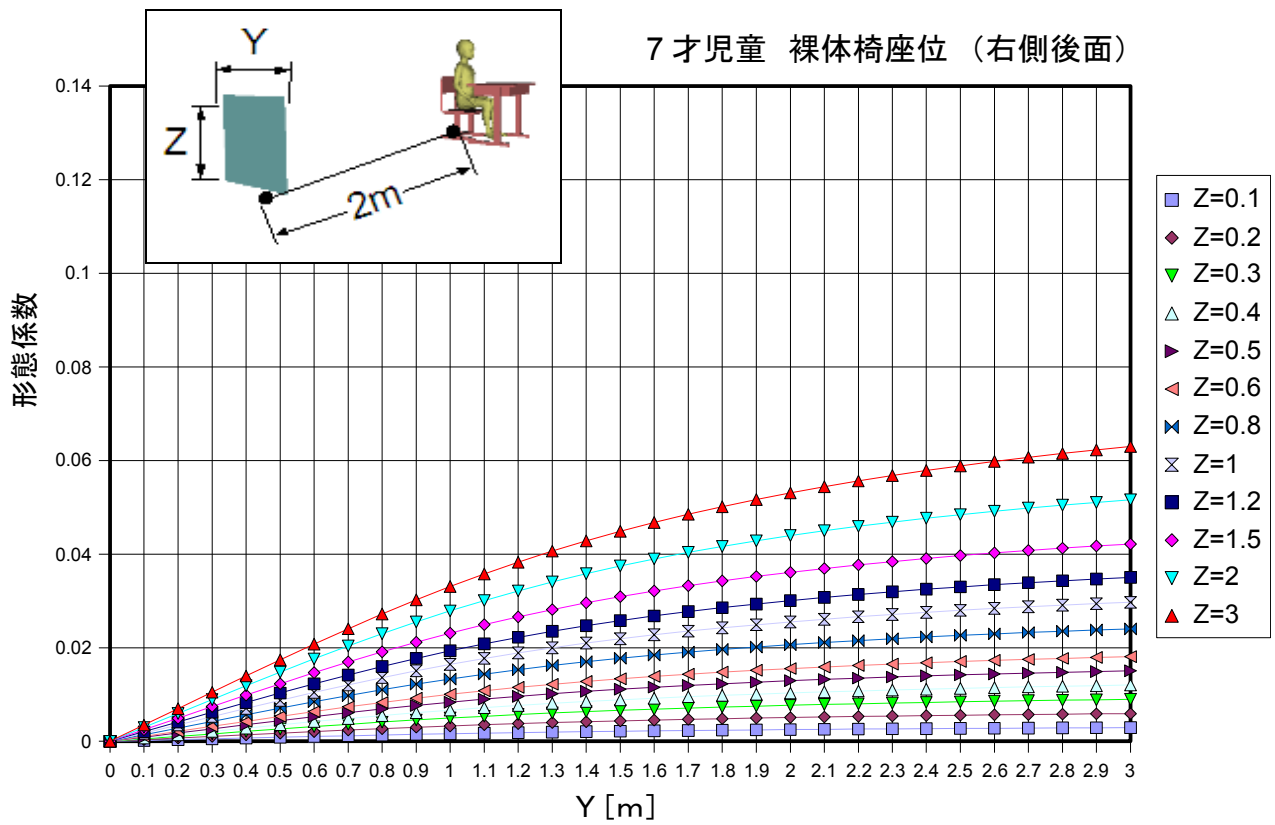


図5-12-7 7歳児童・裸体椅座位2：右側後面の形態係数

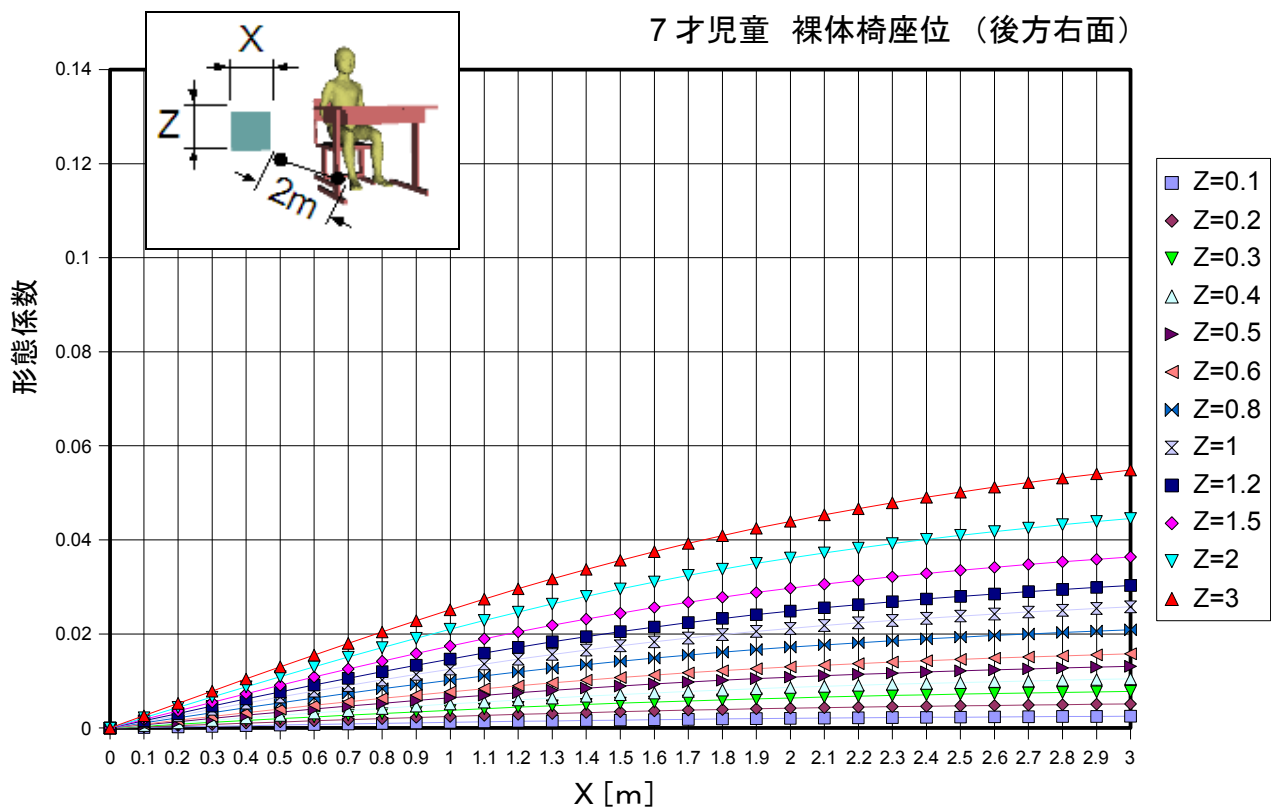


図5-12-8 7歳児童・裸体椅座位2：後方右面の形態係数

- (5. 13 7歳児童・着衣立位)
- (5. 14 7歳児童・着衣椅座位)
- (5. 15 7歳児童・着衣椅座位1) イス
- (5. 16 7歳児童・着衣椅座位2) イス・机

(白紙)

5. 1.3 7歳児童・着衣立位

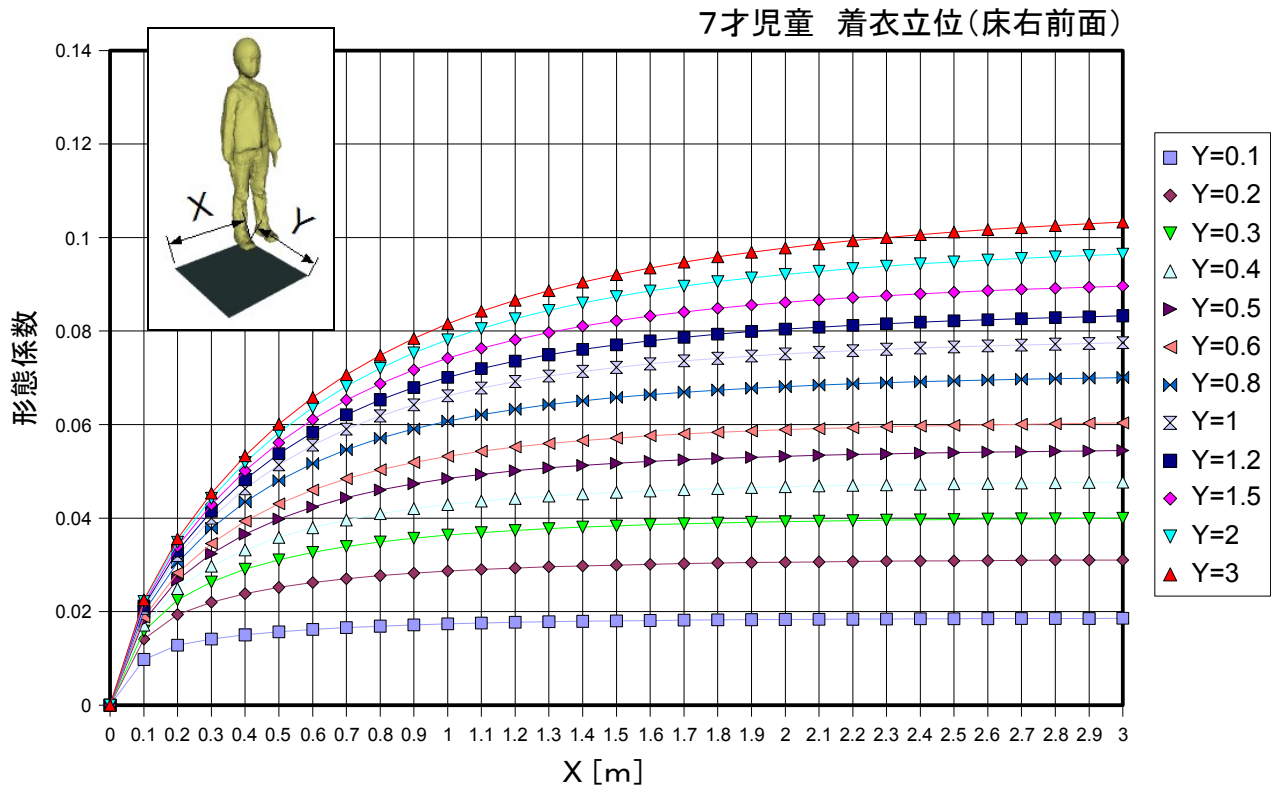


図5-13-1 7歳児童・着衣立位：床右前面の形態係数

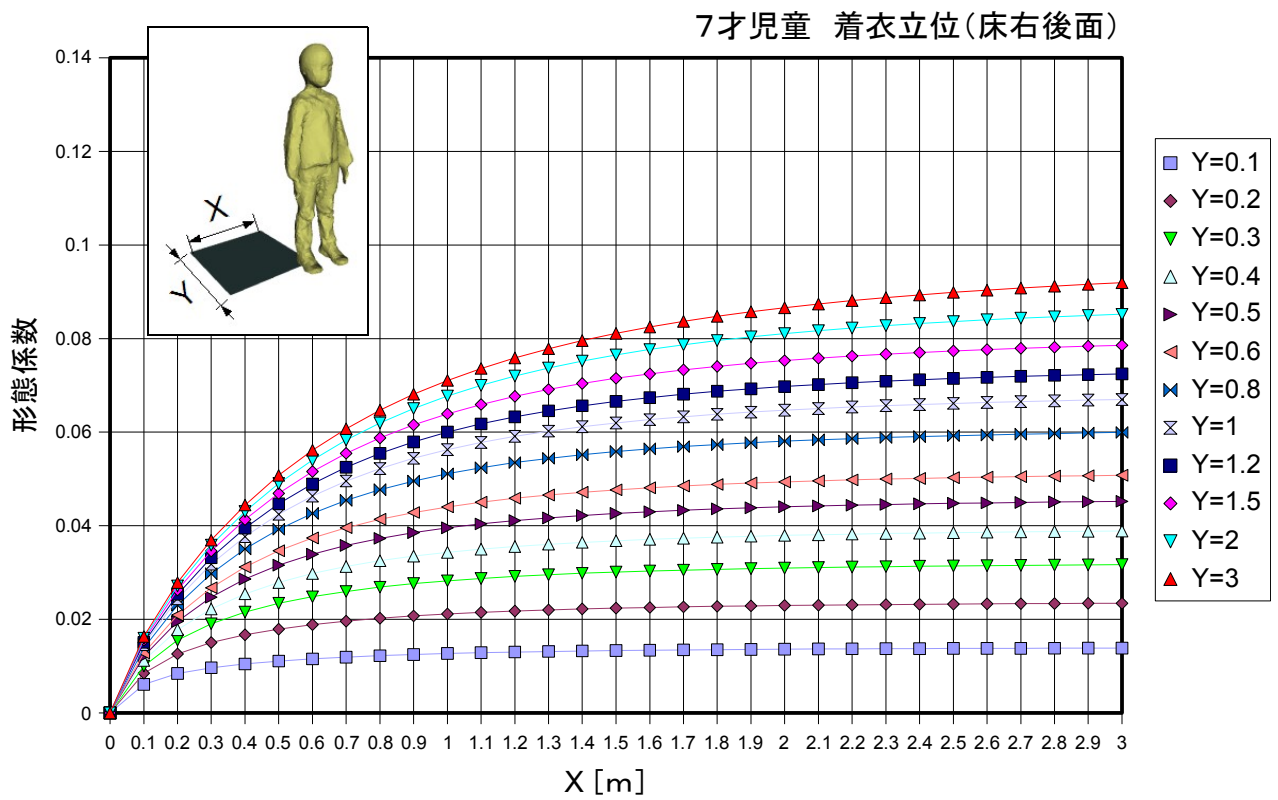


図5-13-2 7歳児童・着衣立位：床右後面の形態係数

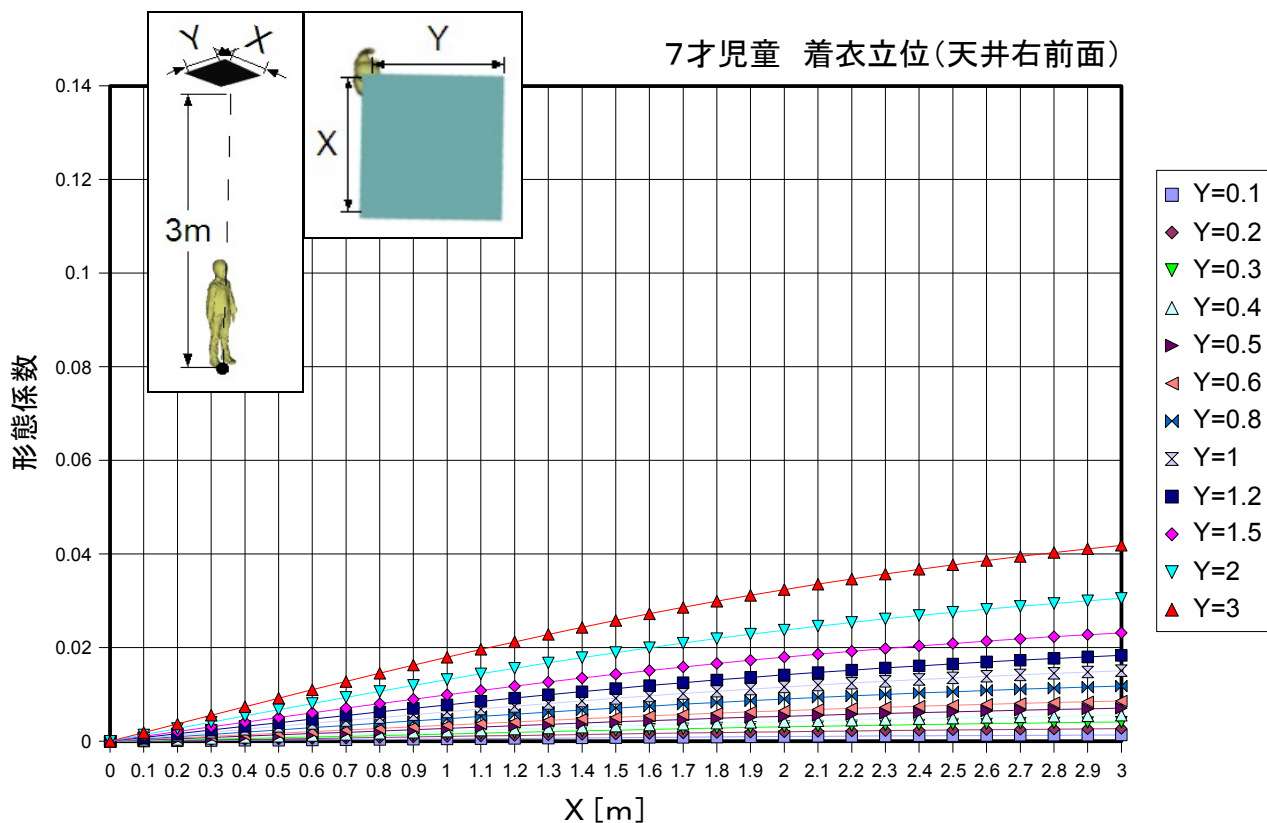


図5-13-3 7歳児童・着衣立位：天井右前面の形態係数

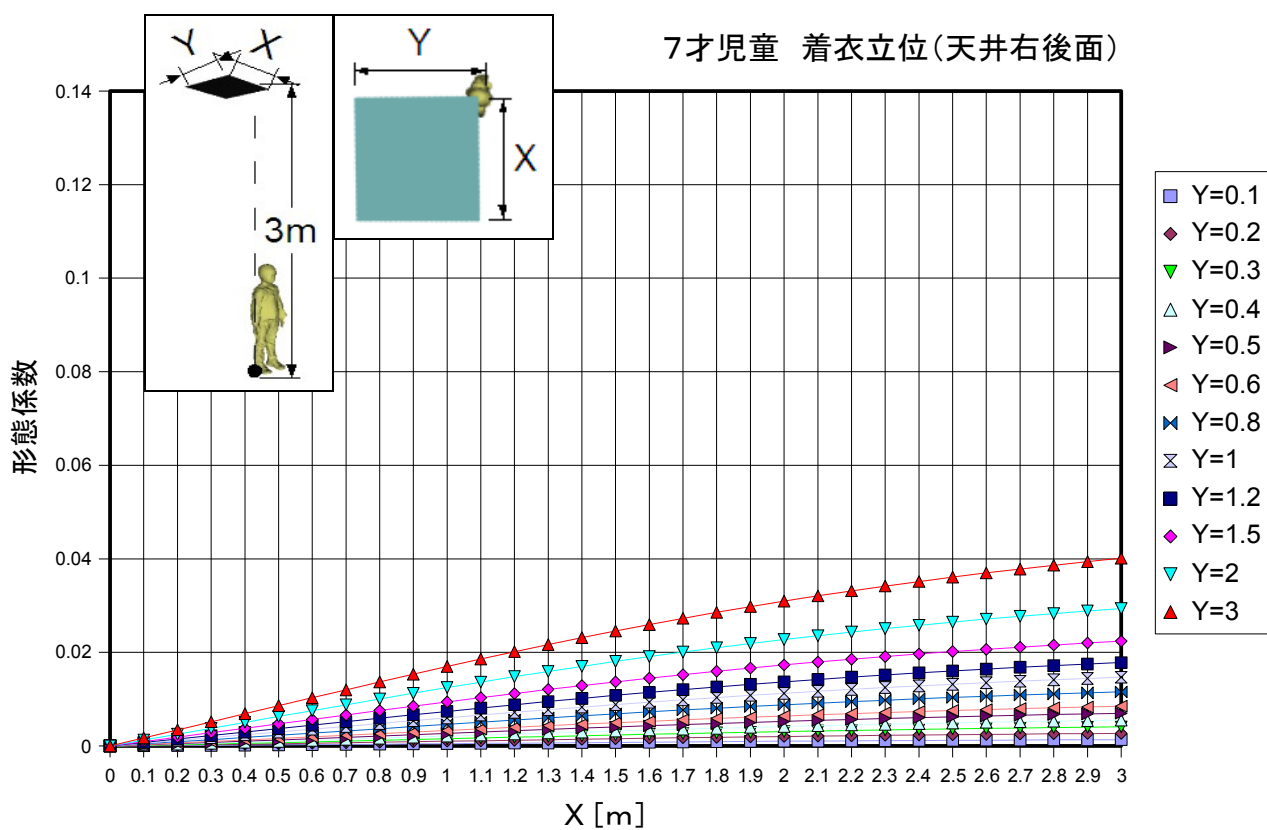


図5-13-4 7歳児童・着衣立位：天井右後面の形態係数

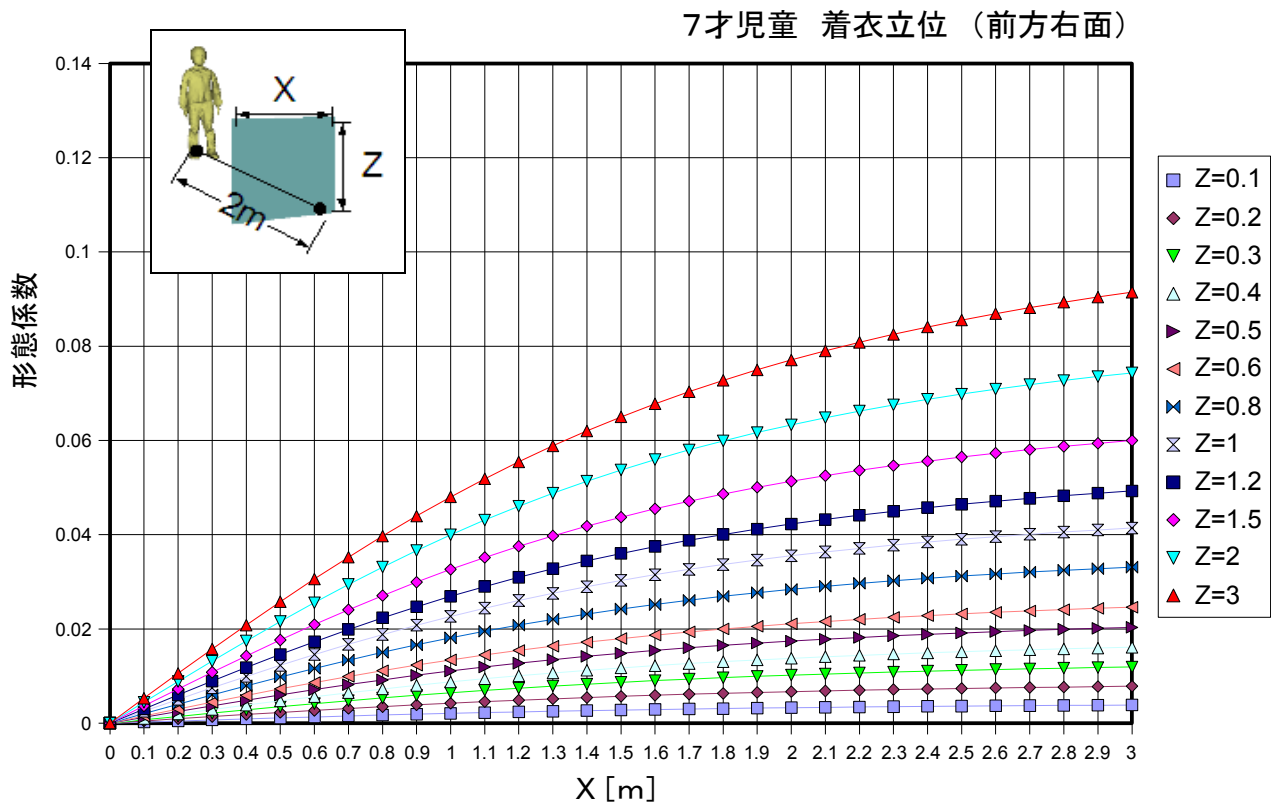


図 5-13-5 7 歳児童・着衣立位：前方右面の形態係数

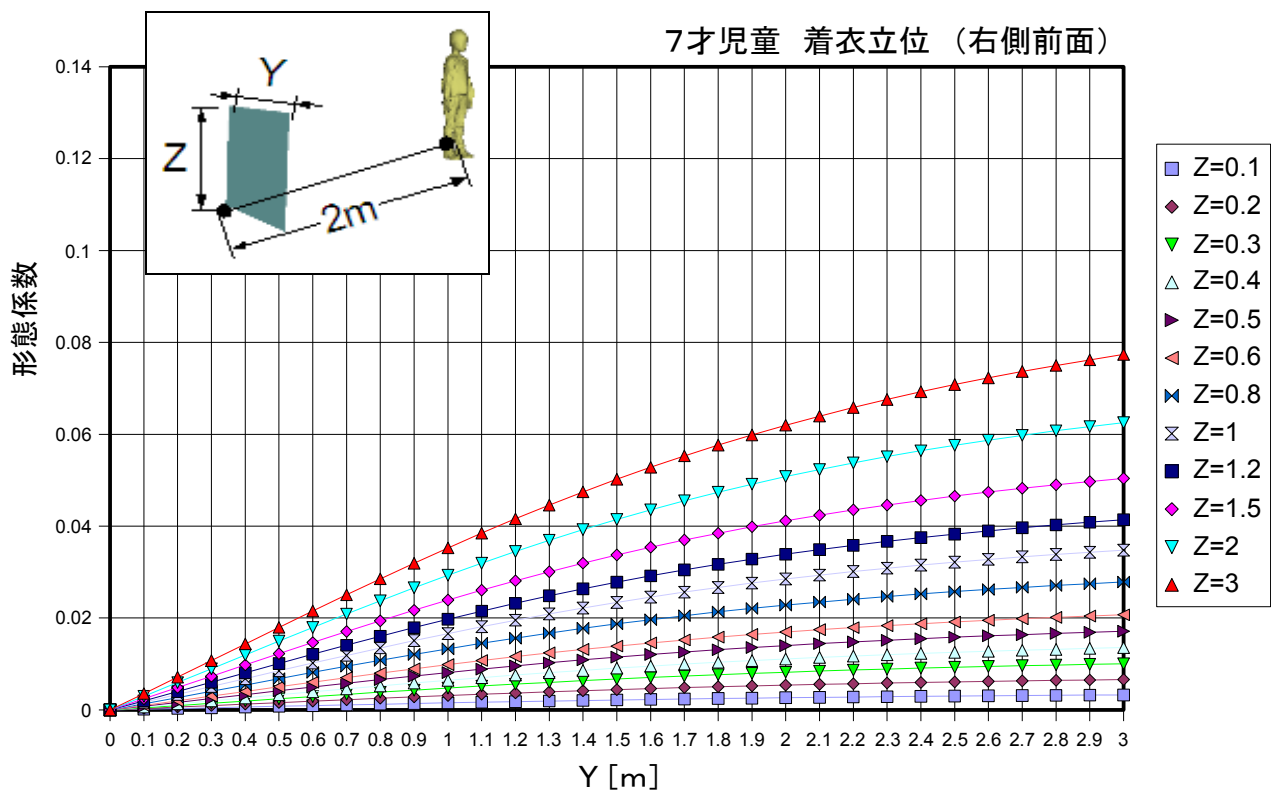


図 5-13-6 7 歳児童・着衣立位：右側前面の形態係数

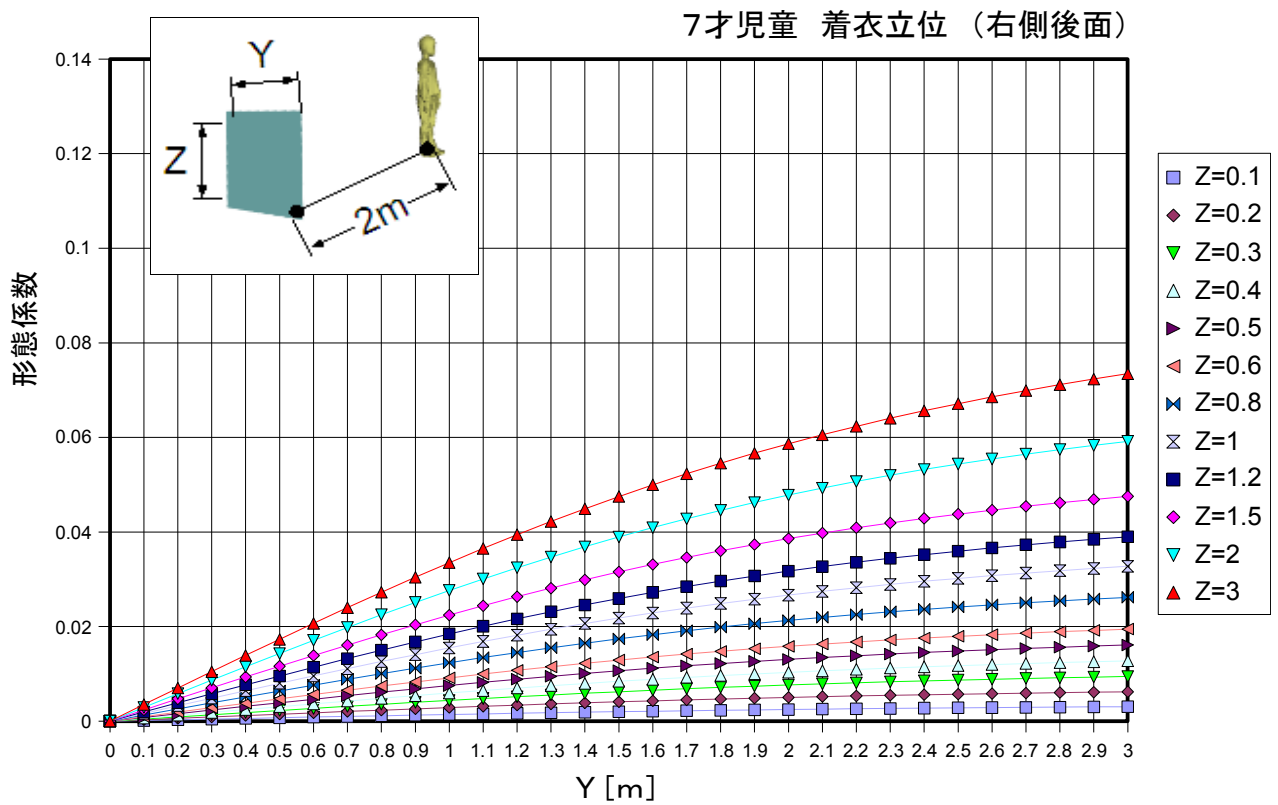


図 5-13-7 7 歳児童・着衣立位：右側後面の形態係数

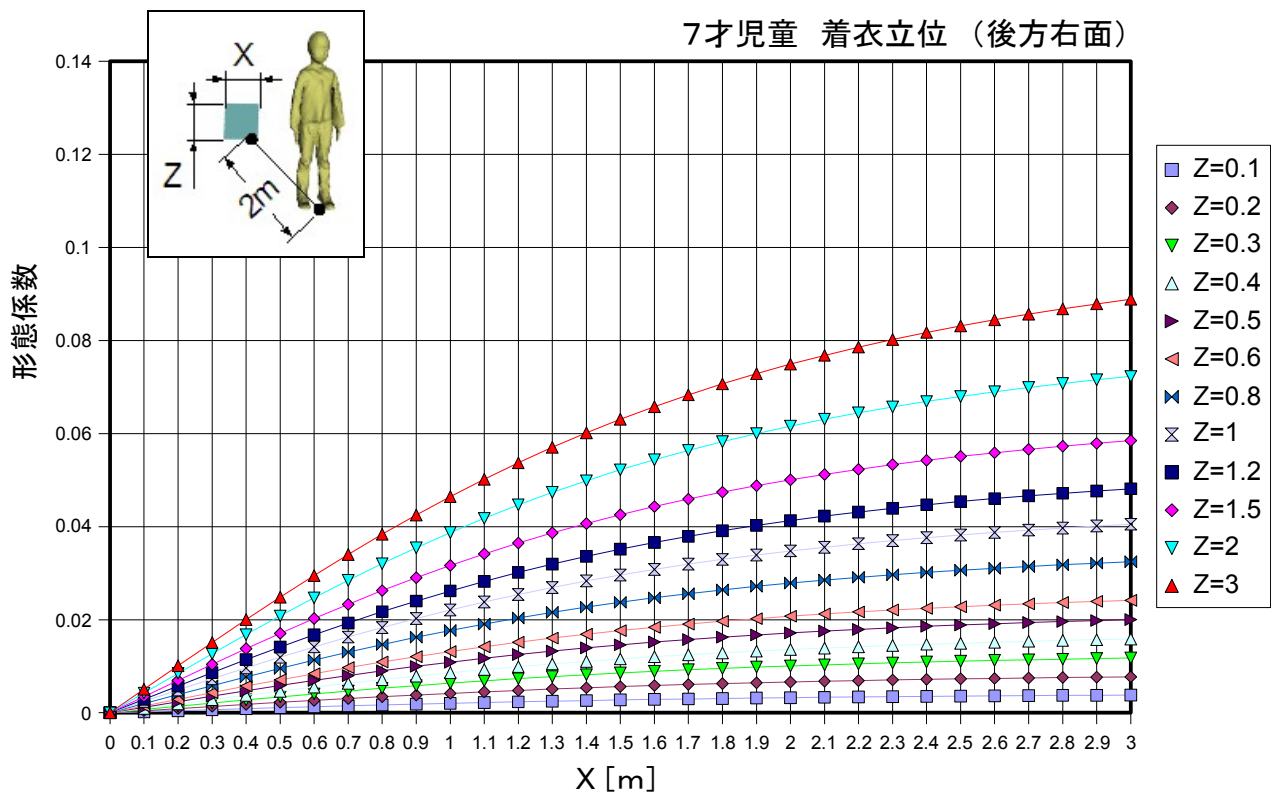


図 5-13-8 7 歳児童・着衣立位：後方右面の形態係数

5. 1 4 7 歳児 童 ・ 着 衣 椅 座 位

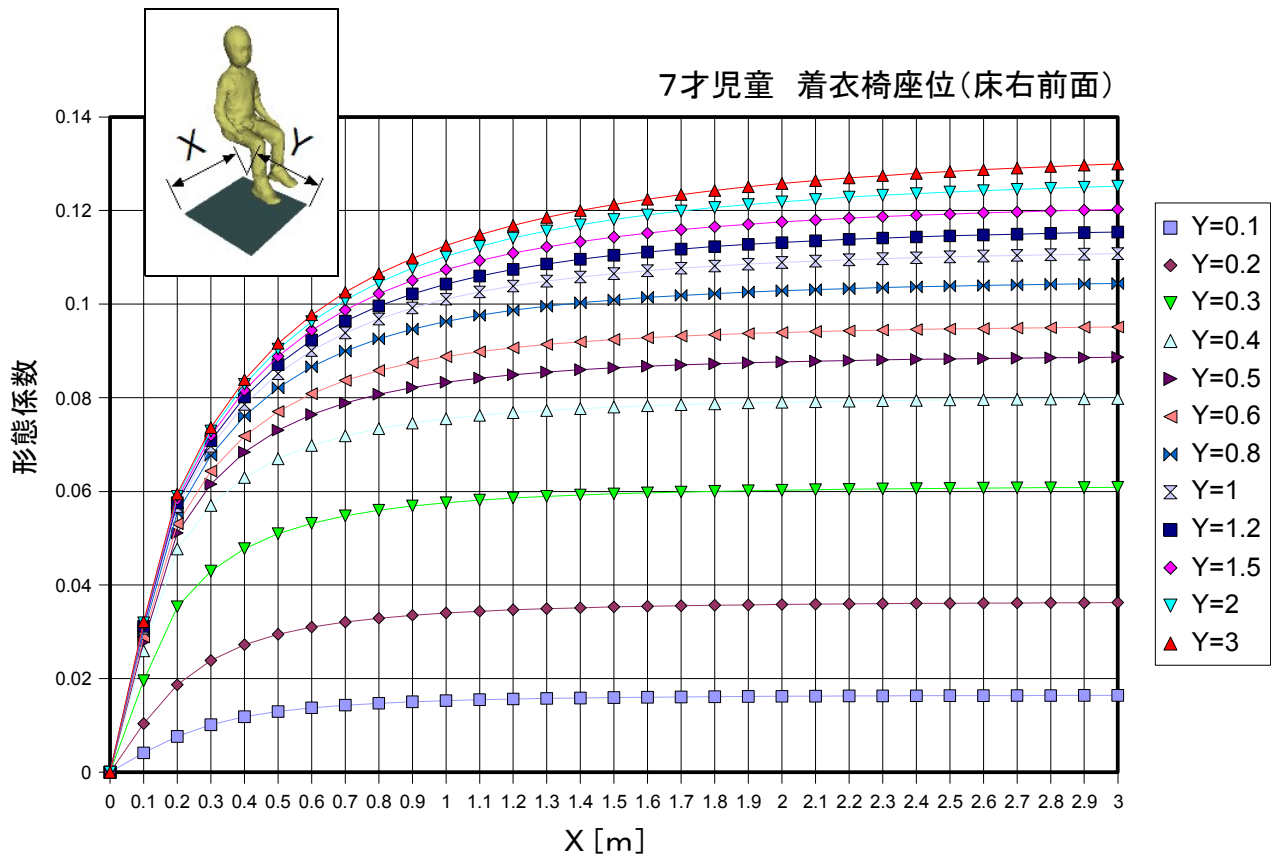


図 5-14-1 7 歳児 童 ・ 着 衣 椅 座 位 : 床 右 前 面 の 形 態 係 数

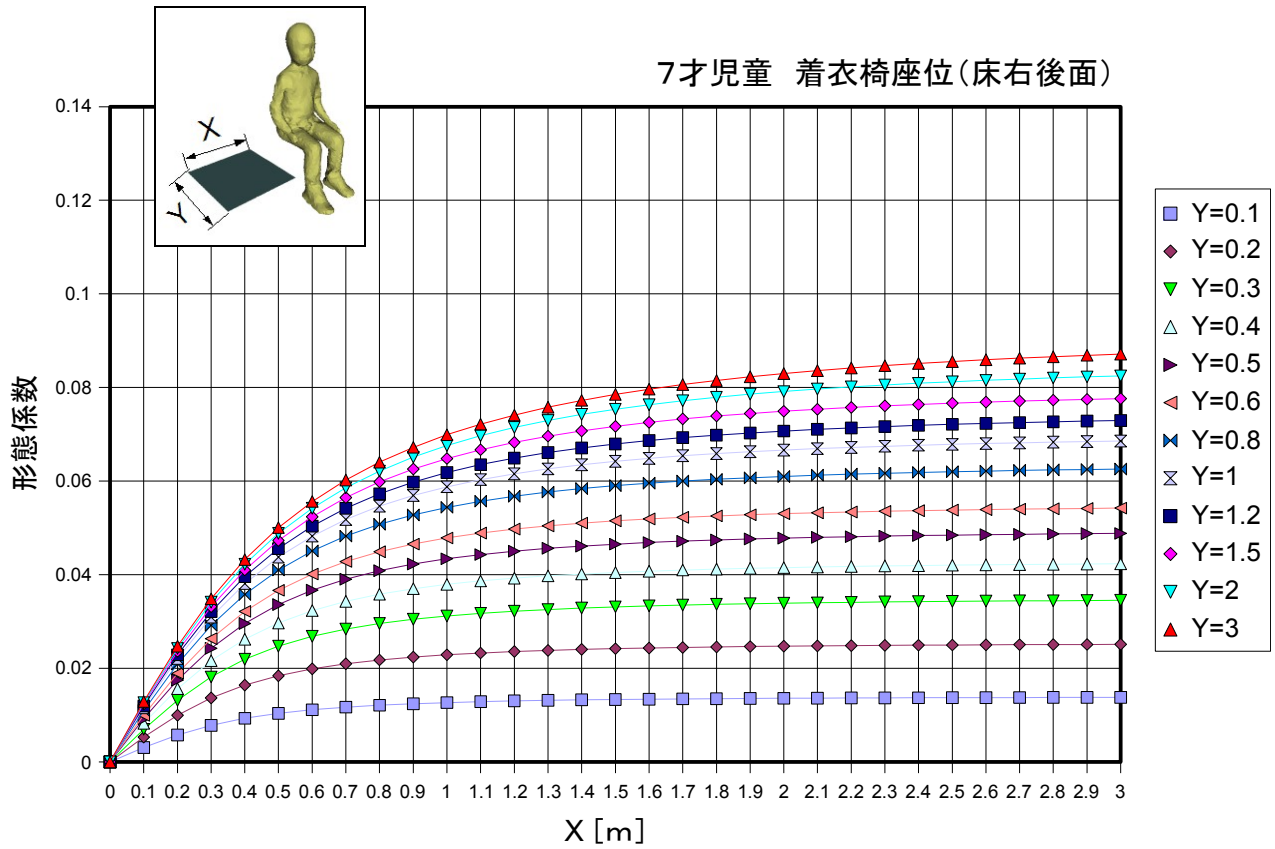


図 5-14-2 7 歳児 童 ・ 着 衣 椅 座 位 : 床 右 後 面 の 形 態 係 数



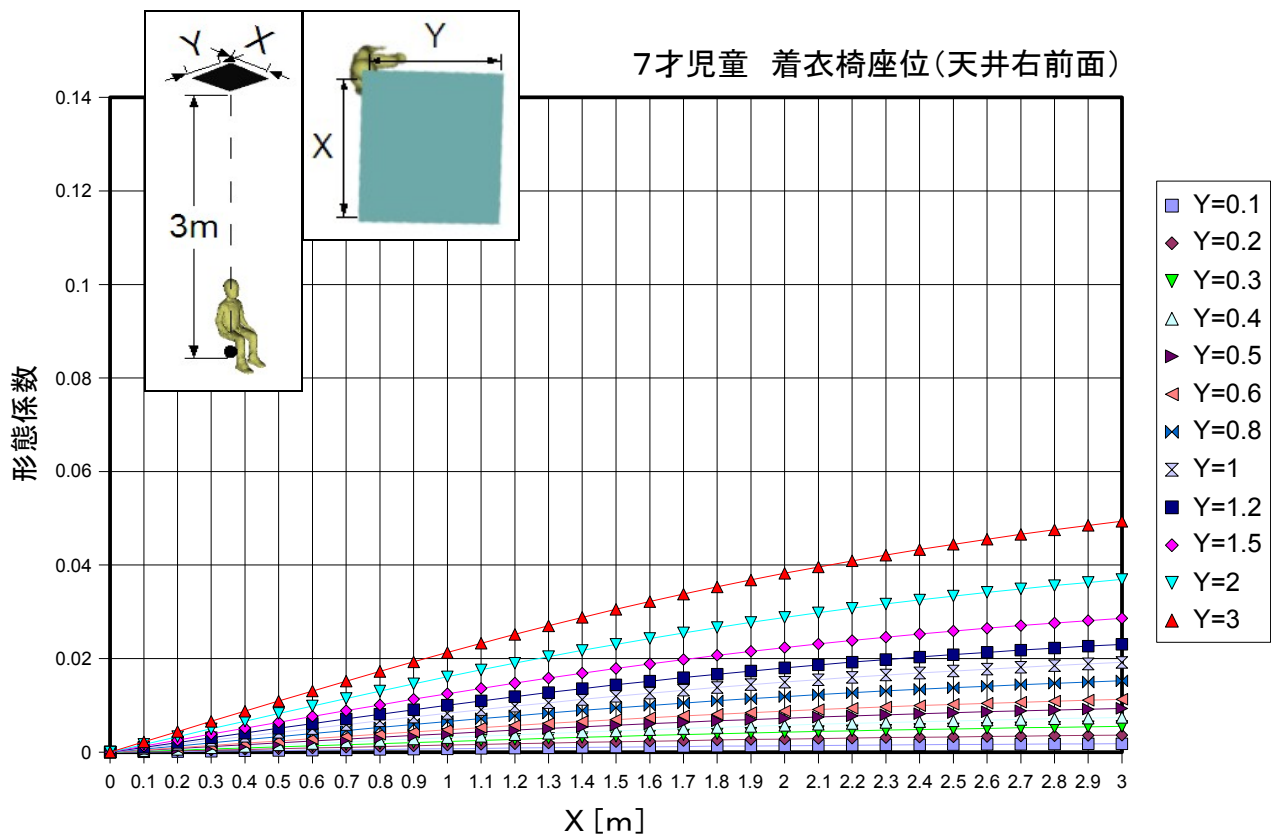


図5-14-3 7歳児童・着衣椅座位：天井右前面の形態係数

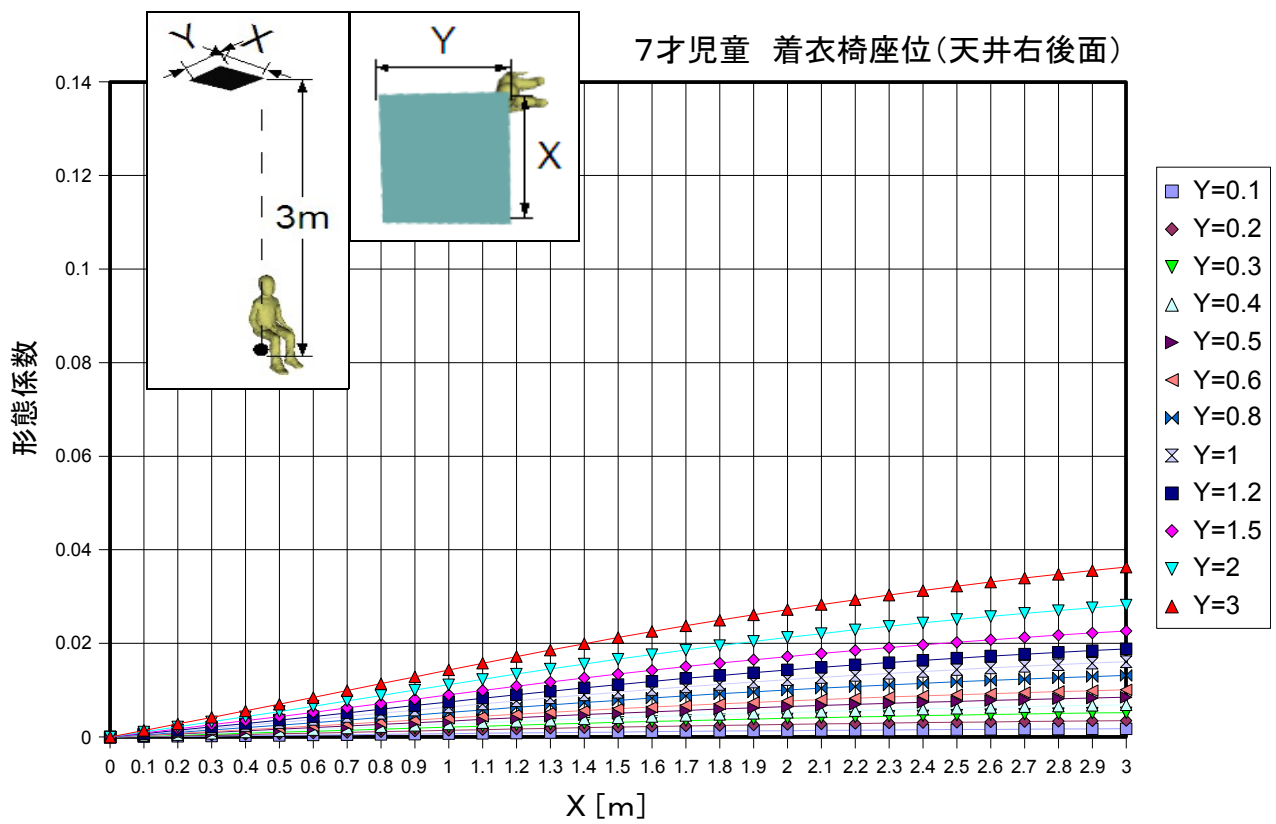


図5-14-4 7歳児童・着衣椅座位：天井右後面の形態係数

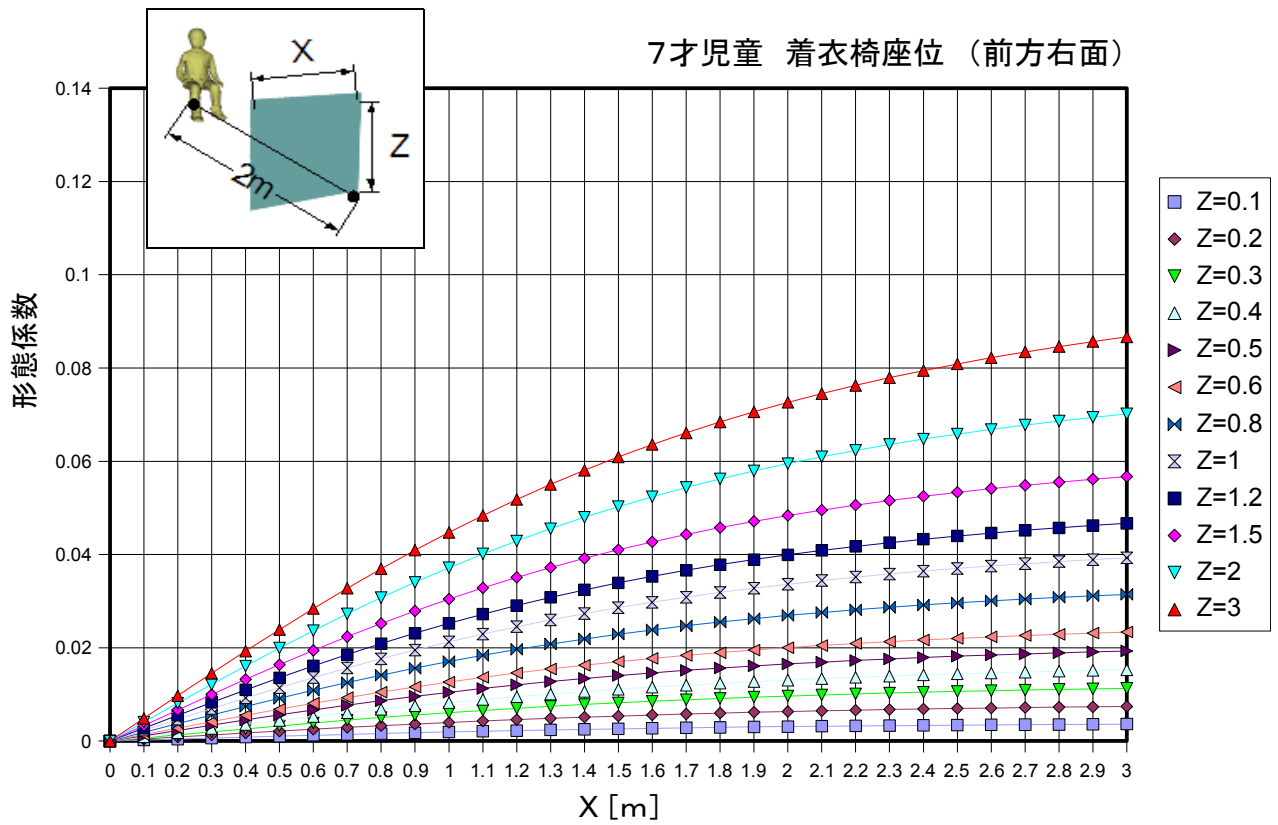


図 5-14-5 7 歳児童・着衣椅座位：前方右面の形態係数

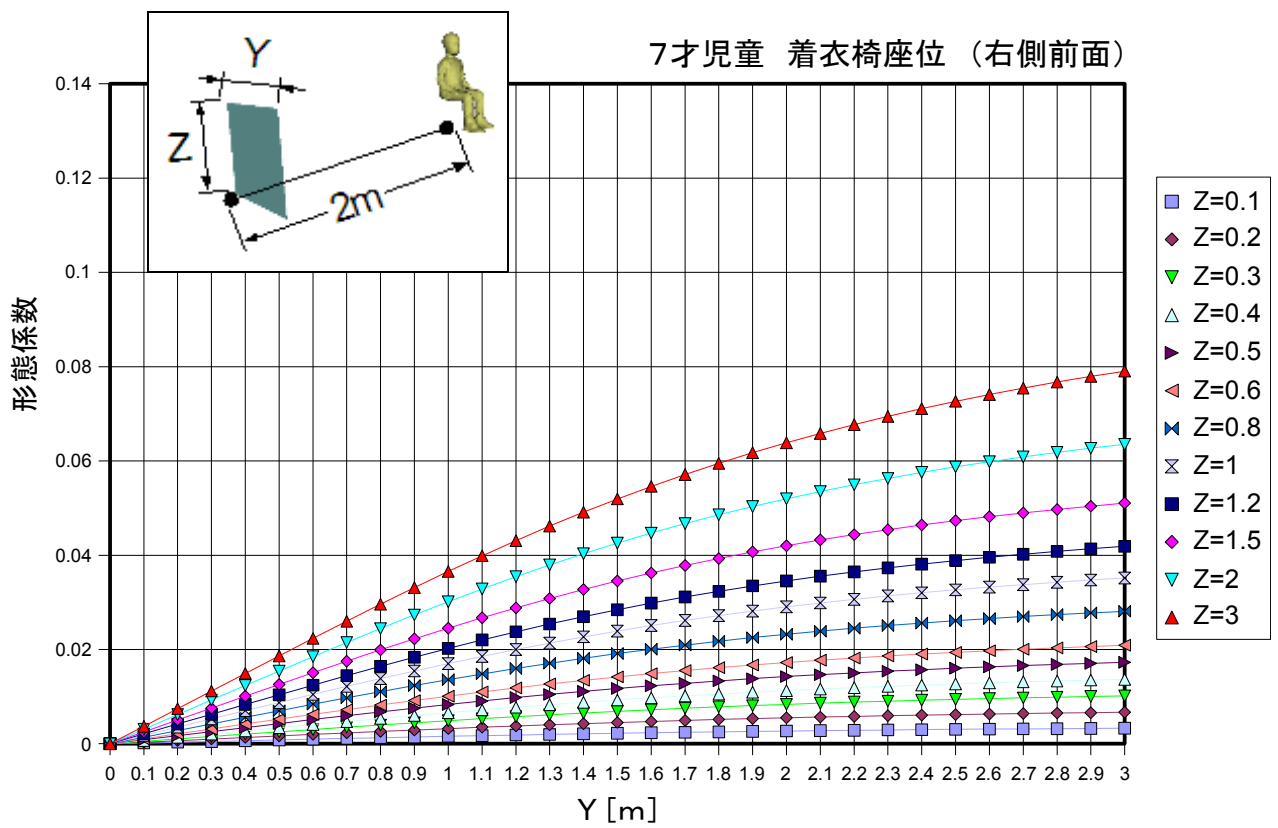


図 5-14-6 7 歳児童・着衣椅座位：右側前面の形態係数

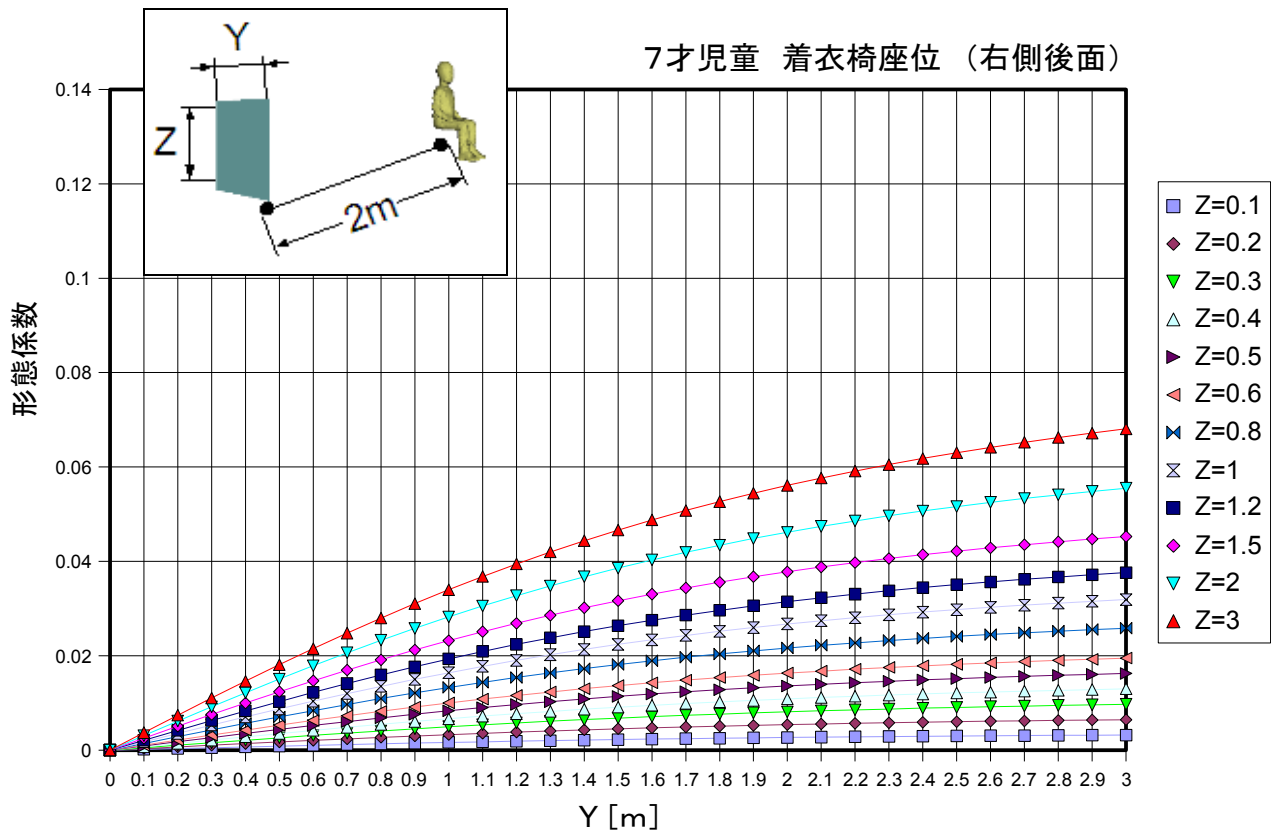


図 5-14-7 7 歳児童・着衣椅座位：右側後面の形態係数

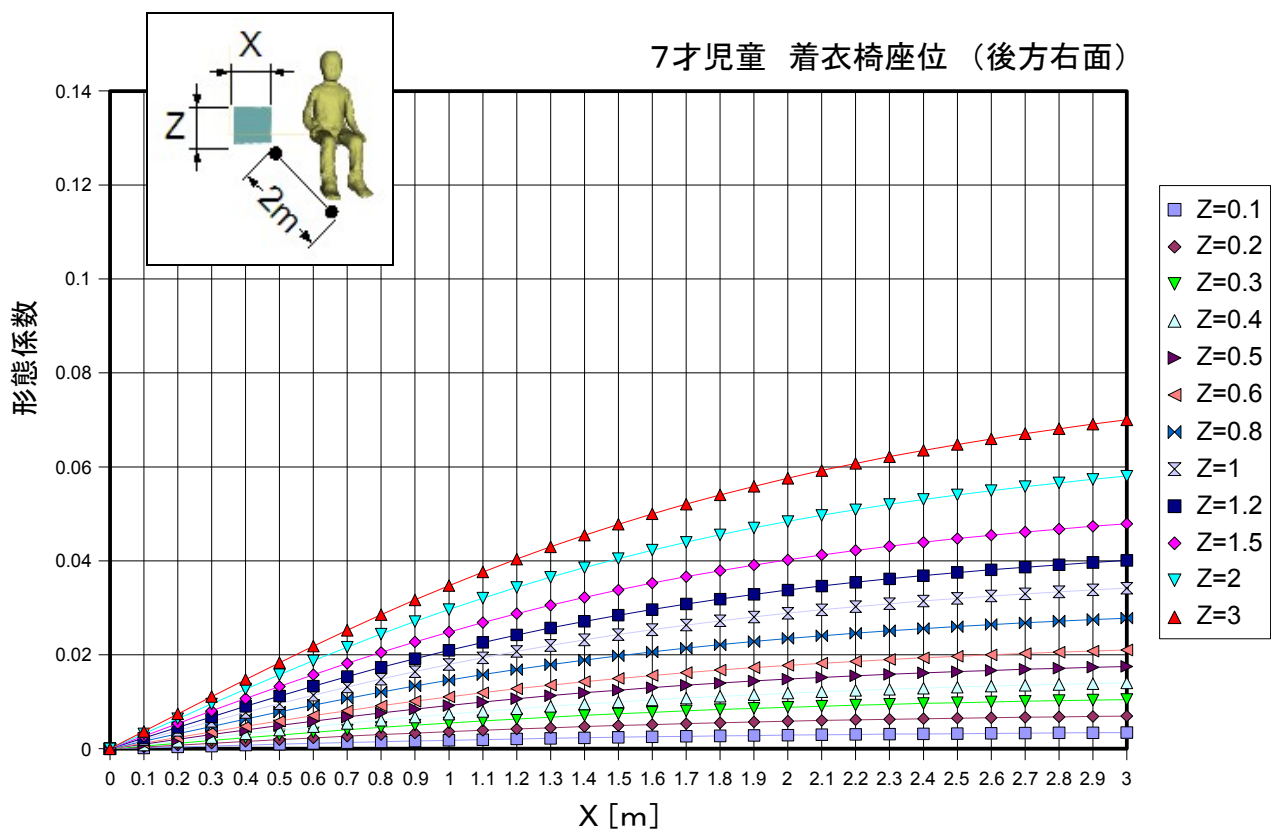


図 5-14-8 7 歳児童・着衣椅座位：後方右面の形態係数

5. 15 7歳児童・着衣椅座位 1

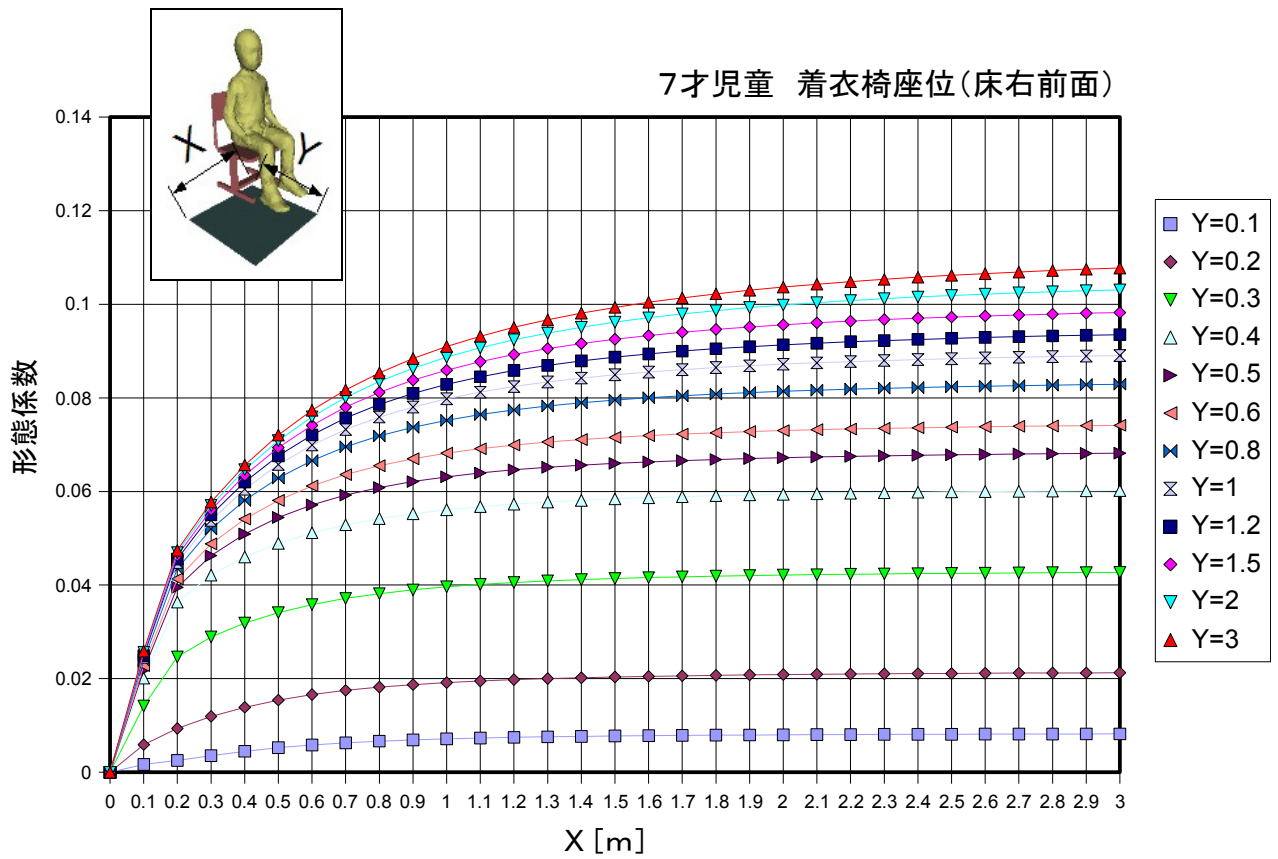


図 5-15-1 7歳児童・着衣椅座位 1 : 床右前面の形態係数

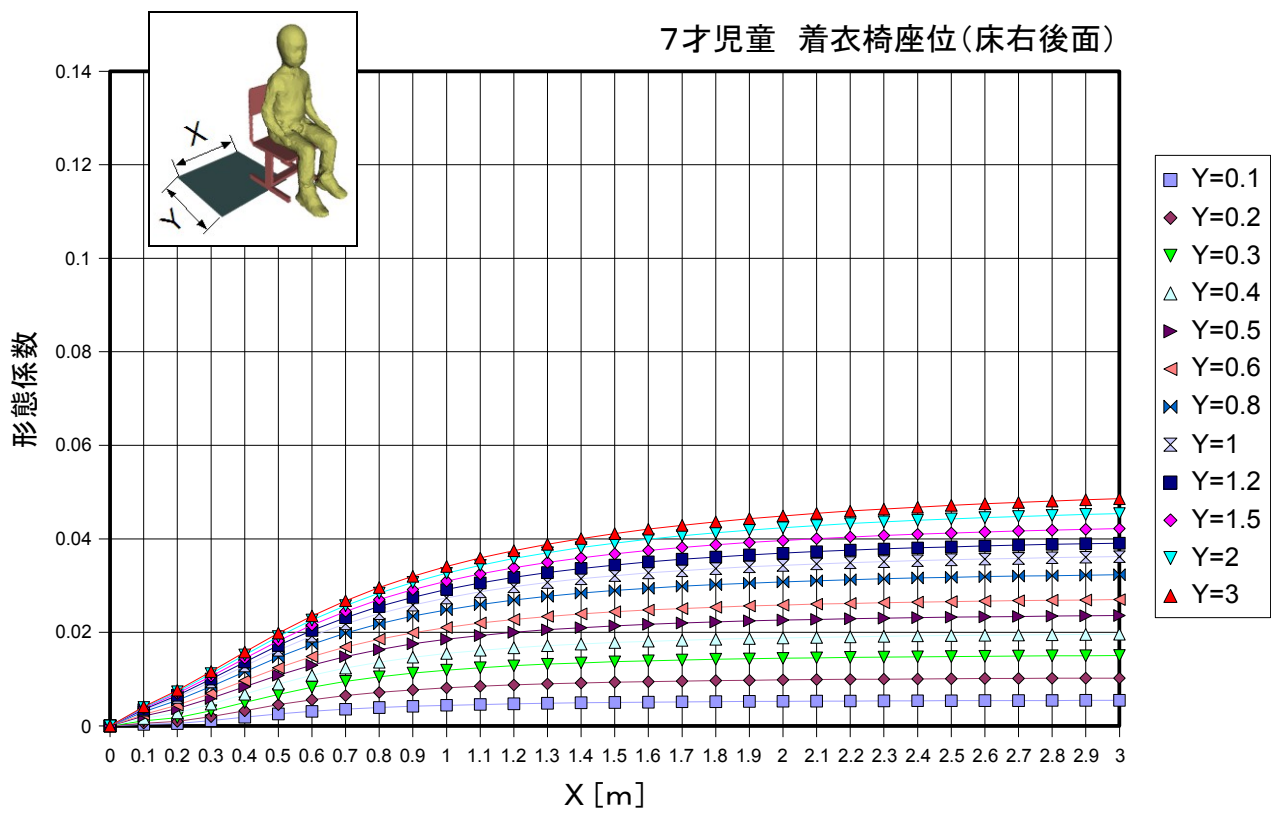


図 5-15-2 7歳児童・着衣椅座位 1 : 床右後面の形態係数

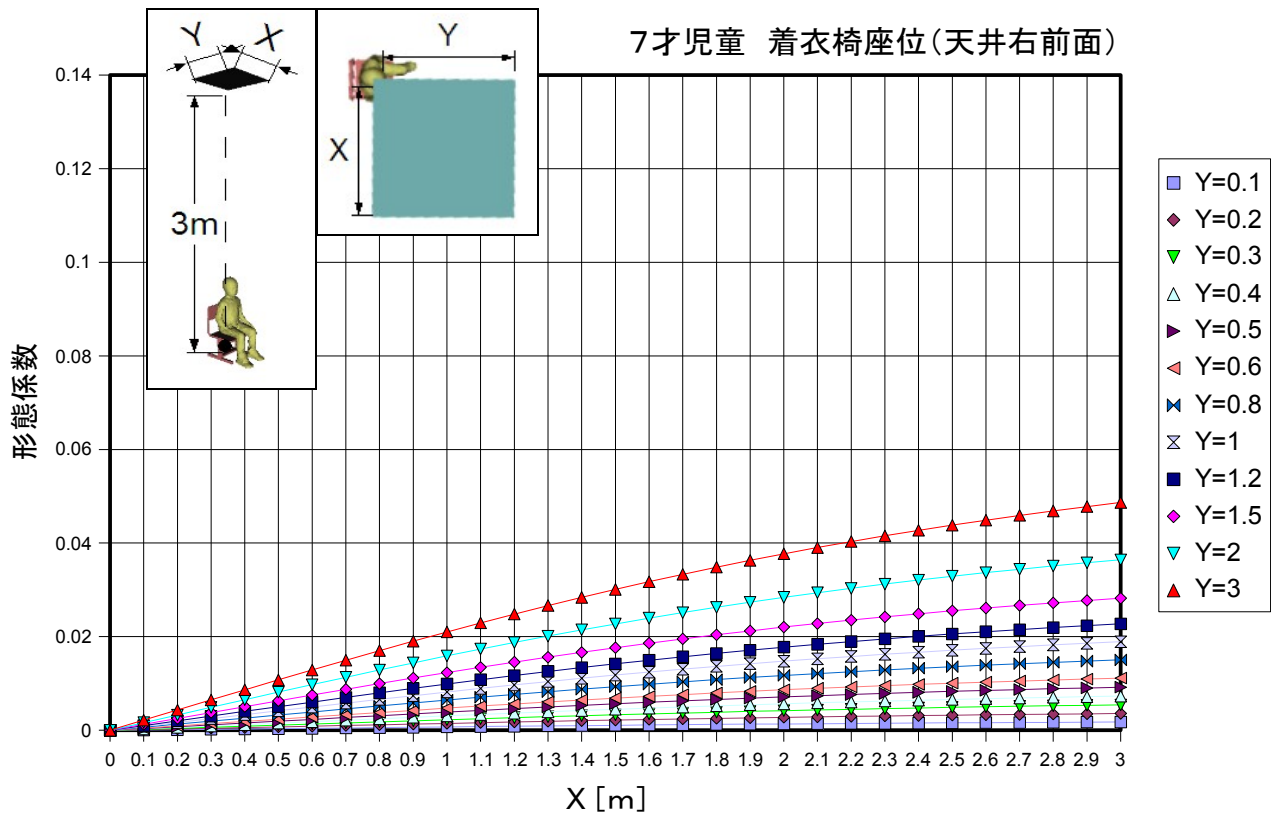


図 5-15-3 7 歳児童・着衣椅座位 1：天井右前面の形態係数

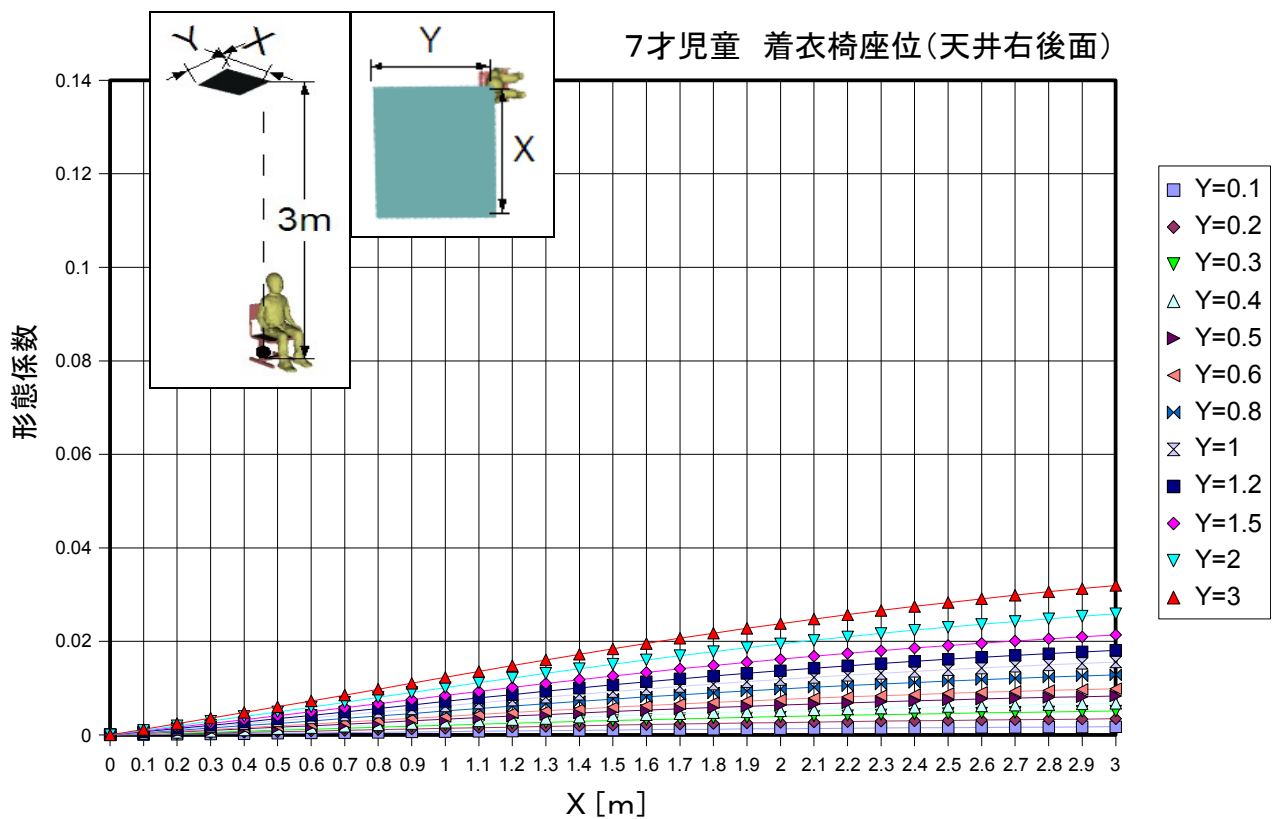


図 5-15-4 7 歳児童・着衣椅座位 1：天井右後面の形態係数

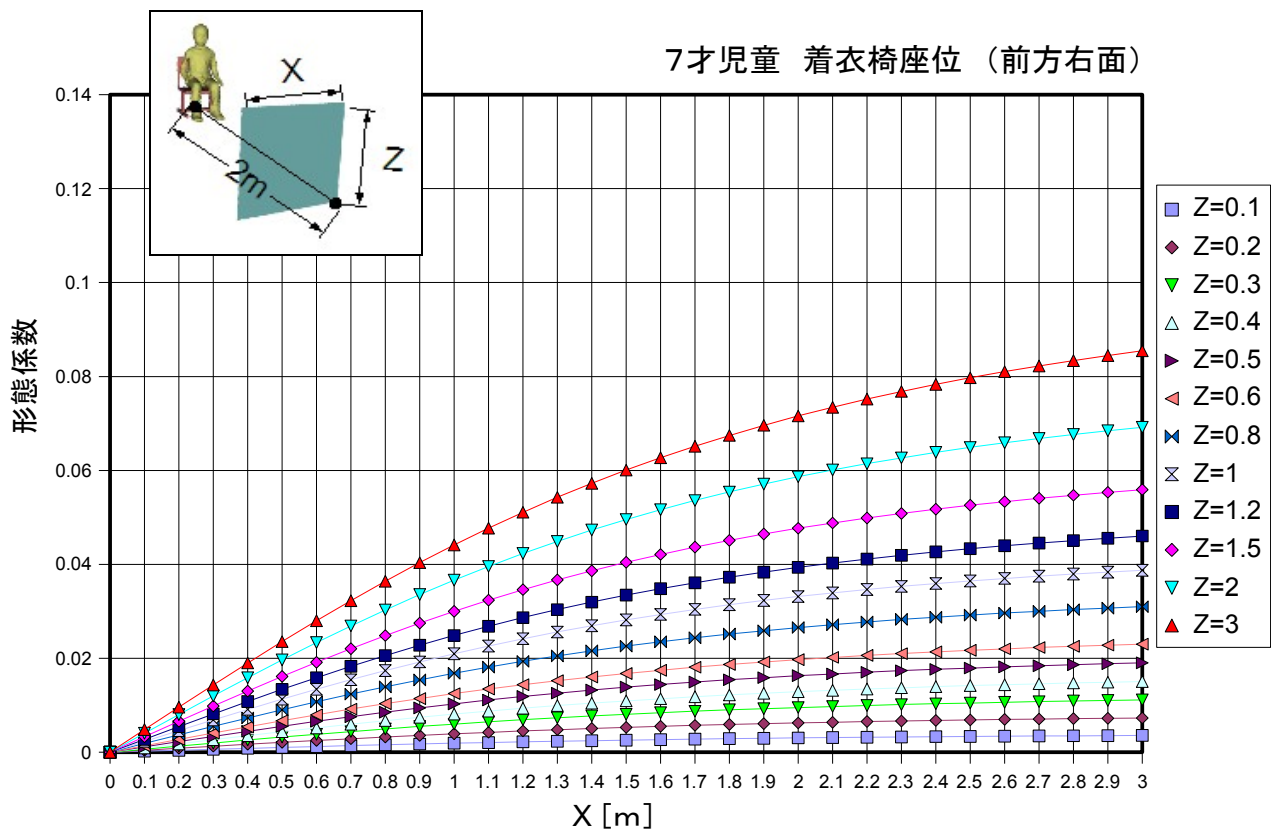


図 5-15-5 7 歳児童・着衣椅座位 1：前方右面の形態係数

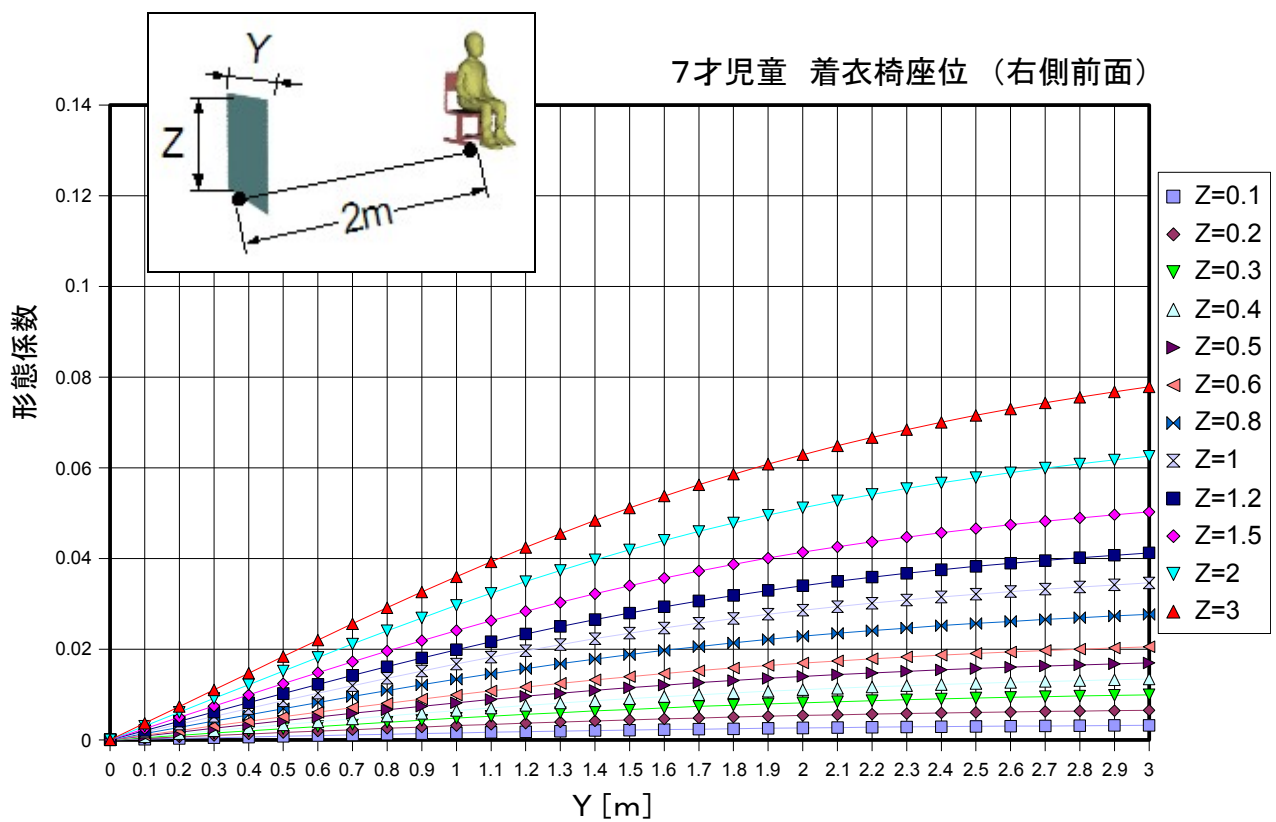


図 5-15-6 7 歳児童・着衣椅座位 1：右側前面の形態係数

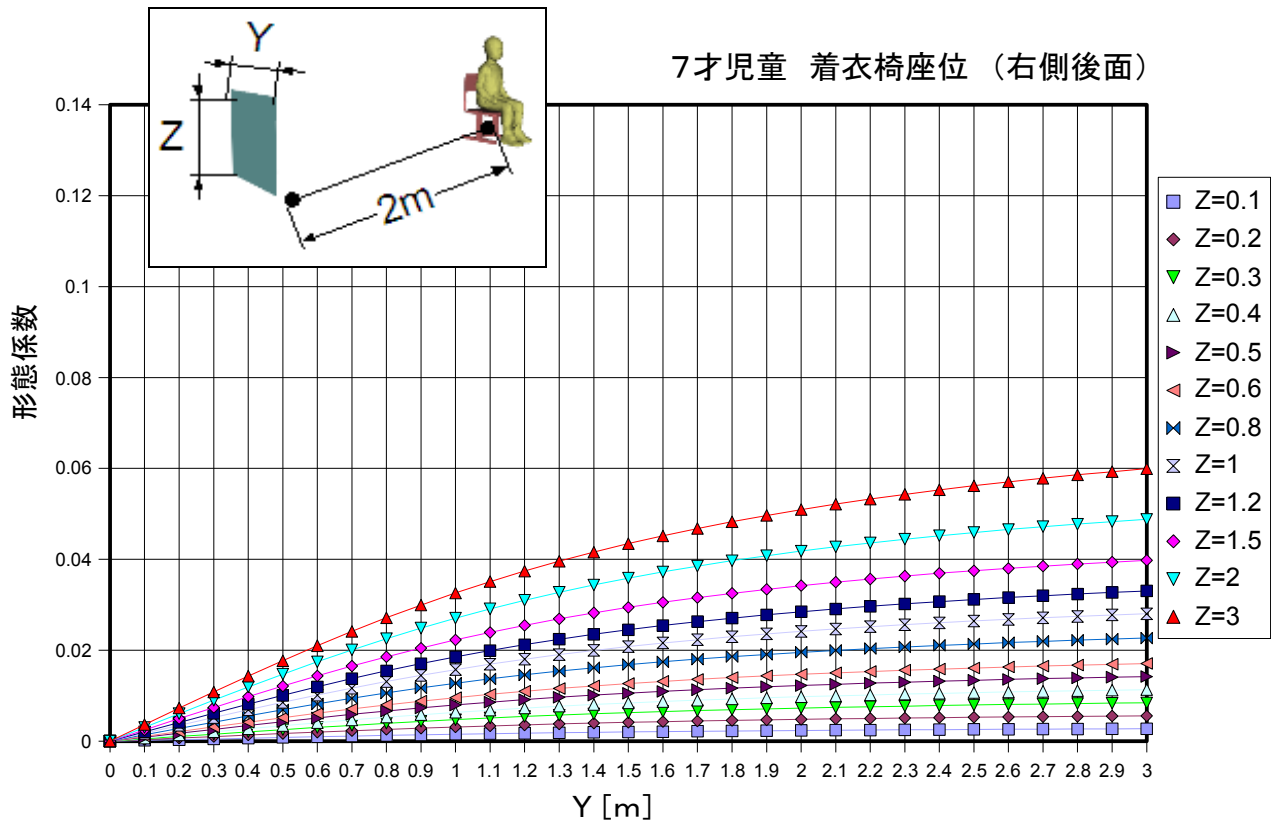


図 5-15-7 7 歳児童・着衣椅座位 1：右側後面の形態係数

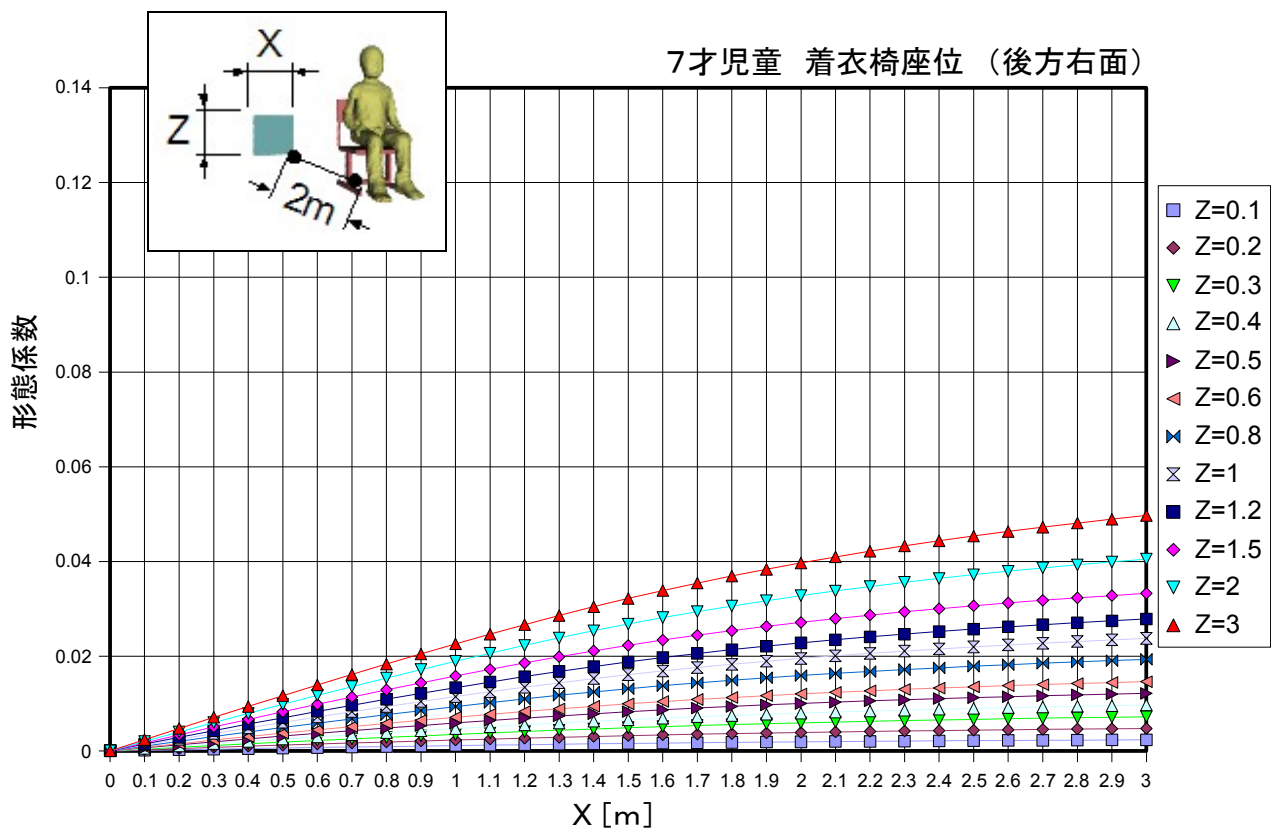


図 5-15-8 7 歳児童・着衣椅座位 1：後方右面の形態係数

5. 16 7 歳児童・着衣椅座位 2

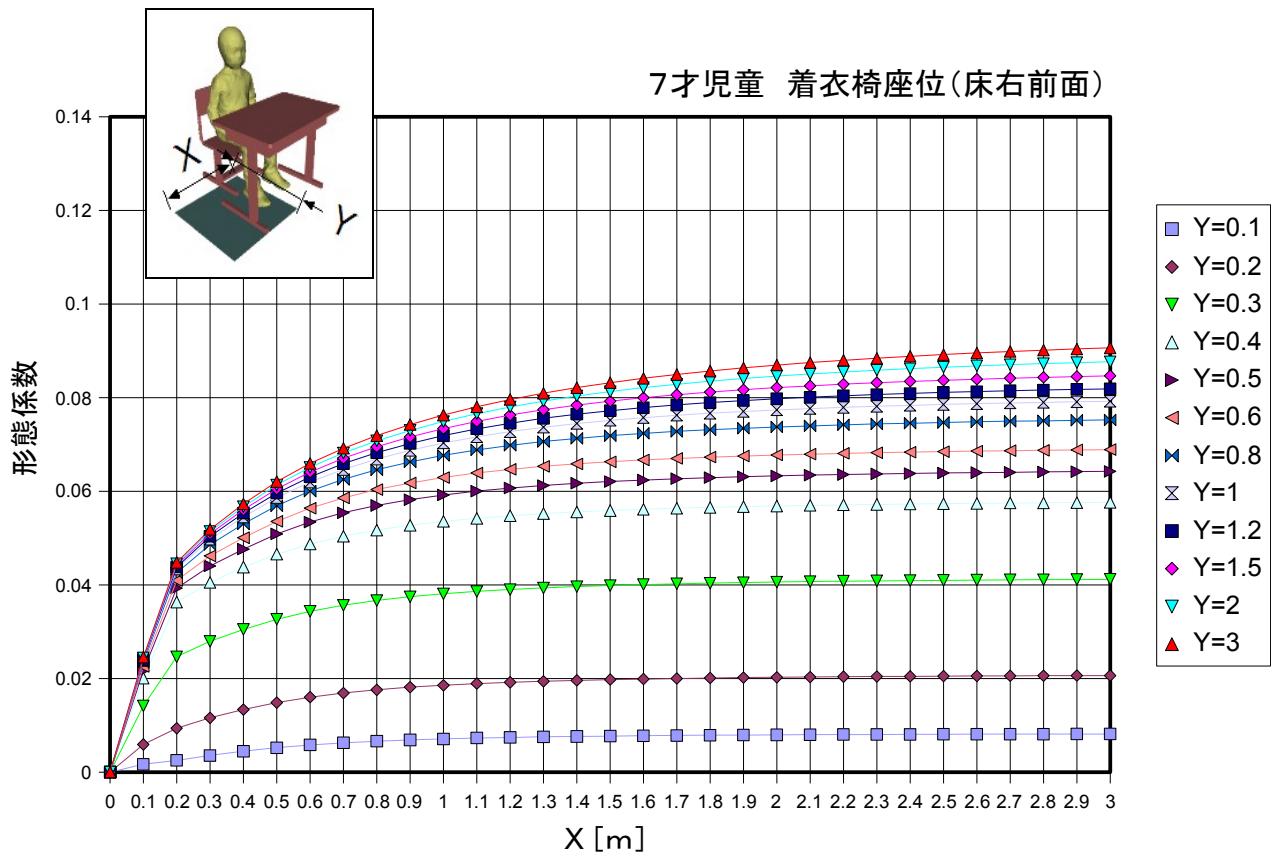


図 5-16-1 7 歳児童・着衣椅座位 2 : 床右前面の形態係数

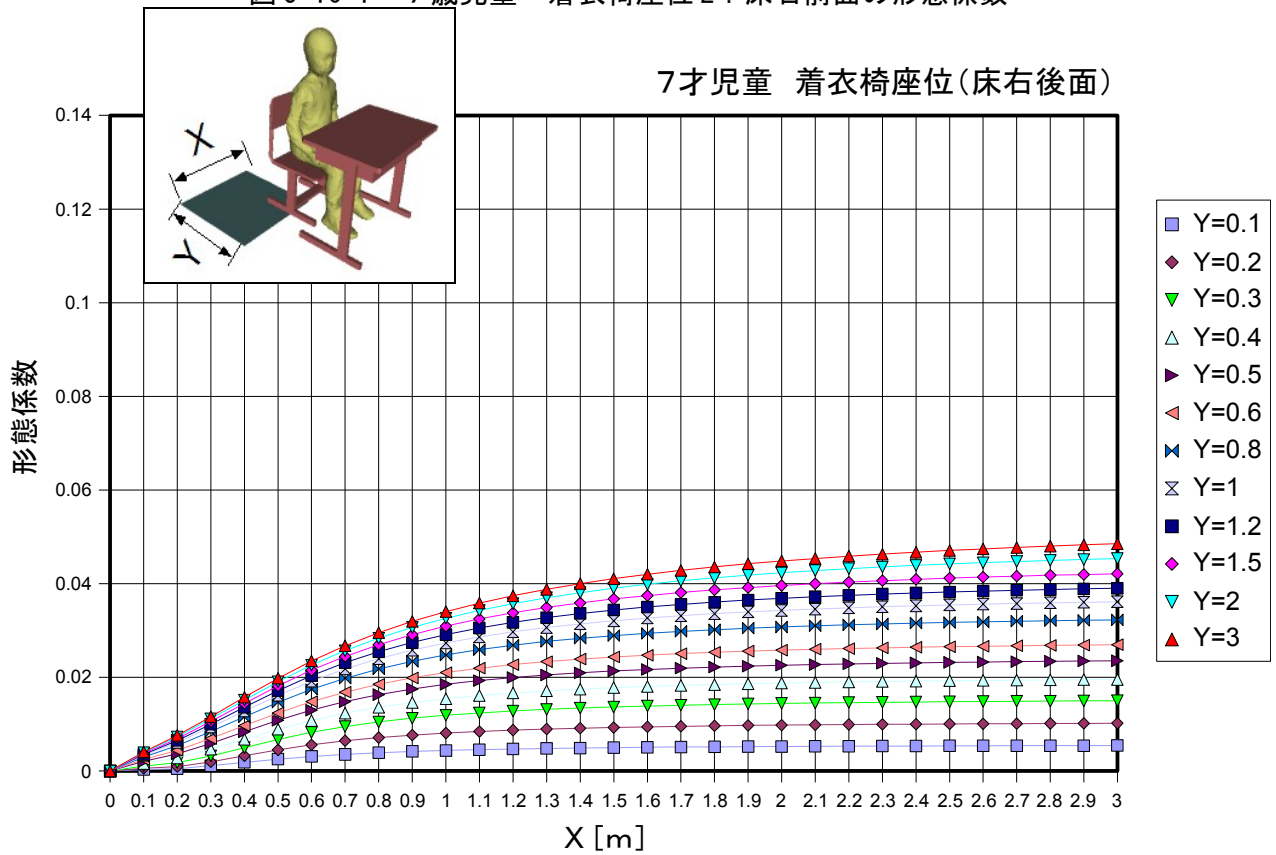


図 5-16-2 7 歳児童・着衣椅座位 2 : 床右後面の形態係数



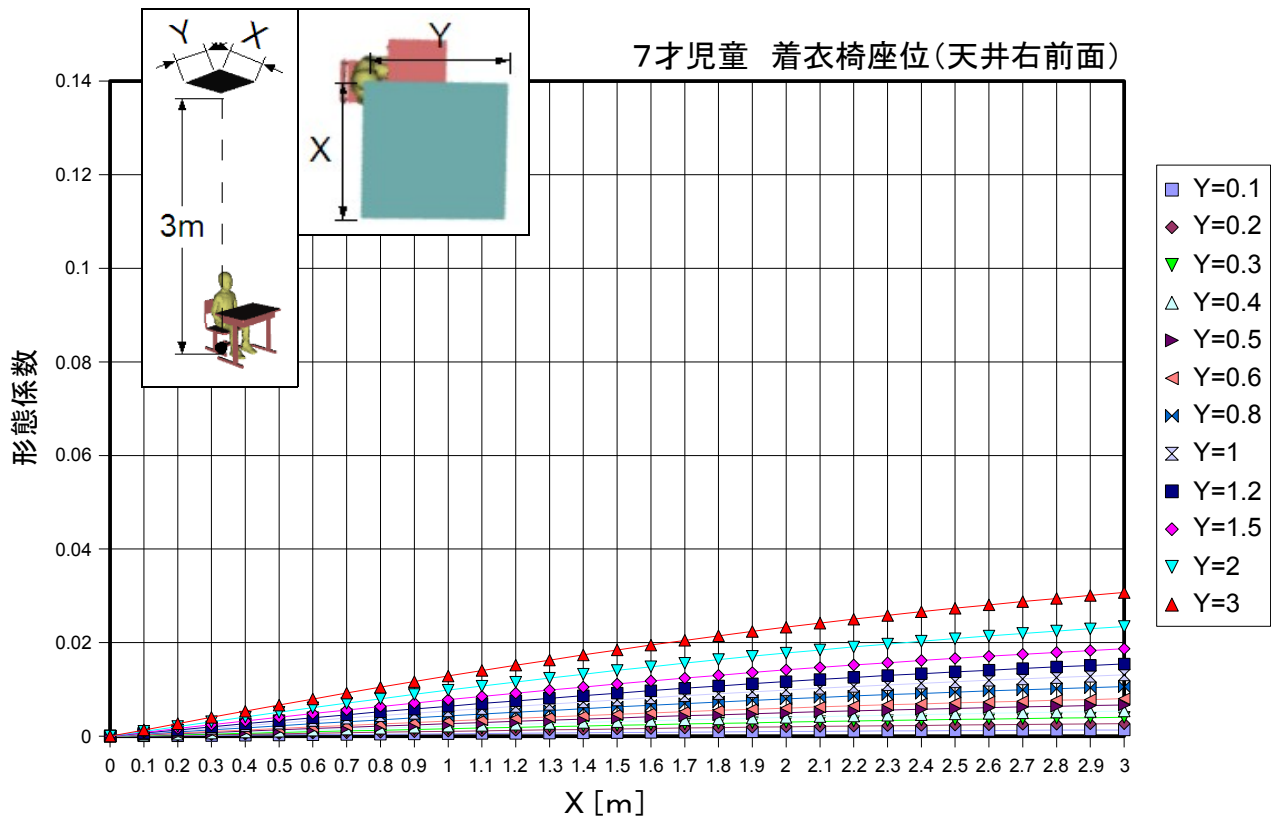


図 5-16-3 7 歳児童・着衣椅座位 2：天井右前面の形態係数

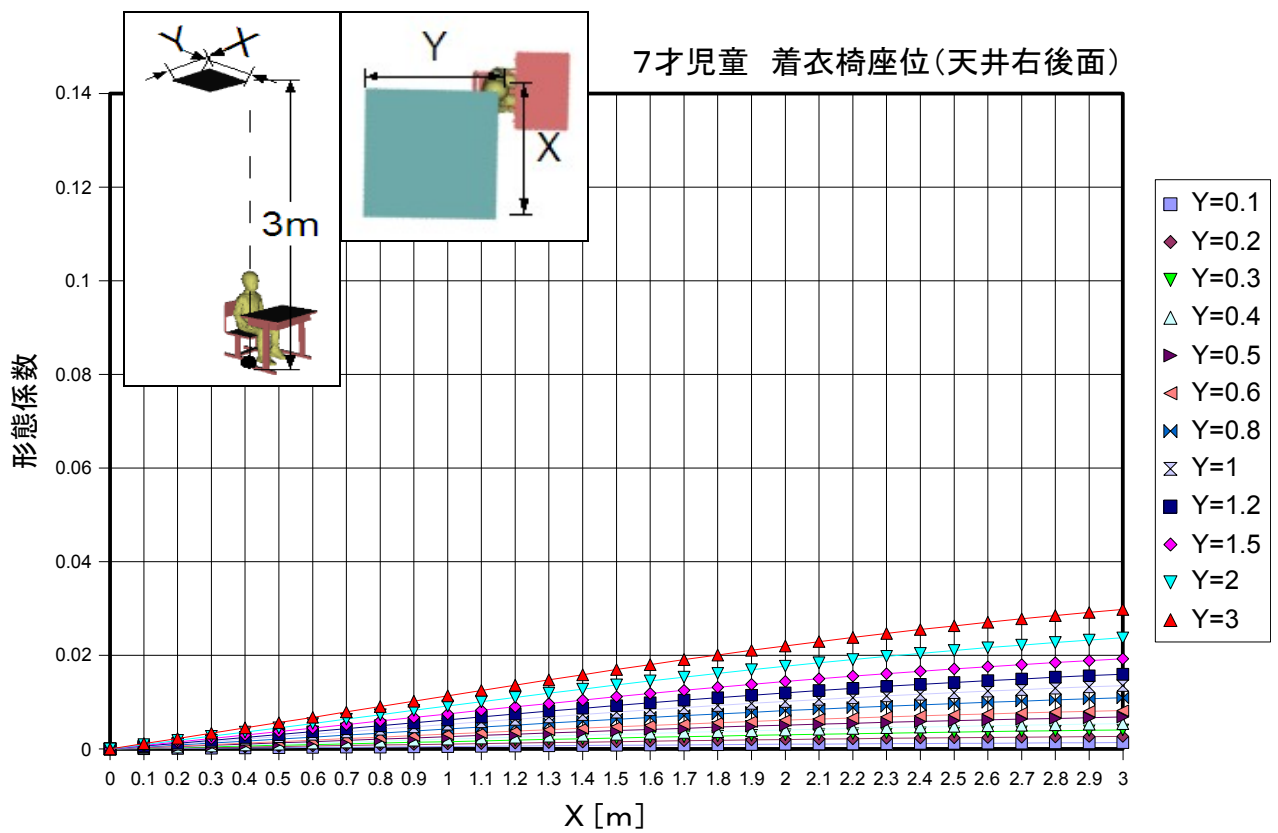


図 5-16-4 7 歳児童・着衣椅座位 2：天井右後面の形態係数

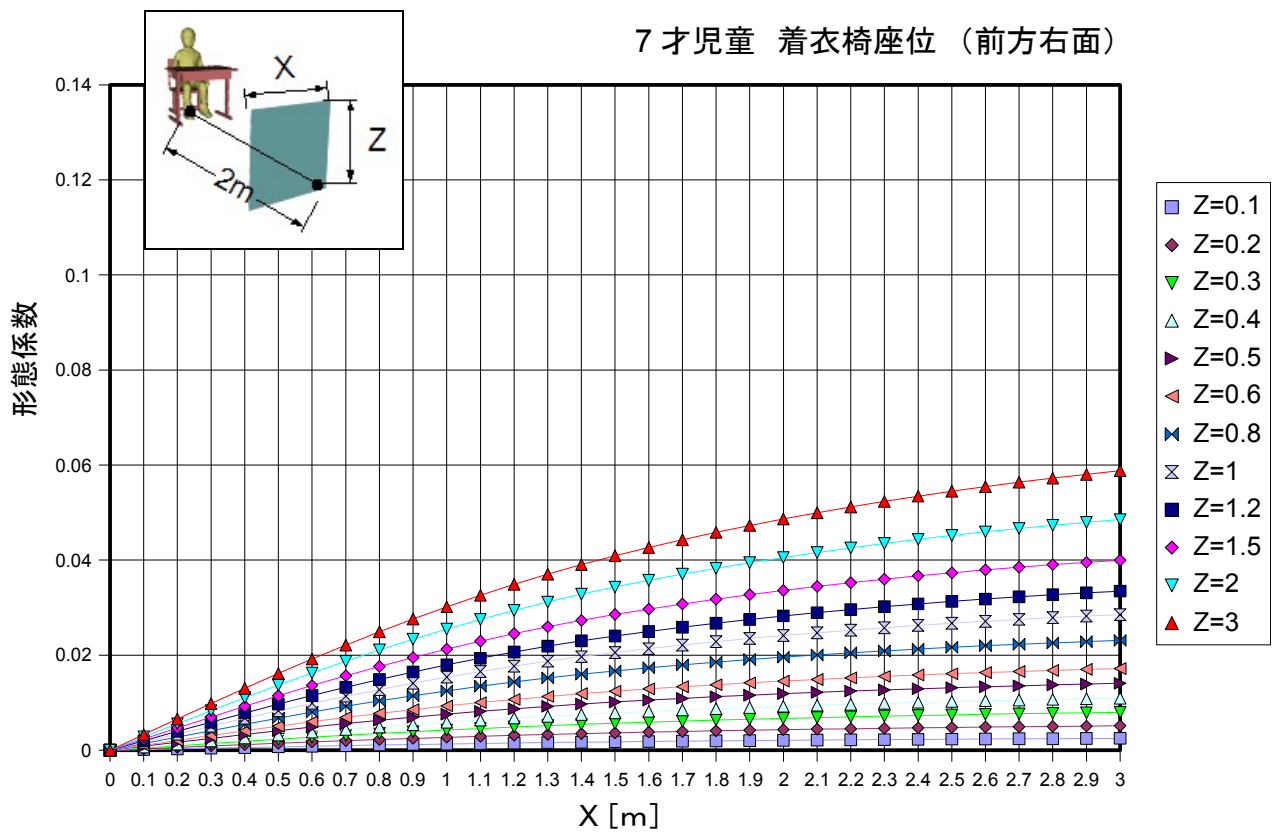


図 5-16-5 7歳児童・着衣椅座位 2：前方右面の形態係数

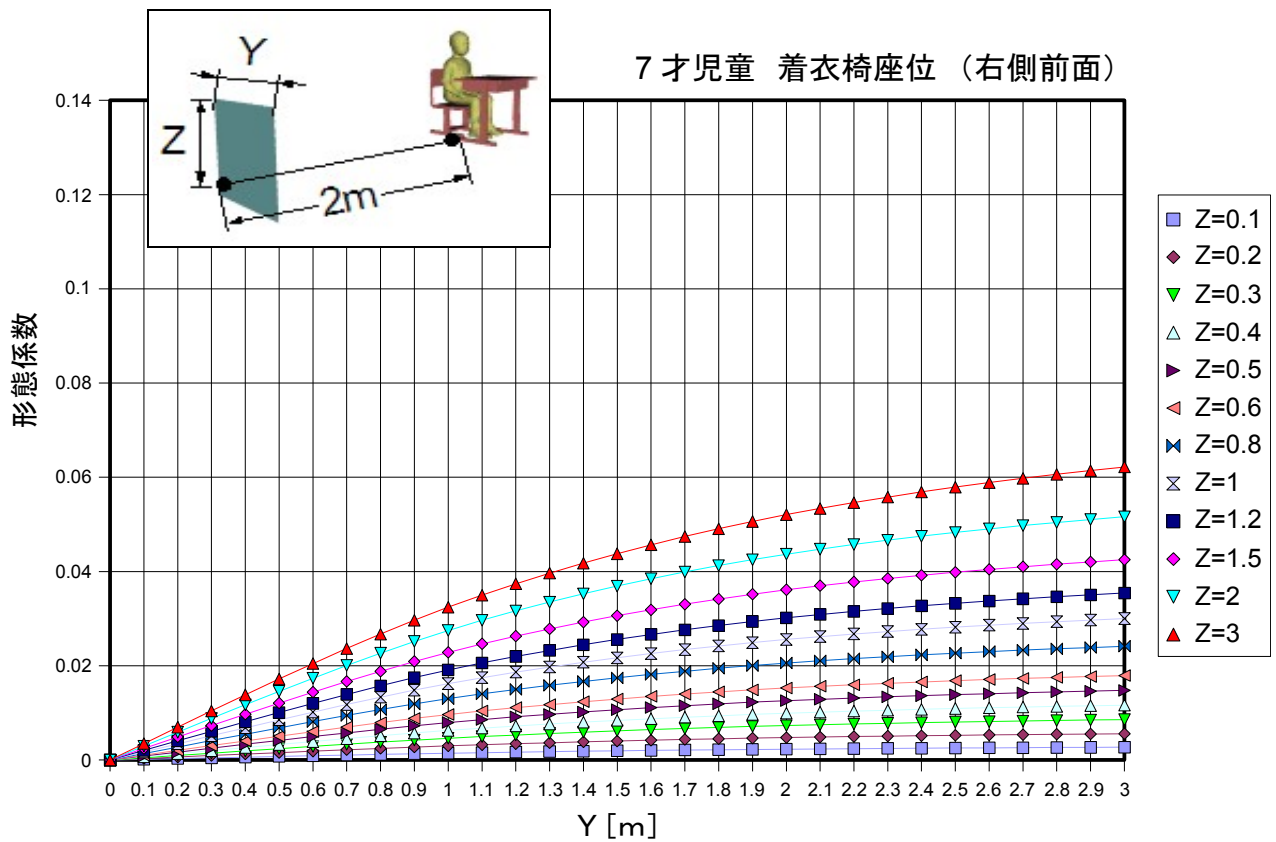


図 5-16-6 7歳児童・着衣椅座位 2：右側前面の形態係数

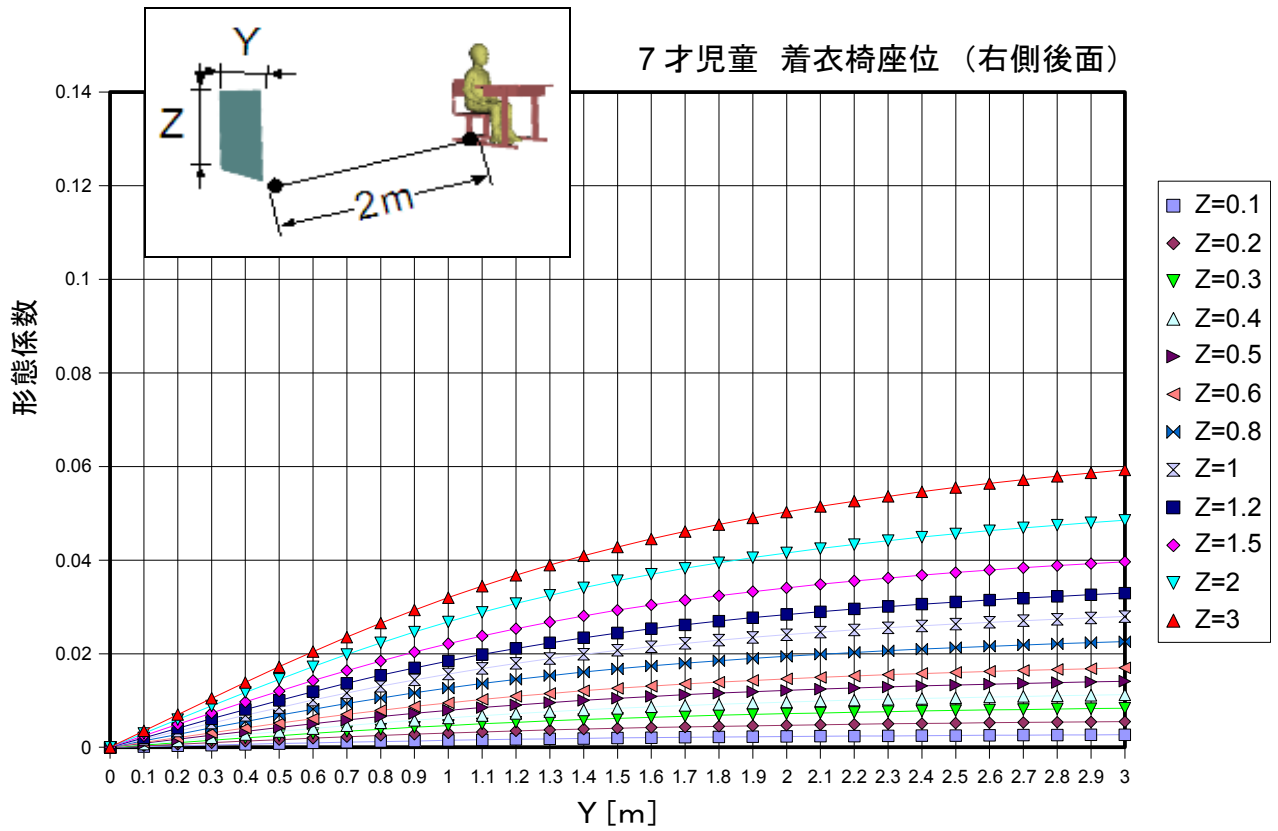


図5-16-7 7歳児童・着衣椅座位2：右側後面の形態係数

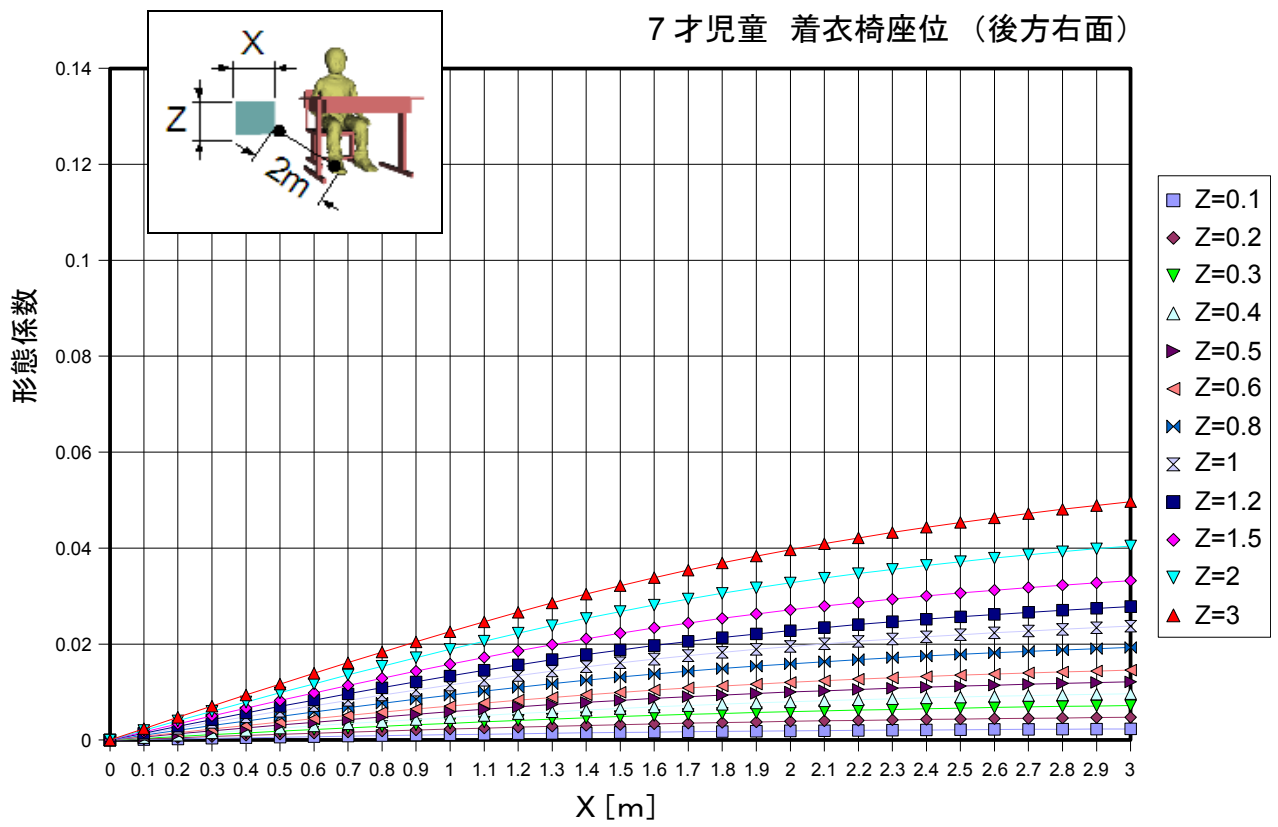


図5-16-8 7歳児童・着衣椅座位2：後方右面の形態係数

## 6. 人体と部屋の形態係数

## 6. 人体と部屋の形態係数

### (概 要)

本章では、部屋形状と人体の熱放射環境の関係をについて明らかにする目的で、部屋形状により形態係数がどのように変化するか調べた。人体は部屋中央に位置するとし、部屋形状を変化させたとき、人体（成人男子、7歳児童）からみた部屋各面の形態係数がどのように変化するかをシミュレーションをおこなった。

本章は次のようなセクションで構成される。各シミュレーションについて部屋サイズに関して変数とした要素、固定値とした要素を示す。

#### 6. 1 部屋の天井高が変化した場合

変 数：部屋の天井高さ

固定値：部屋サイズ（10m×10m）

#### 6. 2 部屋の面積が変化した場合

変 数：平面の横幅 W と奥行き D 長さ（ W:D=1:1 ）

固定値：天井高さ 3m

#### 6. 3 相似形状の部屋の場合

変 数：部屋の横幅 W、奥行き D、高さ H（ W:D:H=10:10:3 ）

#### 6. 4 部屋の面積が一定の場合

変 数：平面の横幅 W と奥行き D 長さ

固定値：部屋面積 100m<sup>2</sup>、天井高さ 3m

## 6. 1 部屋の天井高が変化した場合

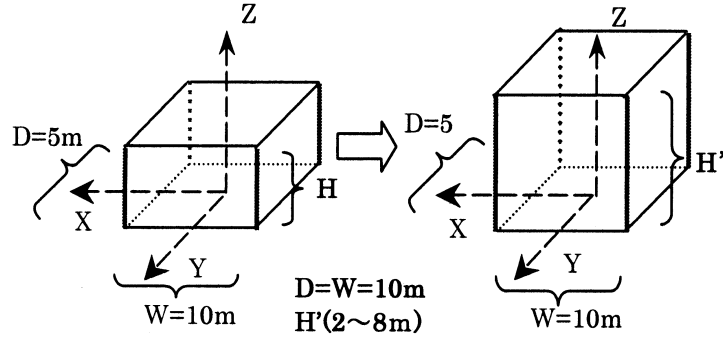


図 6-1 部屋の天井高の変化

### 6. 1. 1 成人男子の形態係数

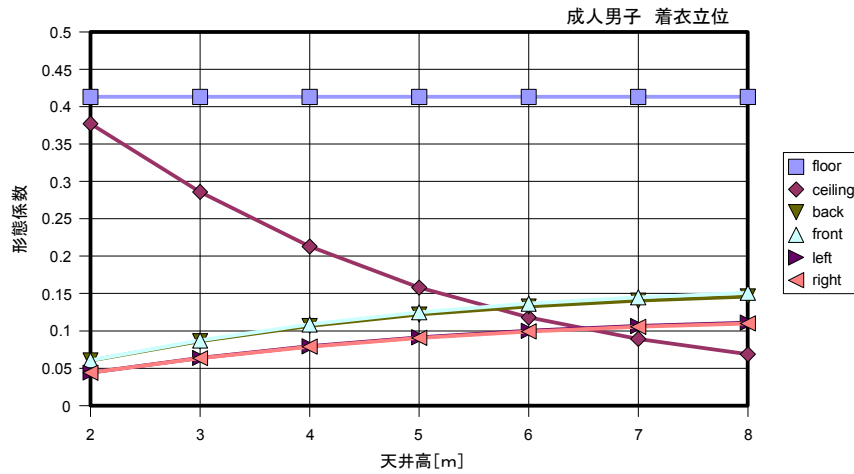


図 6-2 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣立位)

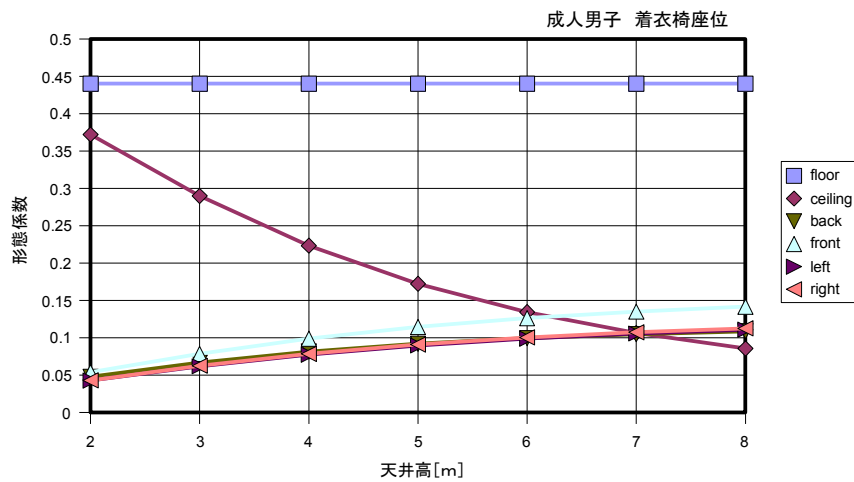


図 6-3 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣椅座位)

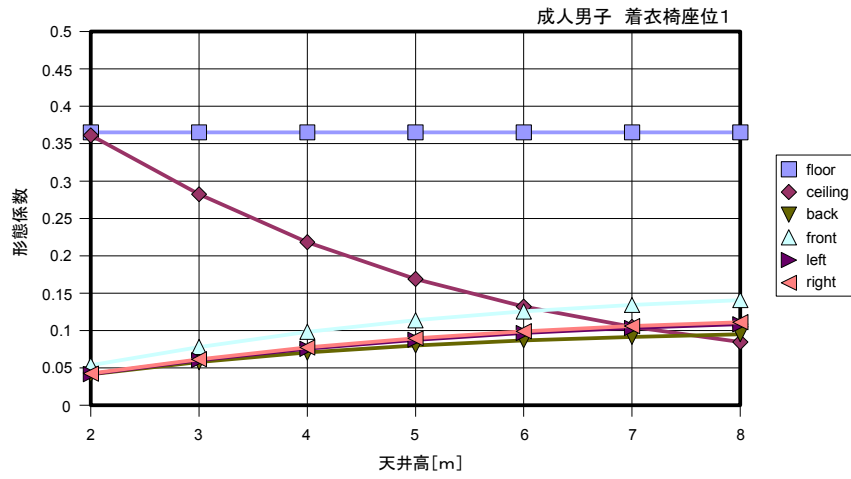


図 6-4 部屋各面の形態係数：成人男子（着衣椅座位、イス）

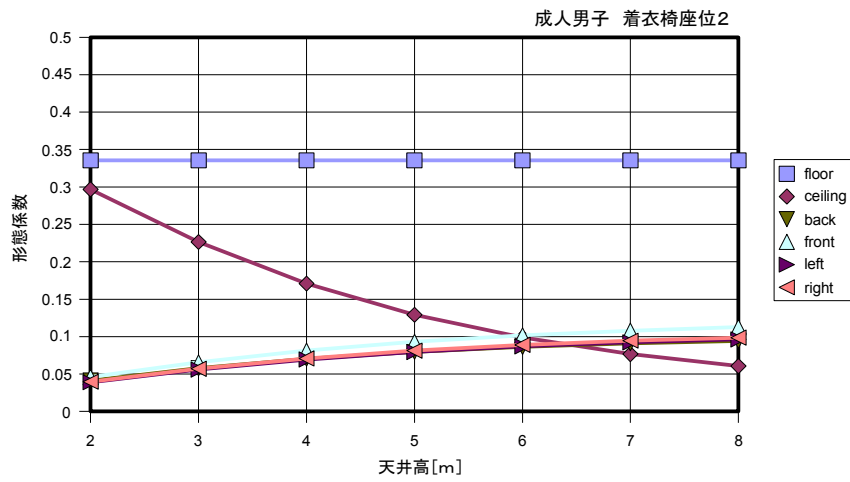


図 6-5 部屋各面の形態係数：成人男子（着衣椅座位、イス・机）

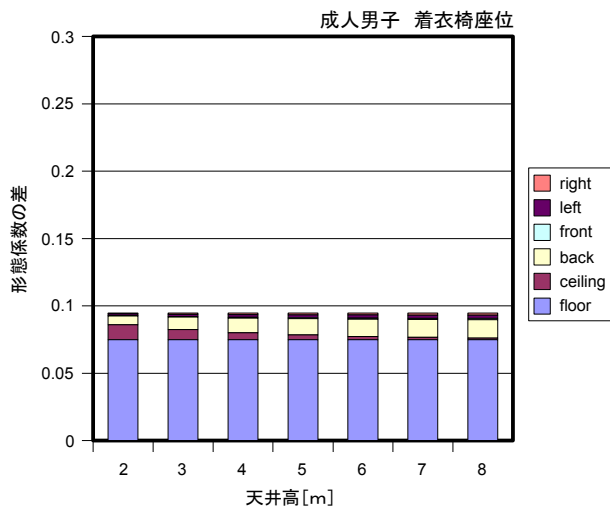


図 6-6 形態係数の差：（図 6-3）－（図 6-4）

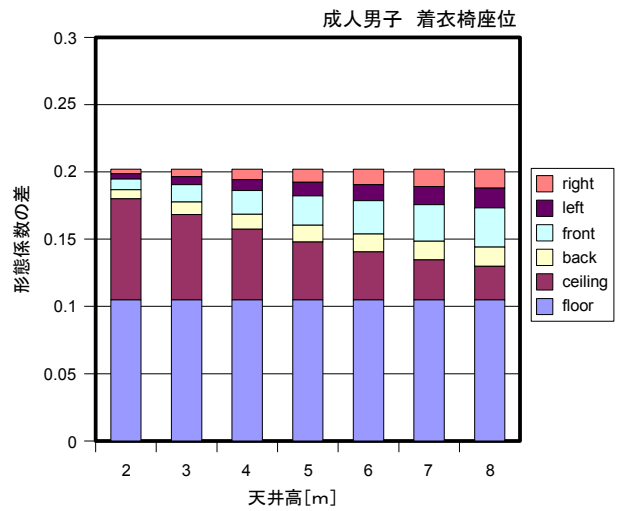


図 6-7 形態係数の差：（図 6-3）－（図 6-5）

6. 1. 1 7歳児童の形態係数

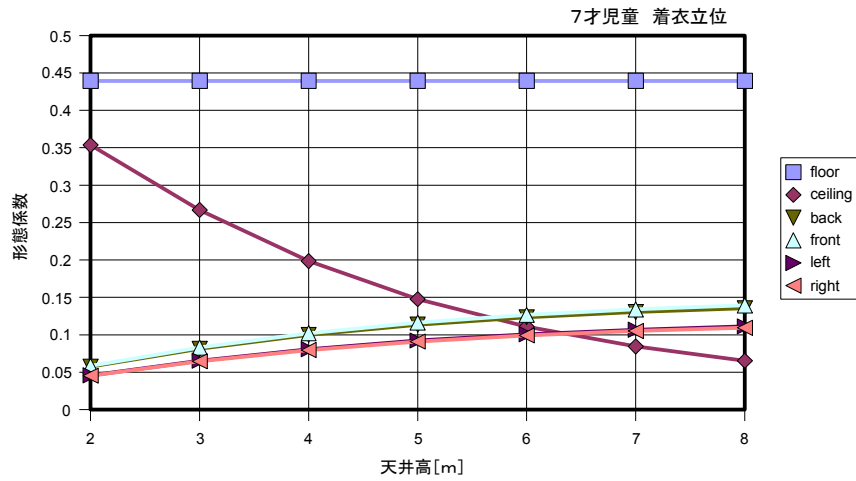


図 6-8 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣立位)

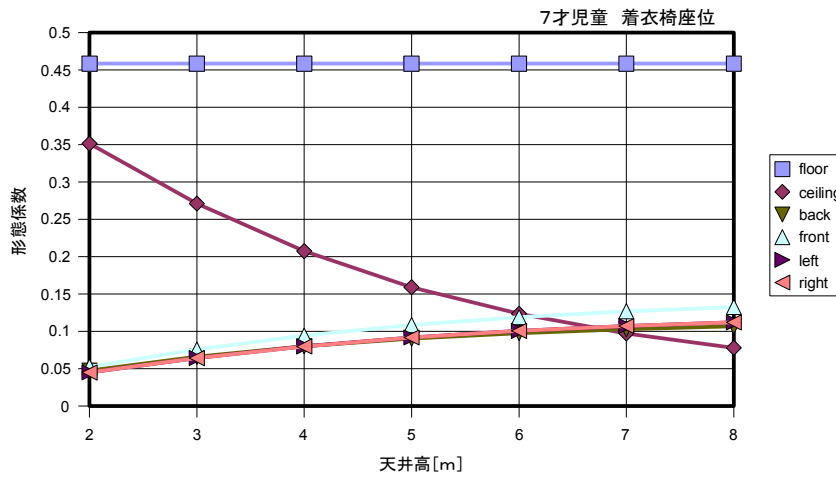


図 6-9 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣椅座位)

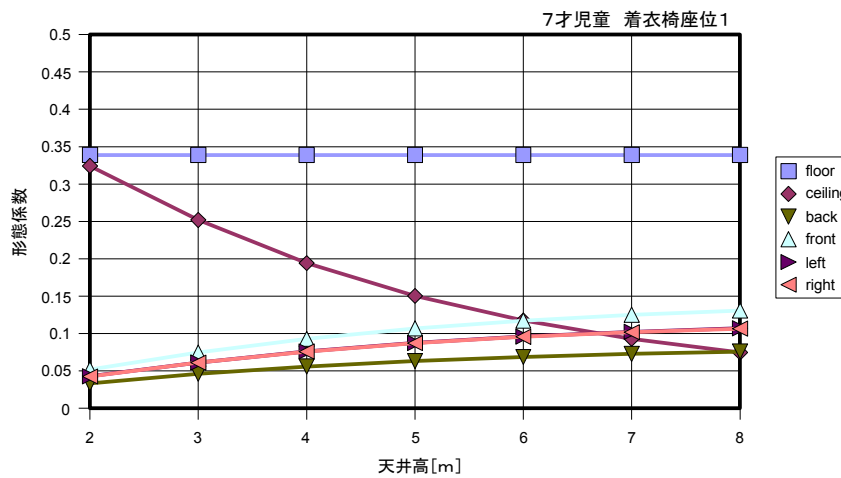


図 6-10 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣椅座位、イス)



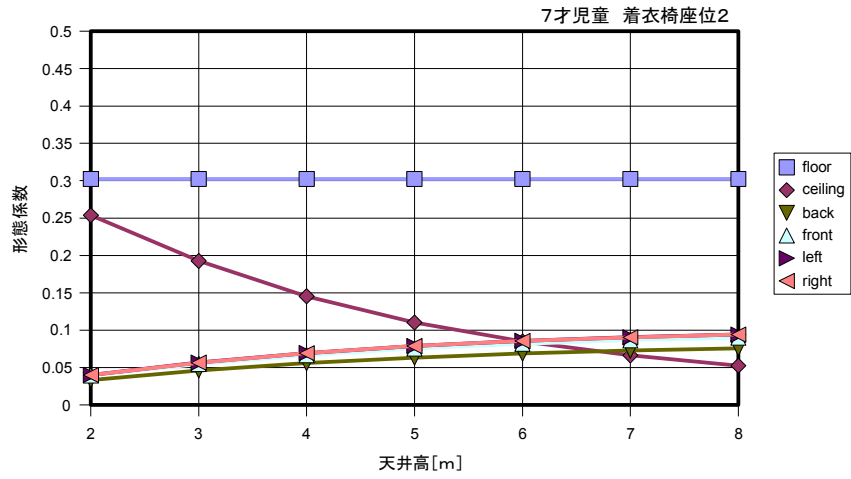


図 6-11 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣椅座位、イス・机)

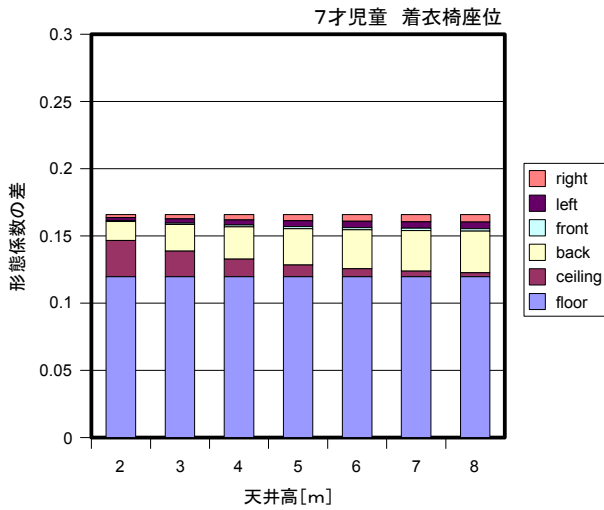


図 6-12 形態係数の差：(図 6-9) - (図 6-10)

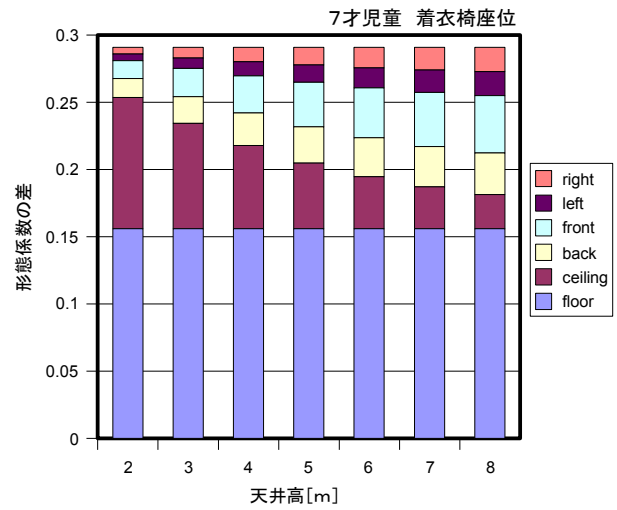


図 6-13 形態係数の差：(図 6-9) - (図 6-11)

## 6. 2 部屋の面積が変化した場合

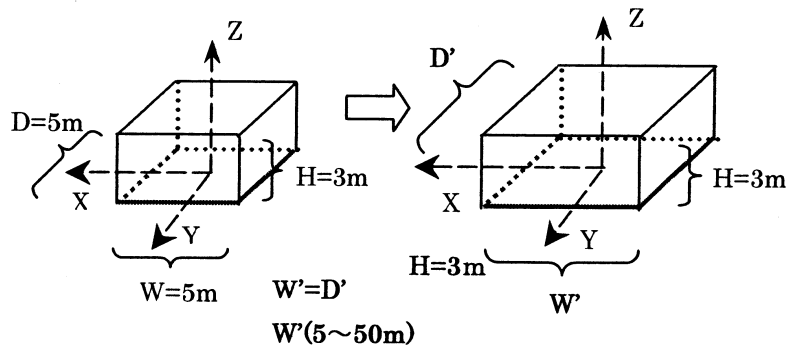


図 6-14 部屋の面積の変化

### 6. 2. 1 成人男子の形態係数

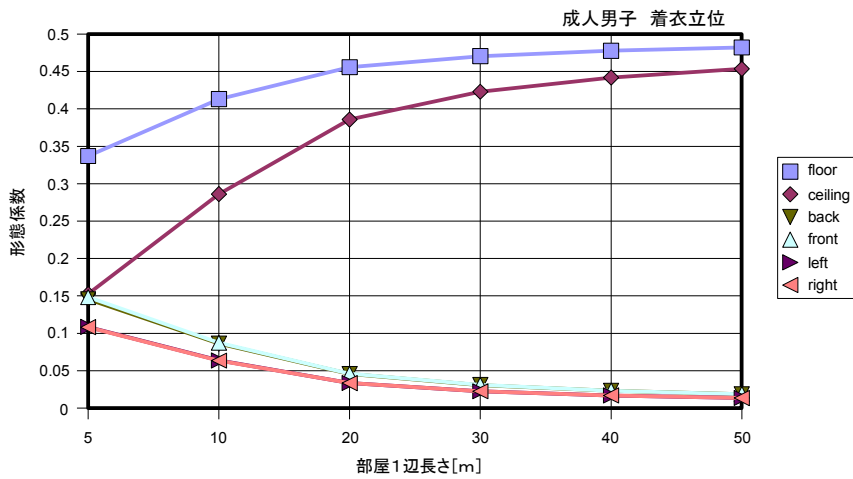


図 6-15 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣立位)

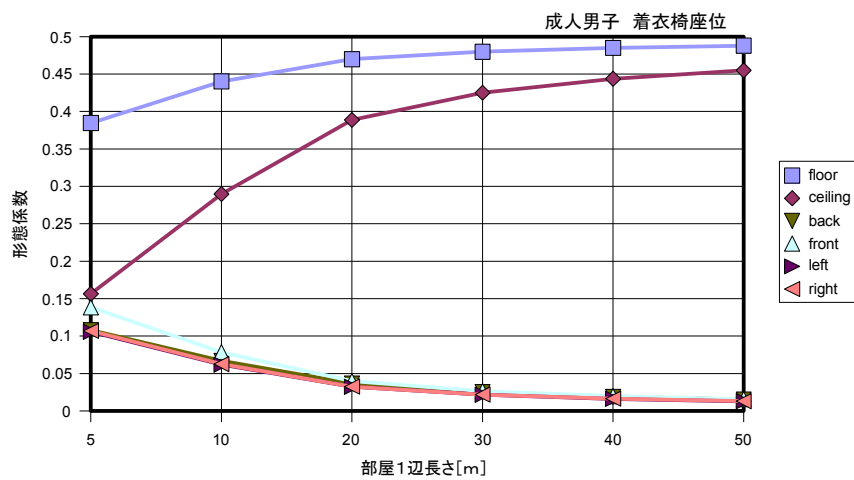


図 6-16 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣椅座位)

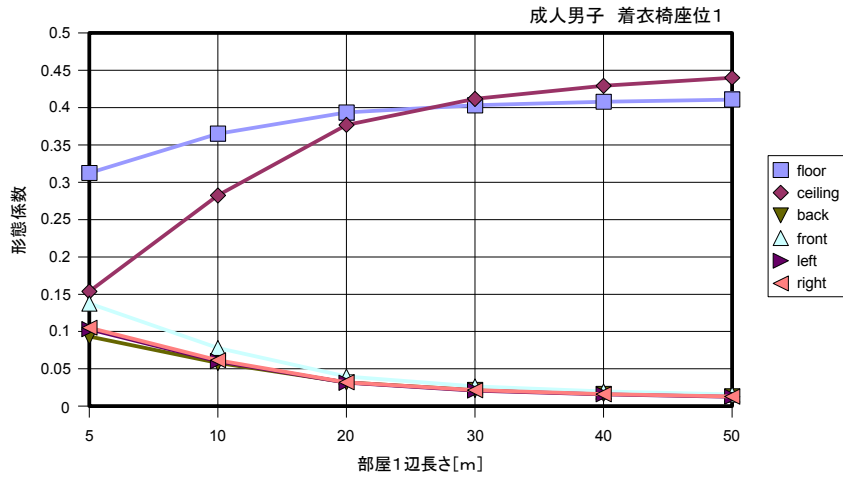


図 6-17 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣椅座位、イス)

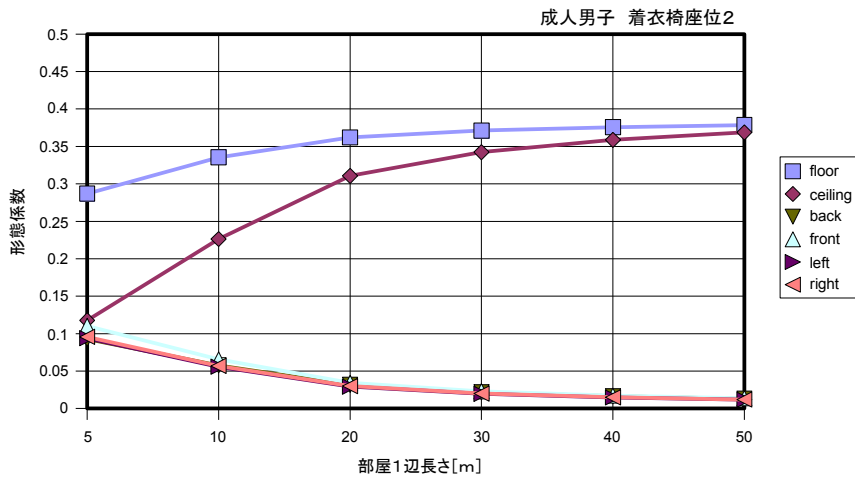


図 6-18 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣椅座位、イス・机)

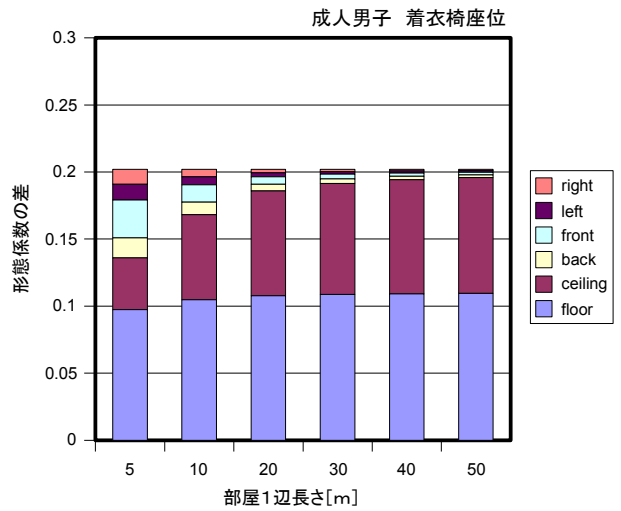
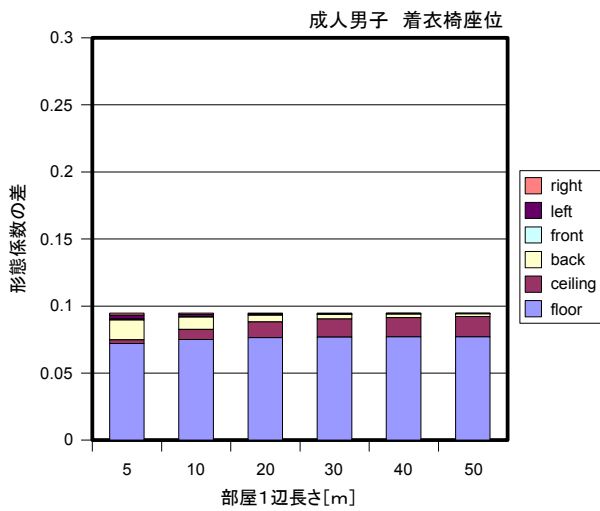


図 6-19 形態係数の差：(図 6-16) - (図 6-17)

図 6-20 形態係数の差：(図 6-16) - (図 6-18)

6. 2. 2 7歳児童の形態係数

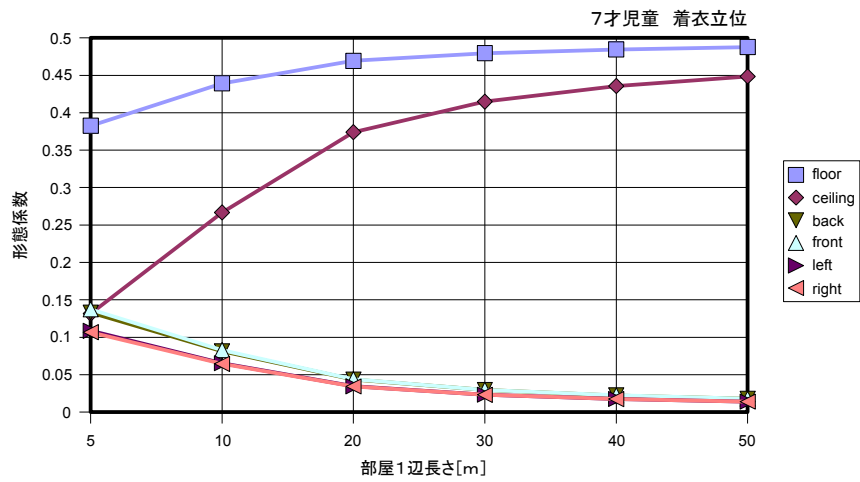


図 6-21 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣立位)

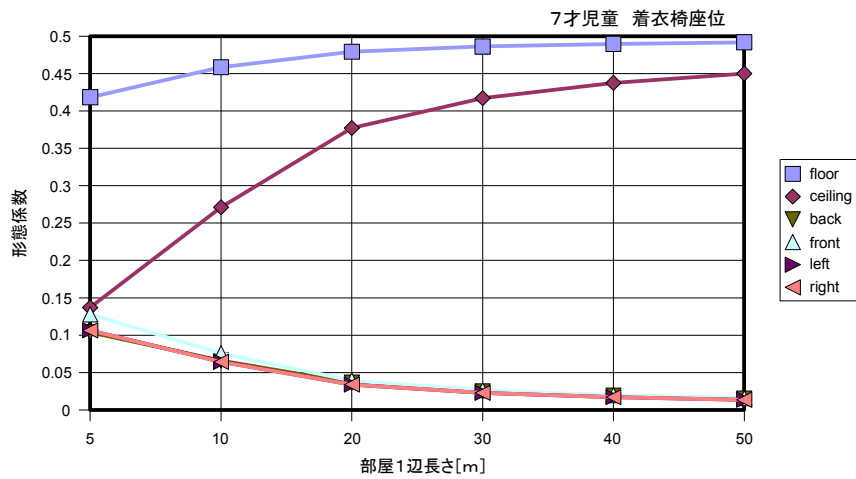


図 6-22 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣椅座位)

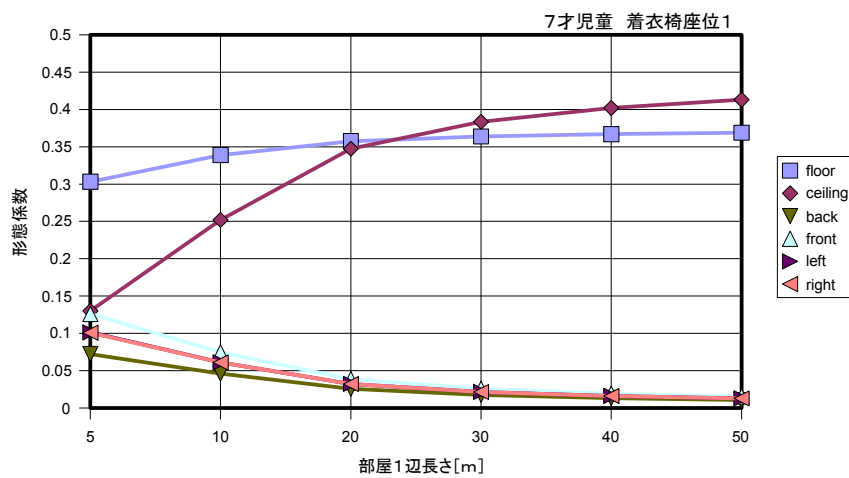


図 6-23 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣椅座位、イス)

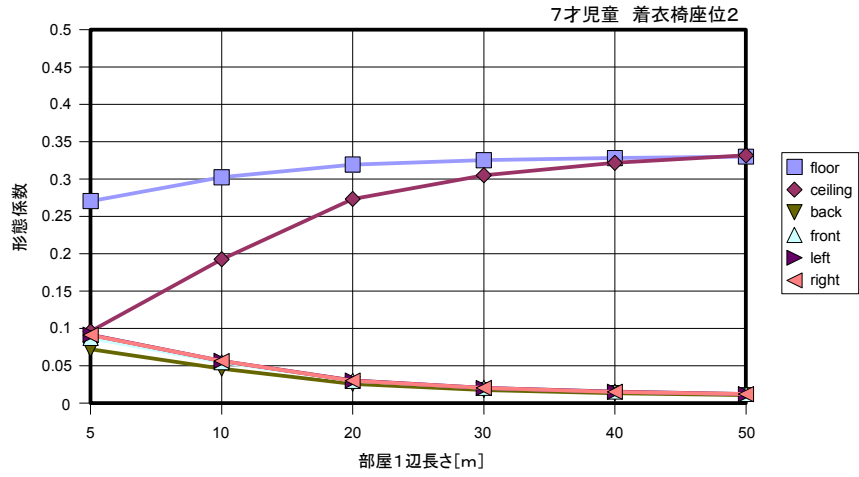


図 6-24 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣椅座位、イス・机)

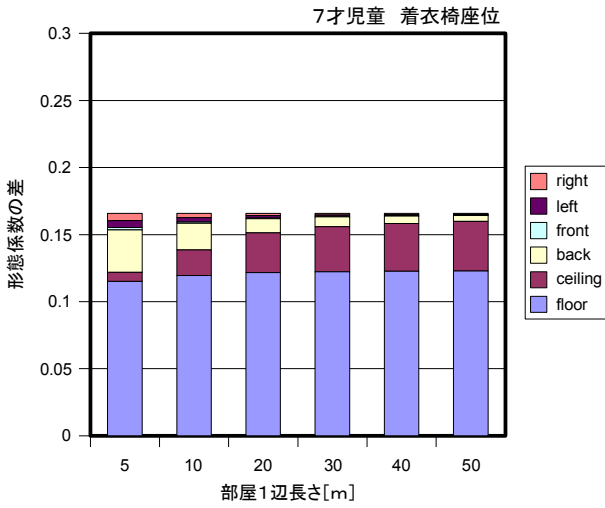


図 6-25 形態係数の差：(図 6-22) - (図 6-23)

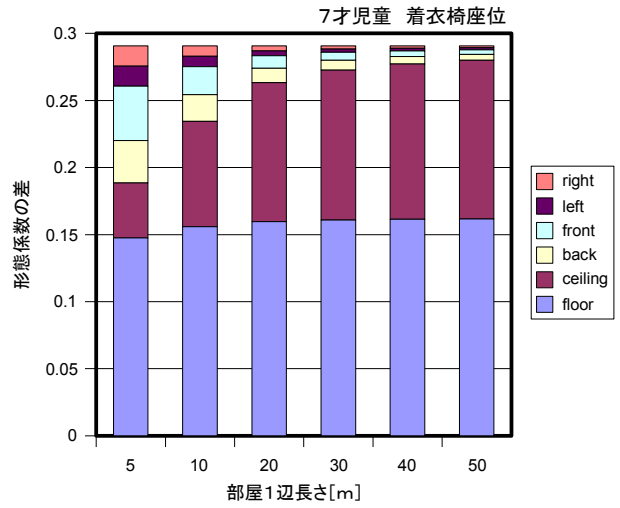


図 6-26 形態係数の差：(図 6-22) - (図 6-24)

### 6. 3 相似形状の部屋の場合

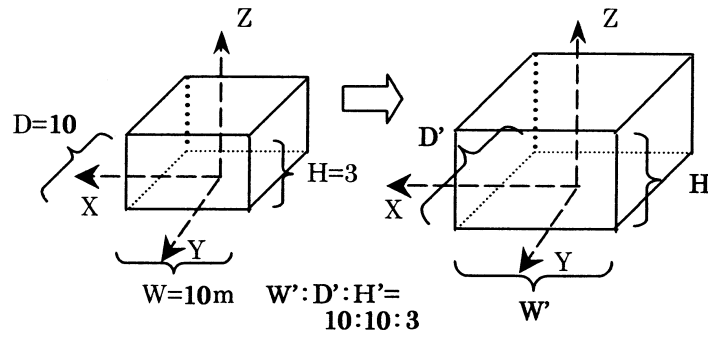


図 6-27 相似形状の部屋

#### 6. 3. 1 成人男子の形態係数

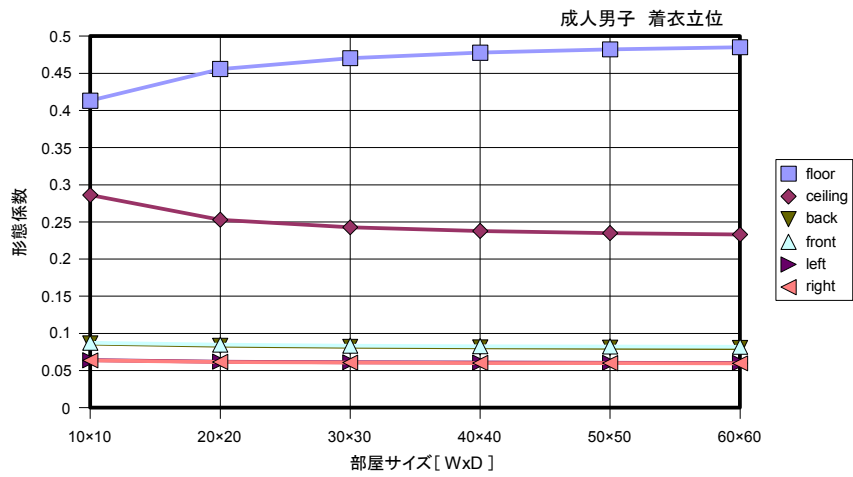


図 6-28 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣立位)

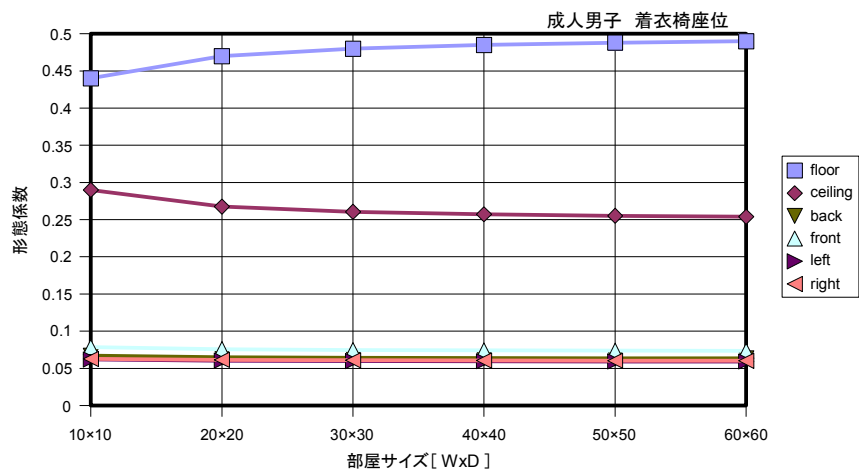


図 6-29 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣椅座位)

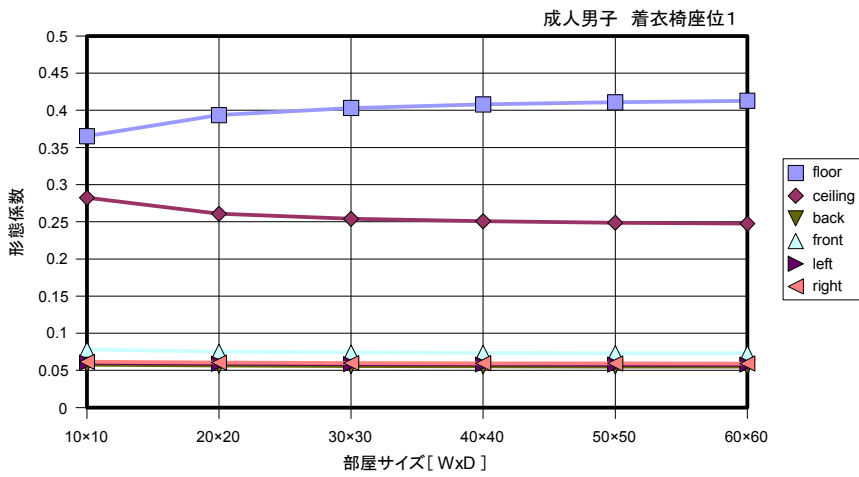


図 6-30 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣椅座位、イス)

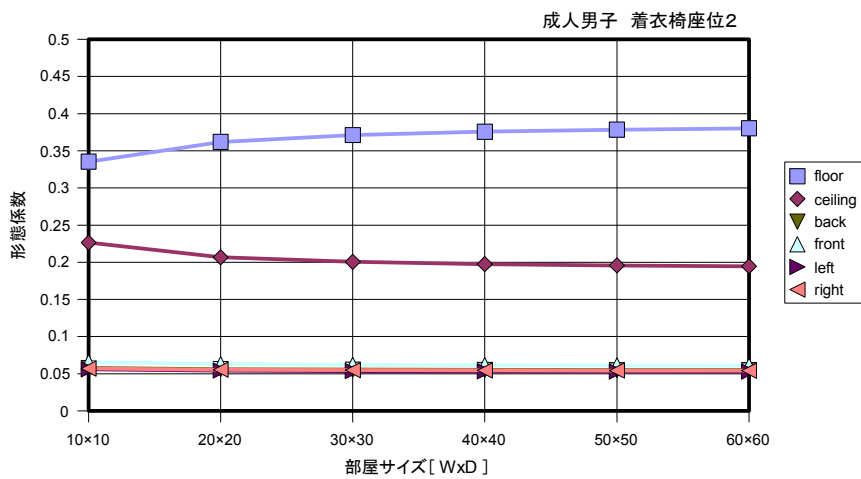


図 6-31 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣椅座位、イス・机)

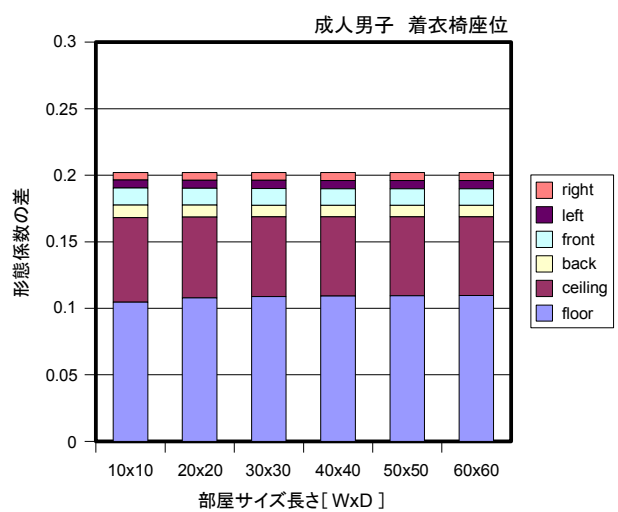
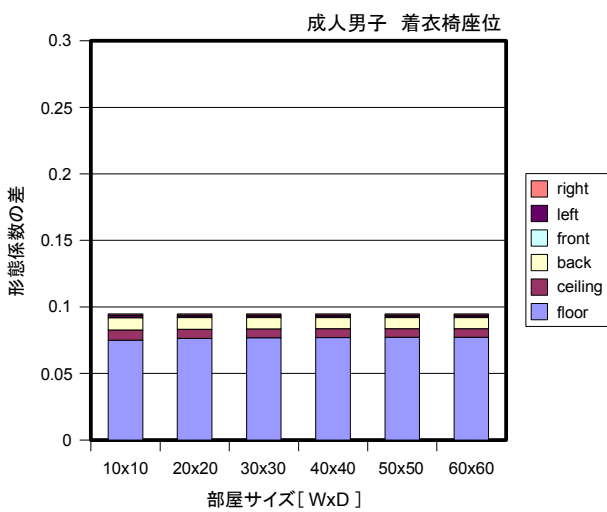


図 6-32 形態係数の差：(図 6-29) - (図 6-30)

図 6-33 形態係数の差：(図 6-29) - (図 6-31)

6. 3. 2 7歳児童の形態係数

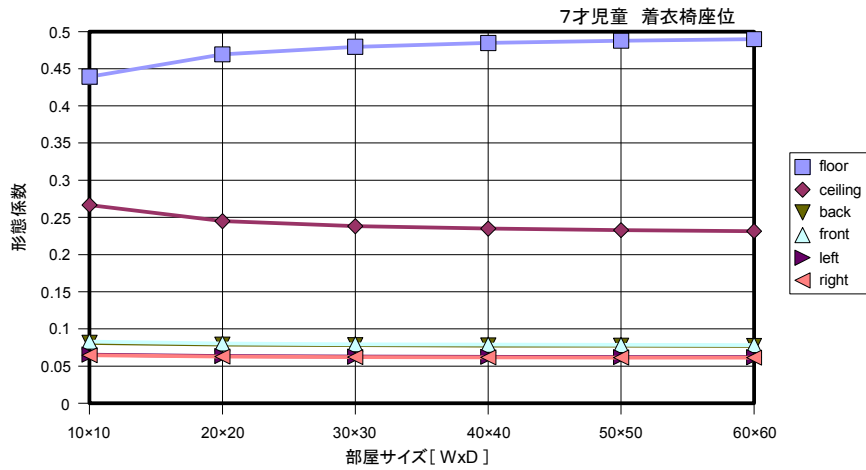


図 6-34 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣立位)

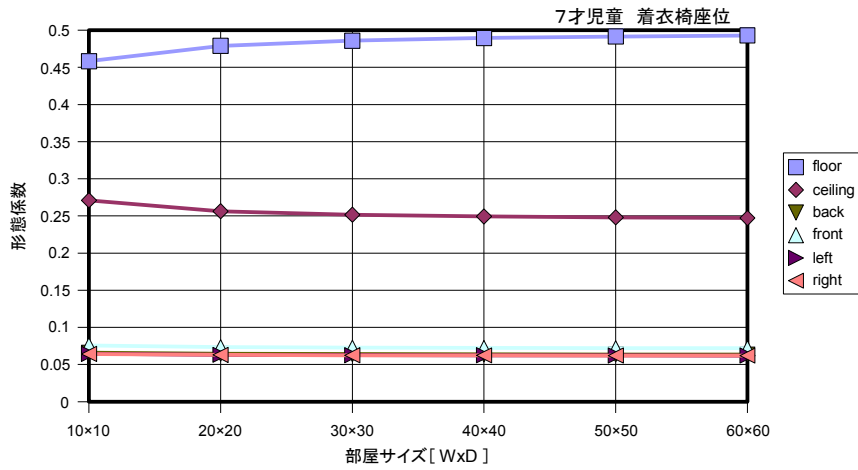


図 6-35 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣椅座位)

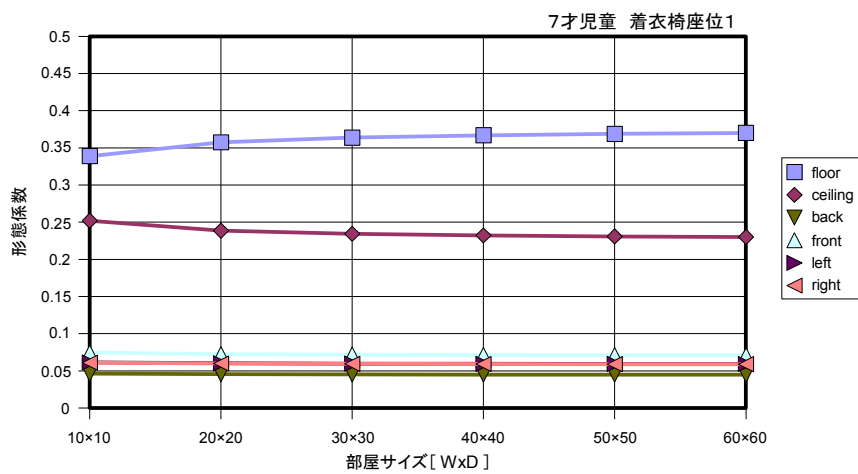


図 6-36 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣椅座位、イス)



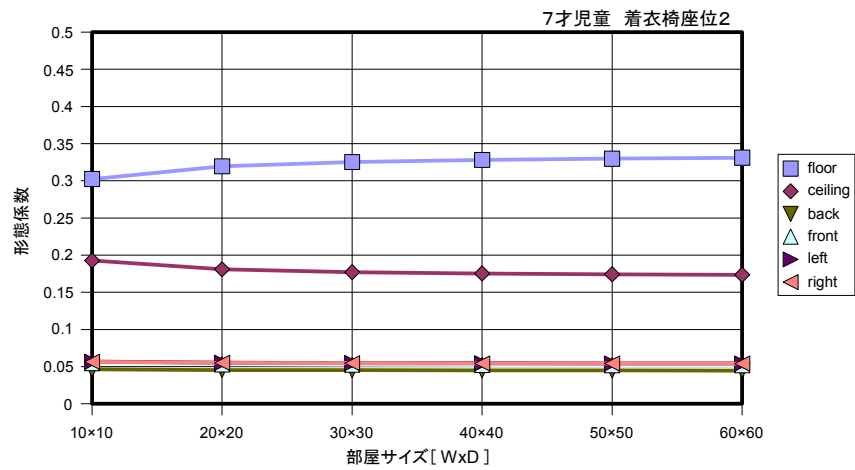


図 6-37 部屋各面の形態係数：7 歳児童(着衣椅座位、イス・机)

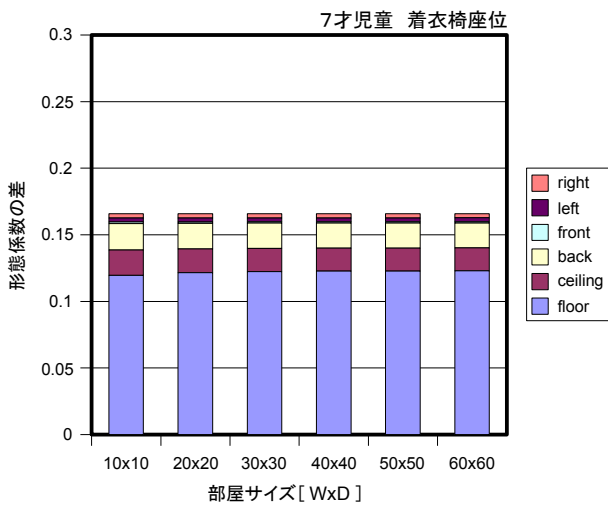


図 6-38 形態係数の差：(図 6-35) - (図 6-36)

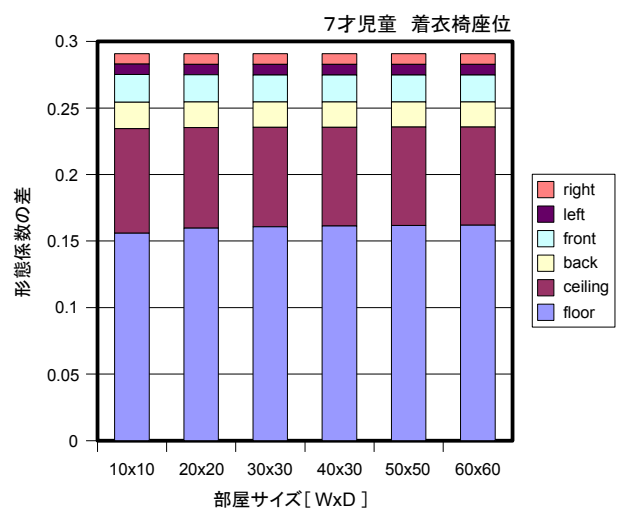


図 6-39 形態係数の差：(図 6-35) - (図 6-37)

## 6. 4 部屋の面積が一定の場合

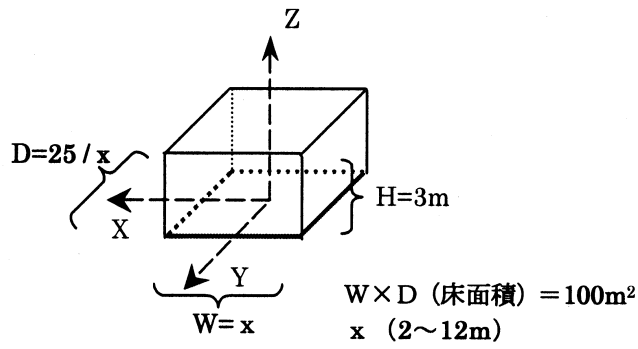


図 6-40 部屋の面積が一定の場合

### 6. 4. 1 成人男子の形態係数

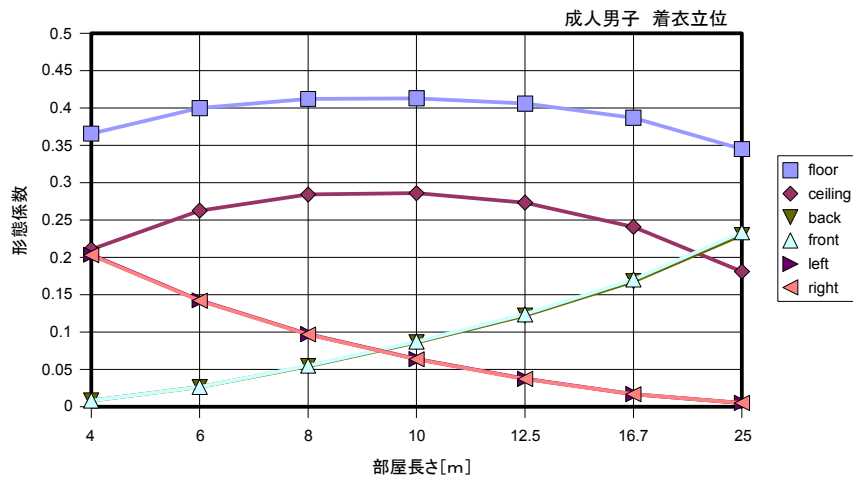


図 6-41 部屋各面の形態係数：成人男子(着立位)

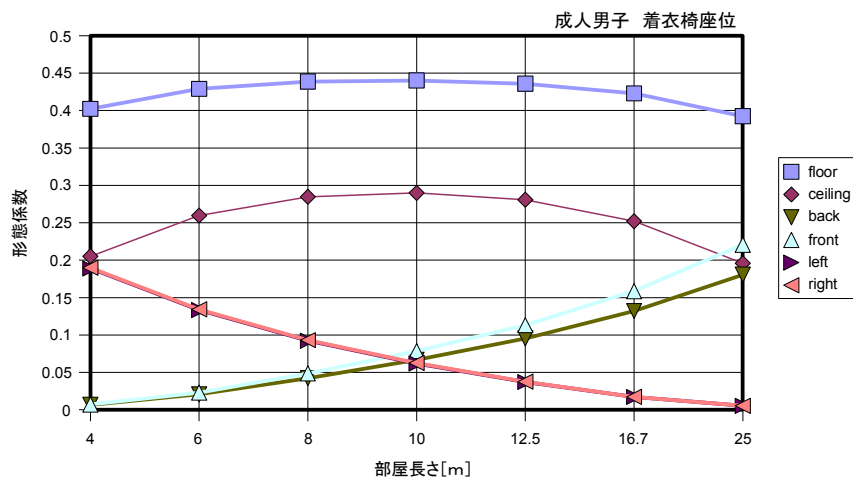


図 6-42 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣椅座位)

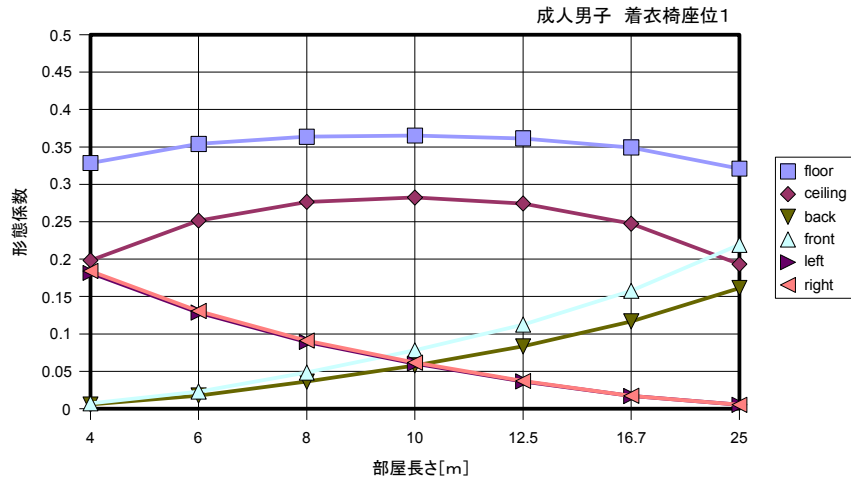


図 6-43 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣椅座位、イス)

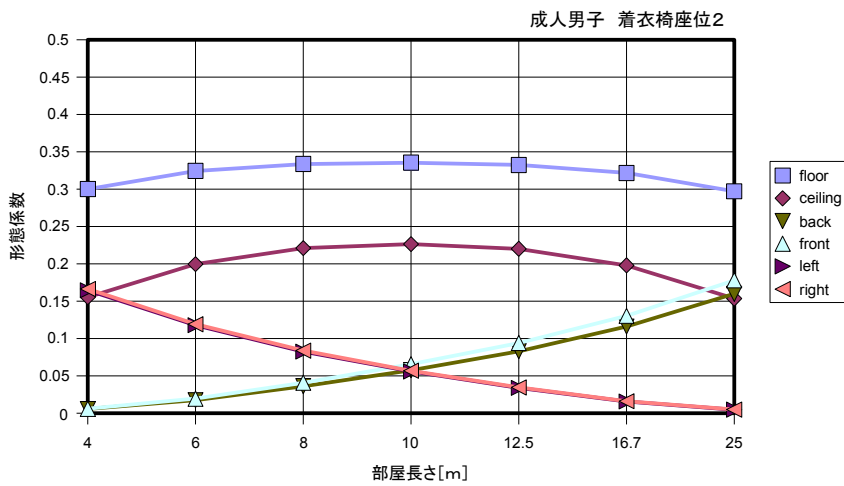


図 6-44 部屋各面の形態係数：成人男子(着衣椅座位、イス・机)

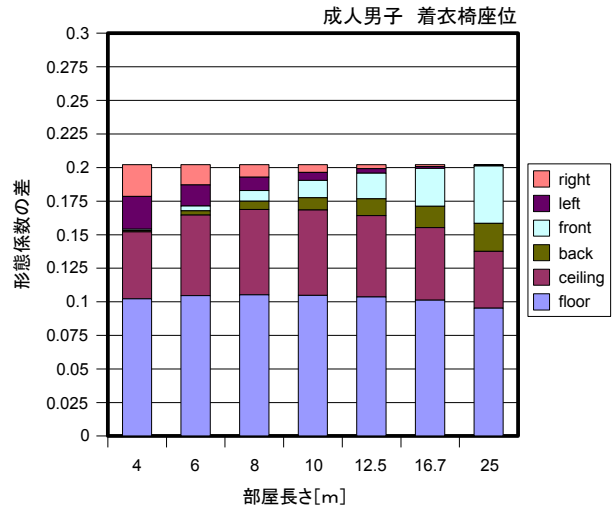
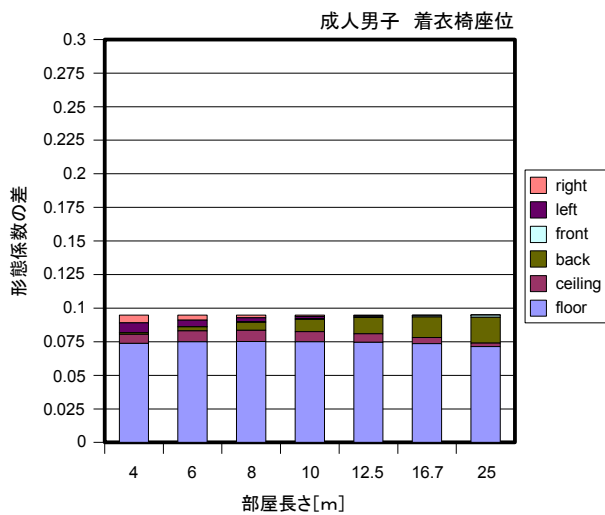


図 6-45 形態係数の差：(図 6-42) - (図 6-43)

図 6-46 形態係数の差：(図 6-42) - (図 6-43)

6. 4. 2 7歳児の形態係数

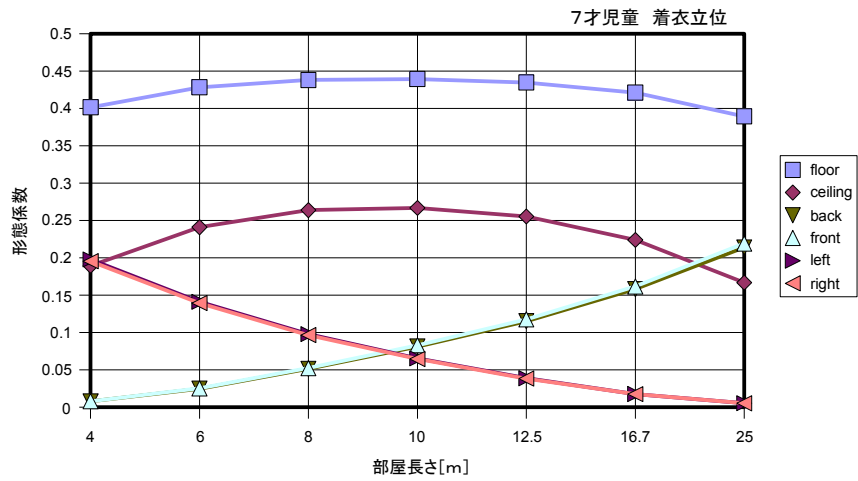


図 6-47 部屋各面の形態係数：7歳児(着衣立位)

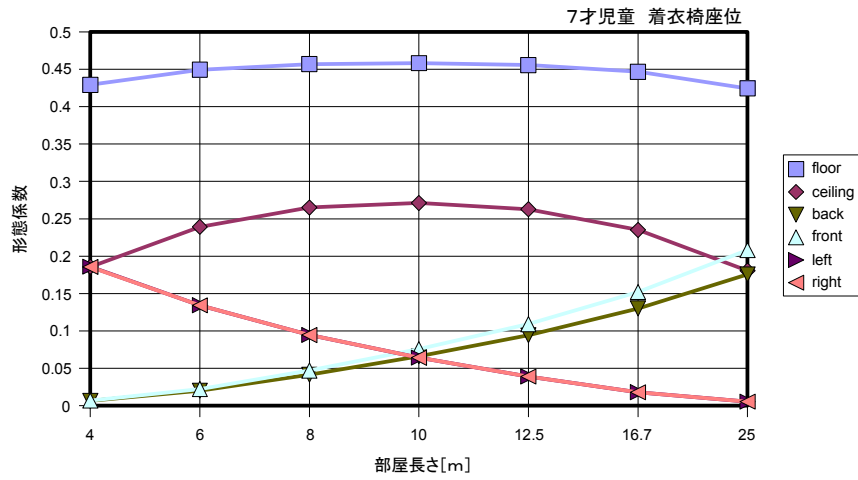


図 6-48 部屋各面の形態係数：7歳児(着衣椅座位)

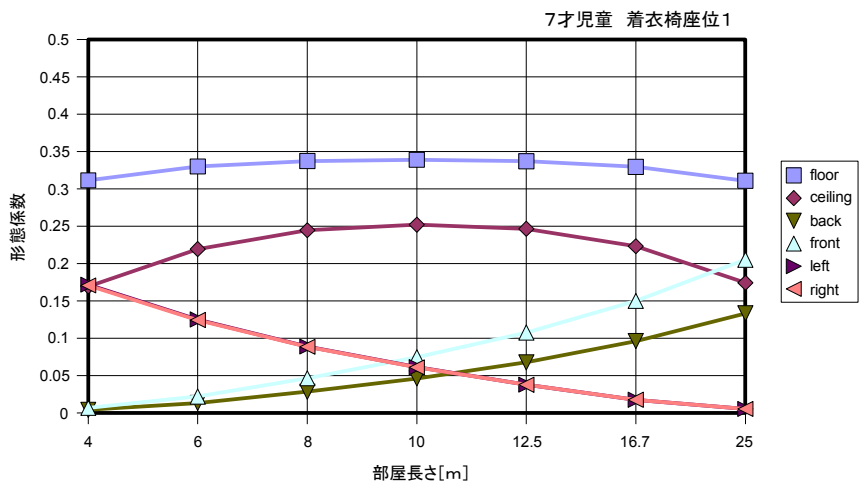


図 6-49 部屋各面の形態係数：7歳児(着衣椅座位、イス)

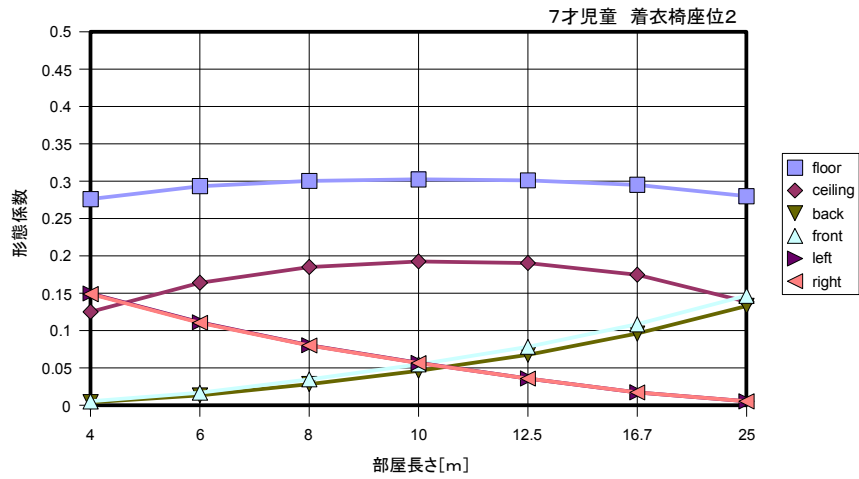


図 6-50 部屋各面の形態係数：7歳児童(着衣椅座位、イス・机)

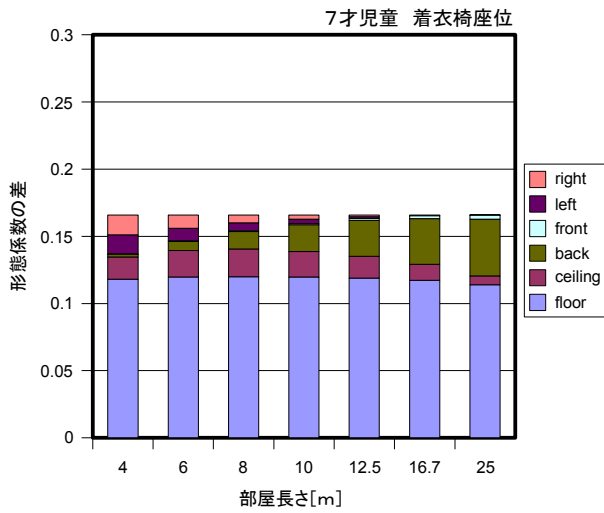


図 6-51 形態係数の差：(図 6-48) - (図 6-49)

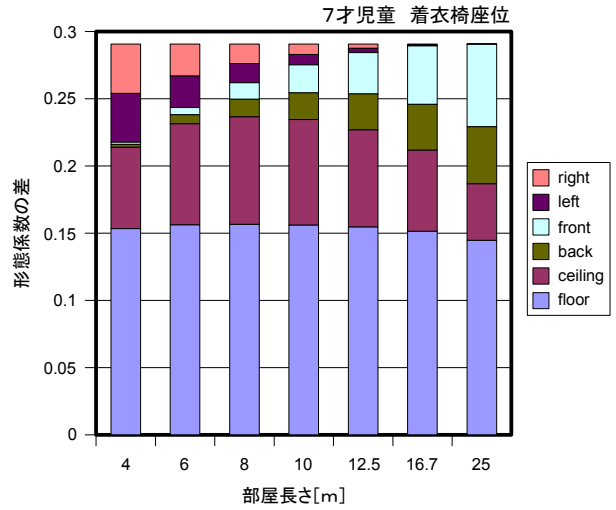


図 6-26 形態係数の差：(図 6-48) - (図 6-50)

## 7. 人体の部屋位置による形態係数

## 7. 人体の部屋位置による形態係数

### (概要)

在室する人体は、部屋と放射熱の授受を行っている。放射熱の強さは、平均放射温度により決まる。室内表面温度がすべて同一の値であれば、その温度が平均放射温度となり非常に簡単であるが、実際は外気に接している側の室内壁の表面温度は室内気温や内部壁より温度が低かったり高かったりすることが多い。平均放射温度を求めるためには、室内表面温度と人体から見た室内表面の形態係数が必要となる。

ここでは、人体と室内表面の関係をより詳しく知ることを目的として、分析的に形態係数を示しその放射熱特性の一端を明らかにする。具体的には部屋として教室を想定し、教室における人体位置で教室各面の形態係数がどのように変化するかを示した。従来、このような形態係数は人体と平面という形で表される場合が多いが、ここでは、部屋の各面が人体からみてどのような重みを持っているのか、在室位置によりどのように異なってくるのかを示した。また、イスや机を使用すると形態係数はどうなるかをシミュレーションにより具体的に示した。

以下のような条件でシミュレーションを行った。

教室の大きさ： WHD=10×10×3m

人体モデル： 成人男子、7歳児童（4章に示したモデル）

イス・机： 生徒用学校家具（4章に示したモデル）

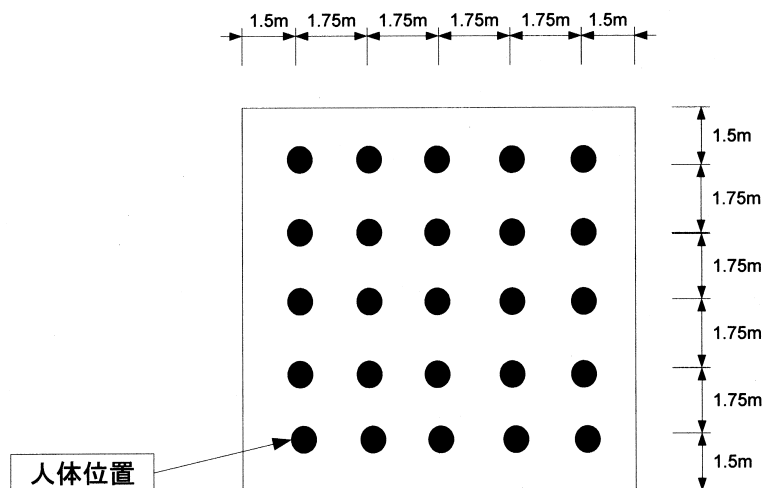


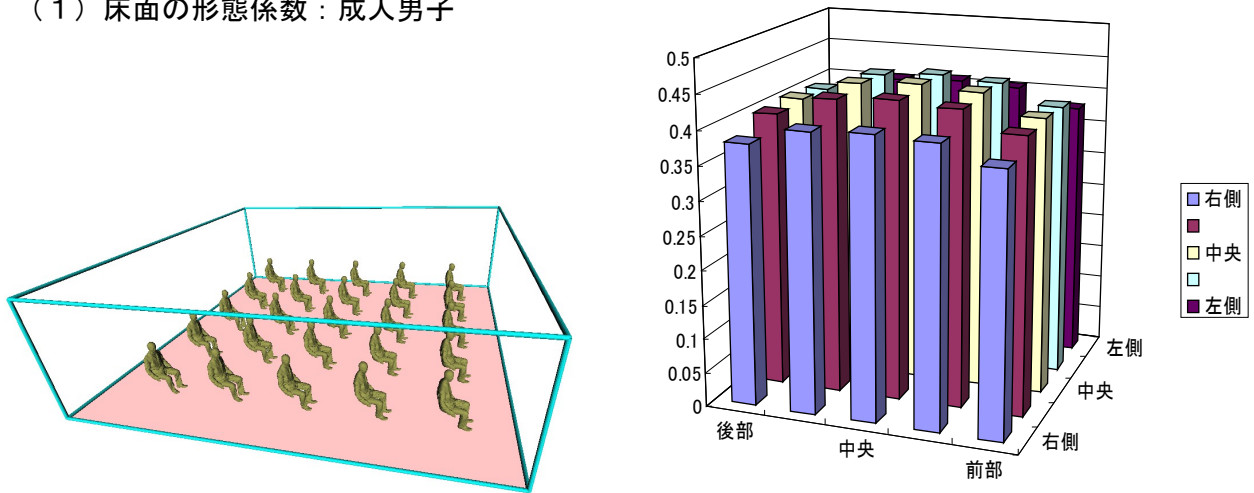
図 7-1 生徒の在室位置

### <注意事項>

シミュレーションの様子を表した図（例えば「図 7-2(a) 人体位置」）では、計算位置すべてに人体モデルを配置した図を示している。しかし、シミュレーションは、人体モデルはその計算位置に 1 体のみ置いた状態で形態係数計算を行っています。

7. 1 成人男子モデルによる形態係数

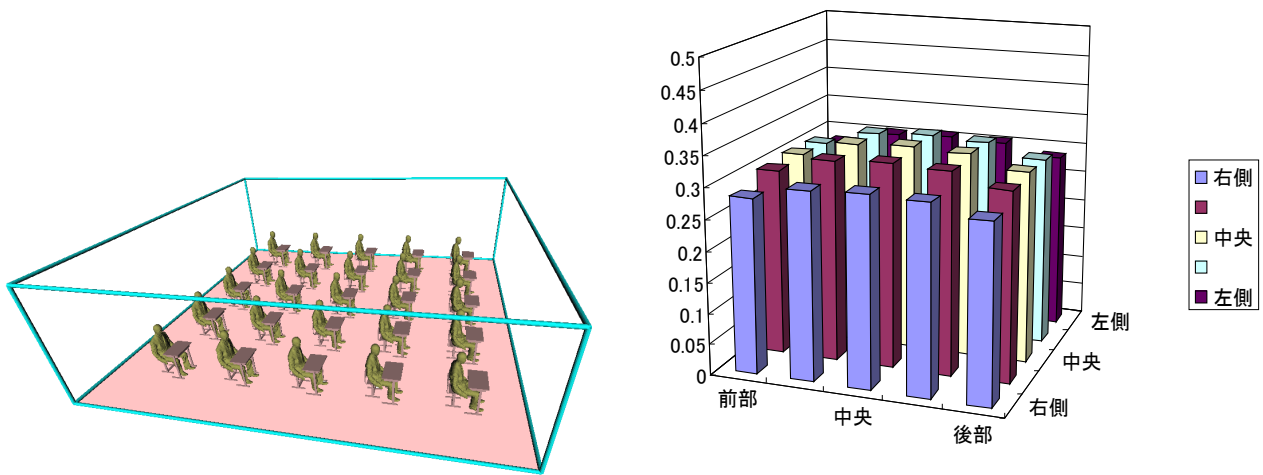
(1) 床面の形態係数：成人男子



(a) 人体位置

(b) 形態係数

図 7-2 各人体位置における床面の形態係数（人体のみ）



(a) 人体位置

(b) 形態係数

図 7-3 各人体位置における床面の形態係数（イス・机の使用）

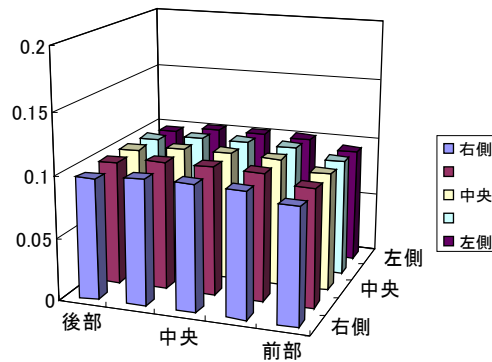
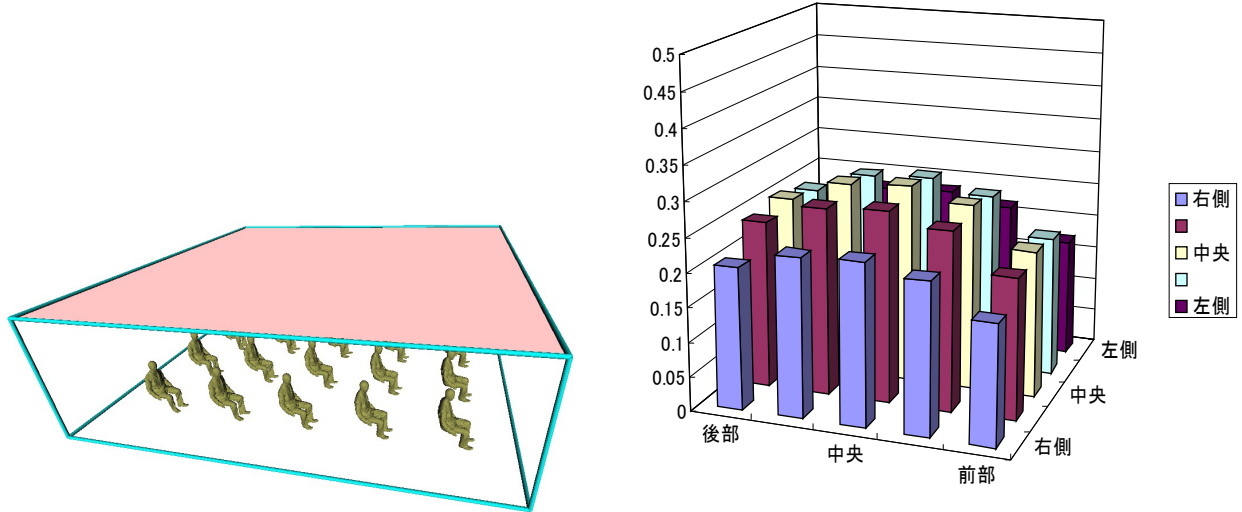


図 7-4 形態係数の差（イス・机の使用による形態係数の減少値）



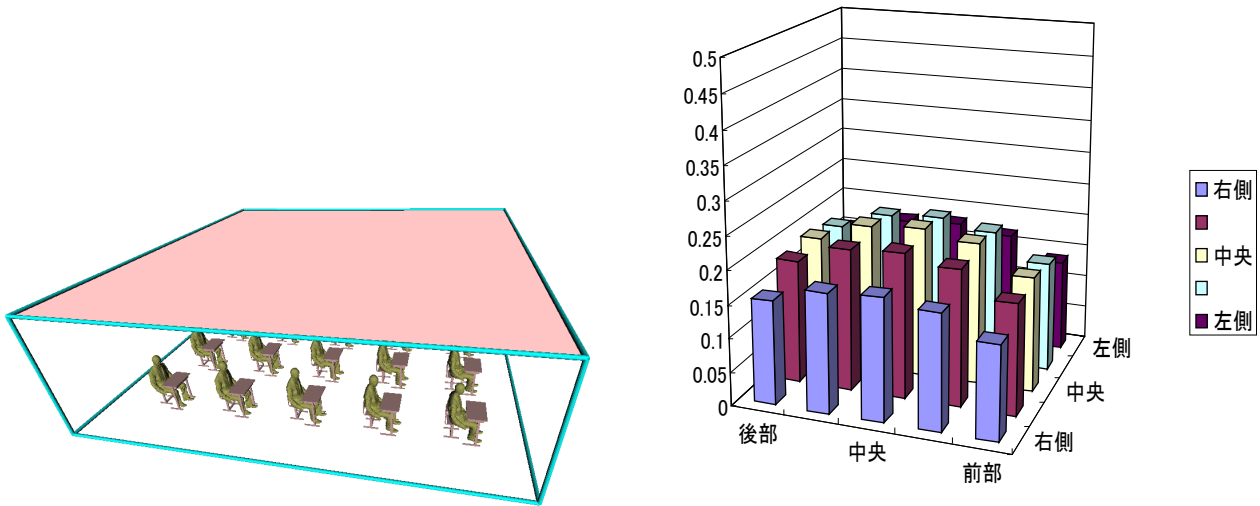
(2) 天井面の形態係数：成人男子



(a) 人体位置

(b) 形態係数

図 7-5 各人体位置における天井面の形態係数（人体のみ）



(a) 人体位置

(b) 形態係数

図 7-6 各人体位置における天井面の形態係数（イス・机の使用）

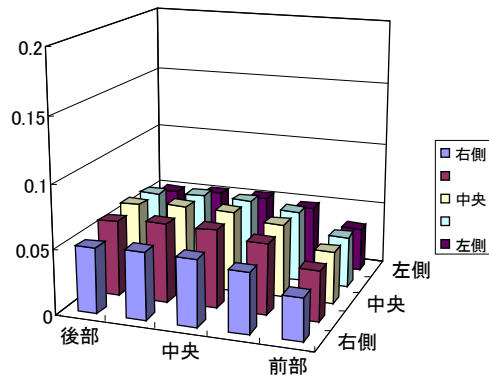


図 7-7 形態係数の差（イス・机の使用による天井面の形態係数の減少値）

(3) 前壁面の形態係数：成人男子

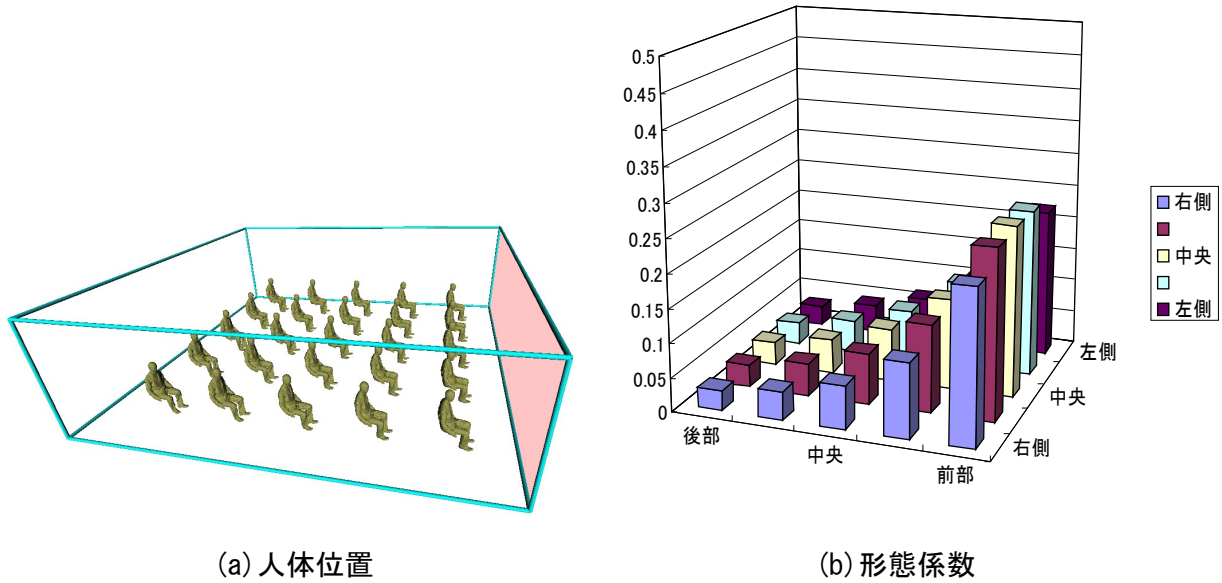


図 7-8 各人体位置における前壁面の形態係数（人体のみ）

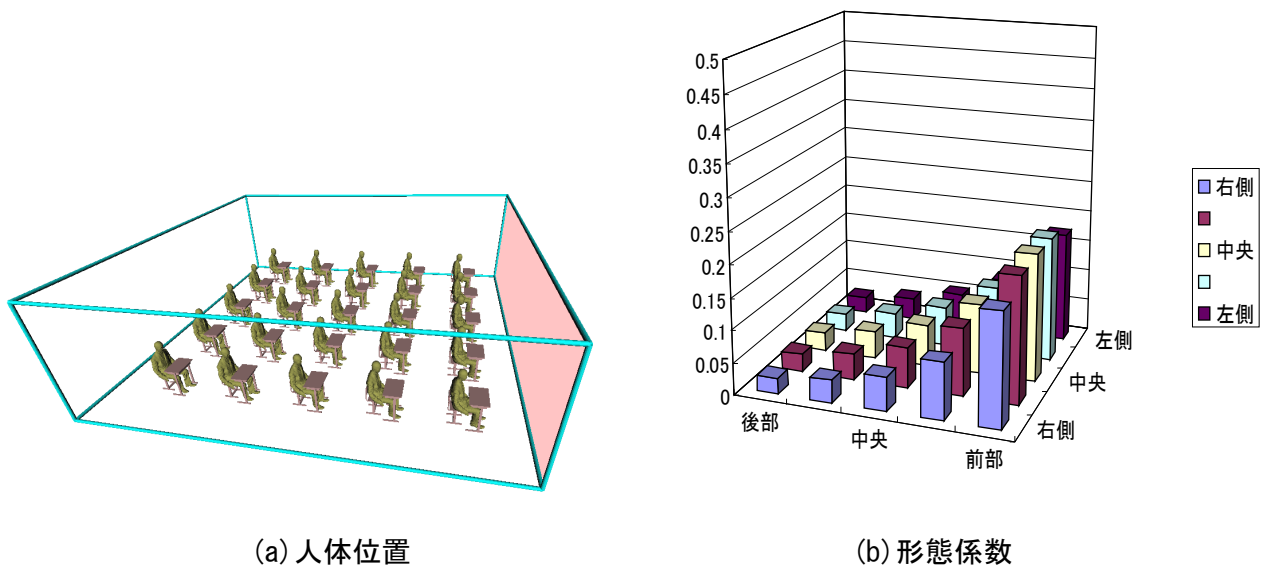


図 7-9 各人体位置における前壁面の形態係数（イス・机の使用）

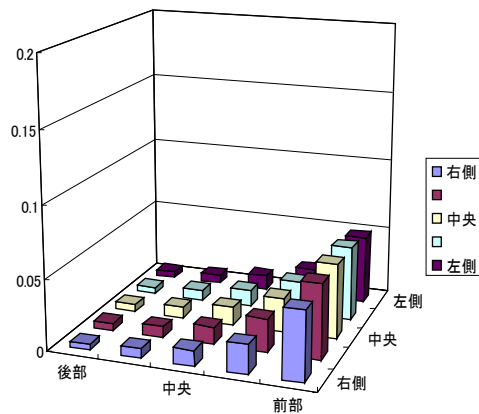
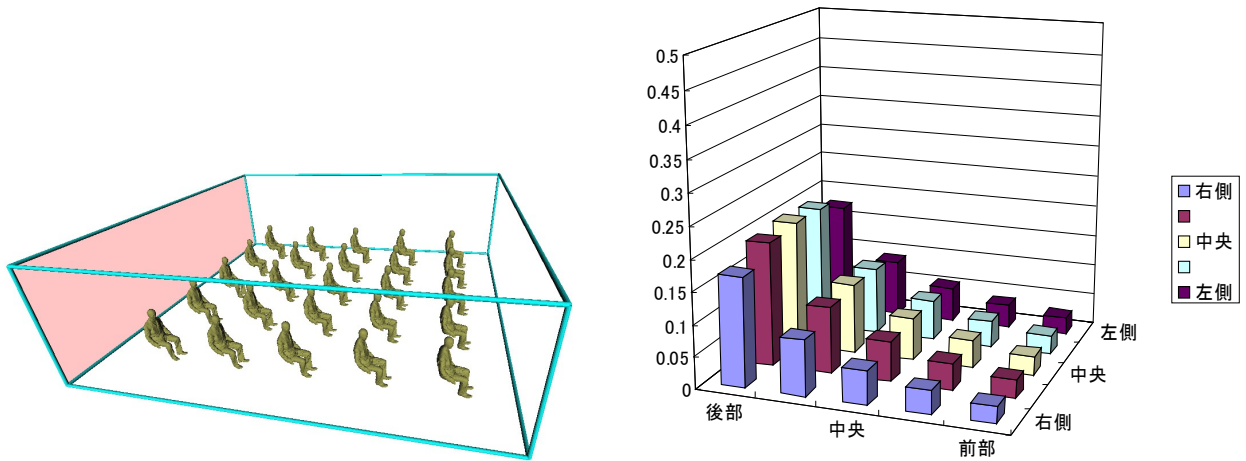


図 7-10 形態係数の差（イス・机の使用による前壁面の形態係数の減少値）

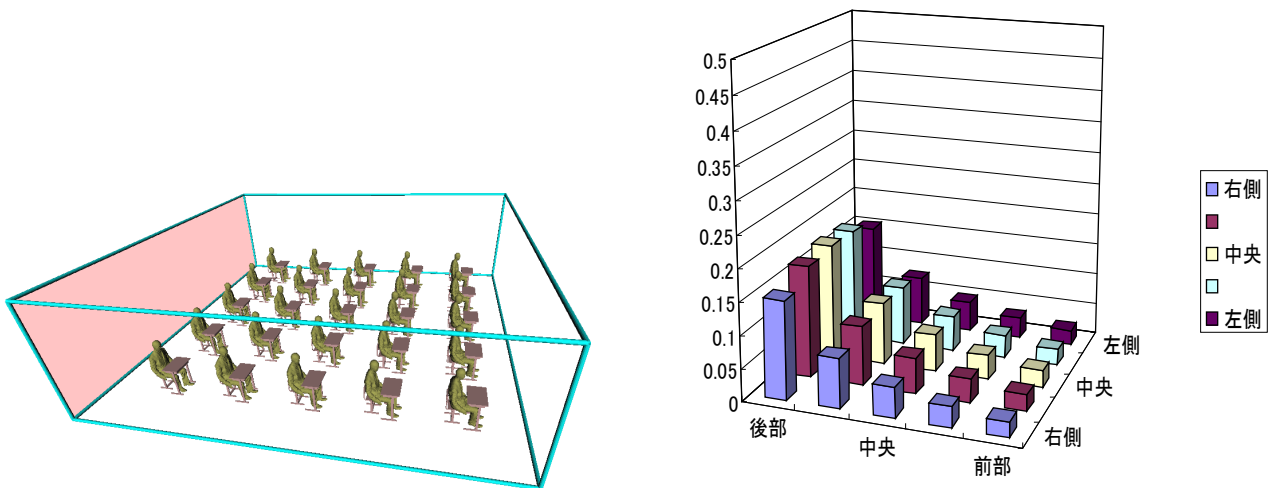
(4) 後壁面の形態係数：成人男子



(a) 人体位置

(b) 形態係数

図 7-11 各人体位置における後壁面の形態係数（人体のみ）



(a) 人体位置

(b) 形態係数

図 7-12 各人体位置における後壁面の形態係数（イス・机の使用）

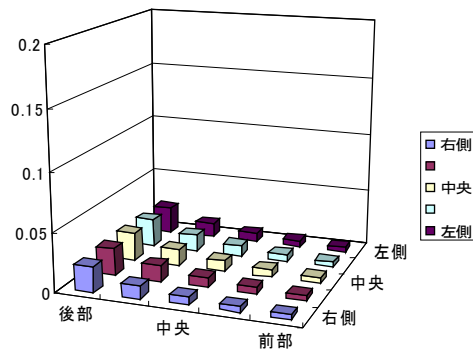
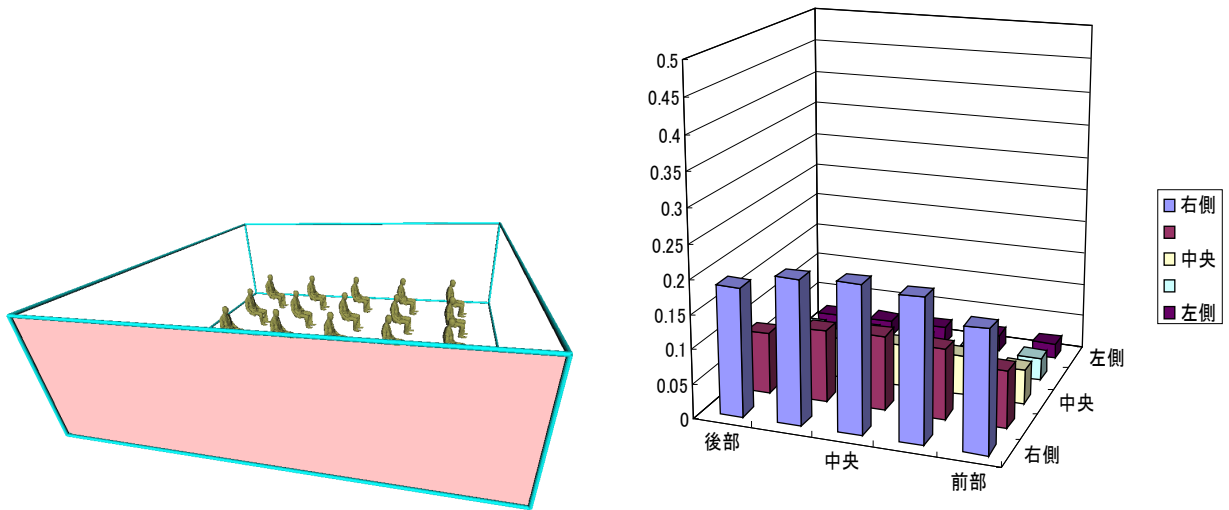


図 7-13 形態係数の差（イス・机の使用による後壁面の形態係数の減少値）

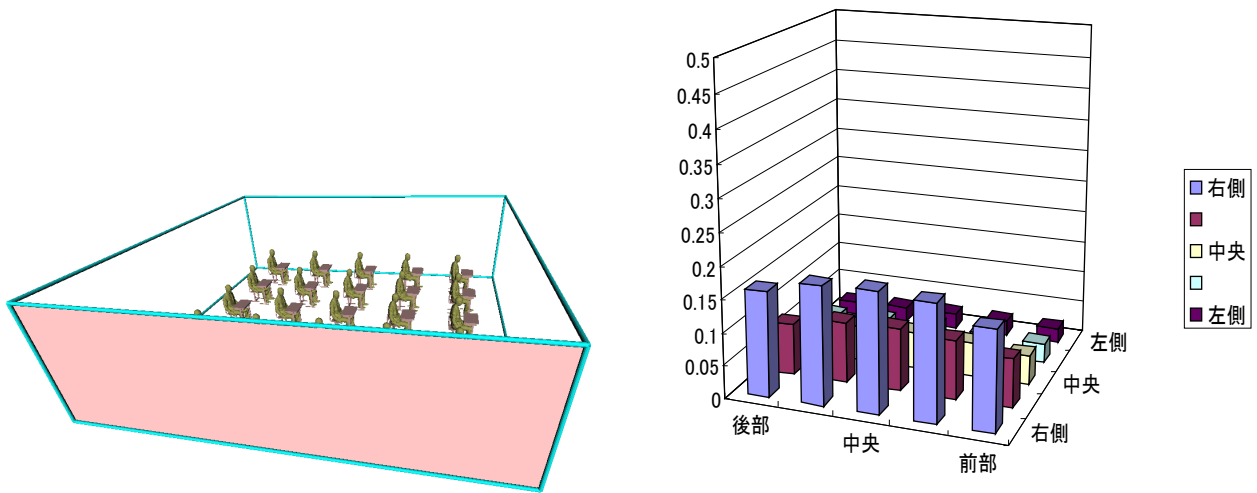
(5) 右壁面の形態係数：成人男子



(a) 人体位置

(b) 形態係数

図 7-14 各人体位置における右壁面の形態係数（人体のみ）



(a) 人体位置

(b) 形態係数

図 7-15 各人体位置における右壁面の形態係数（イス・机の使用）

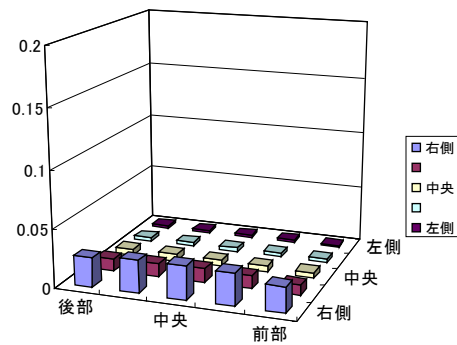


図 7-16 形態係数の差（イス・机の使用による右後壁面の形態係数の減少値）

(6) 左壁面の形態係数：成人男子

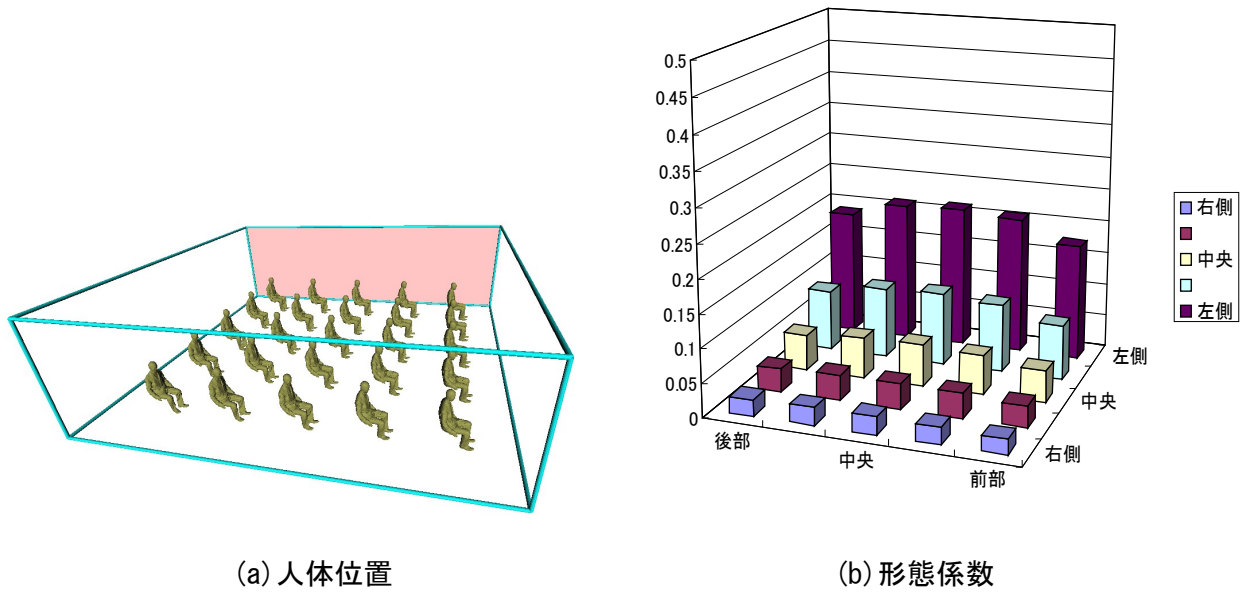


図 7-17 各人体位置における左壁面の形態係数（人体のみ）

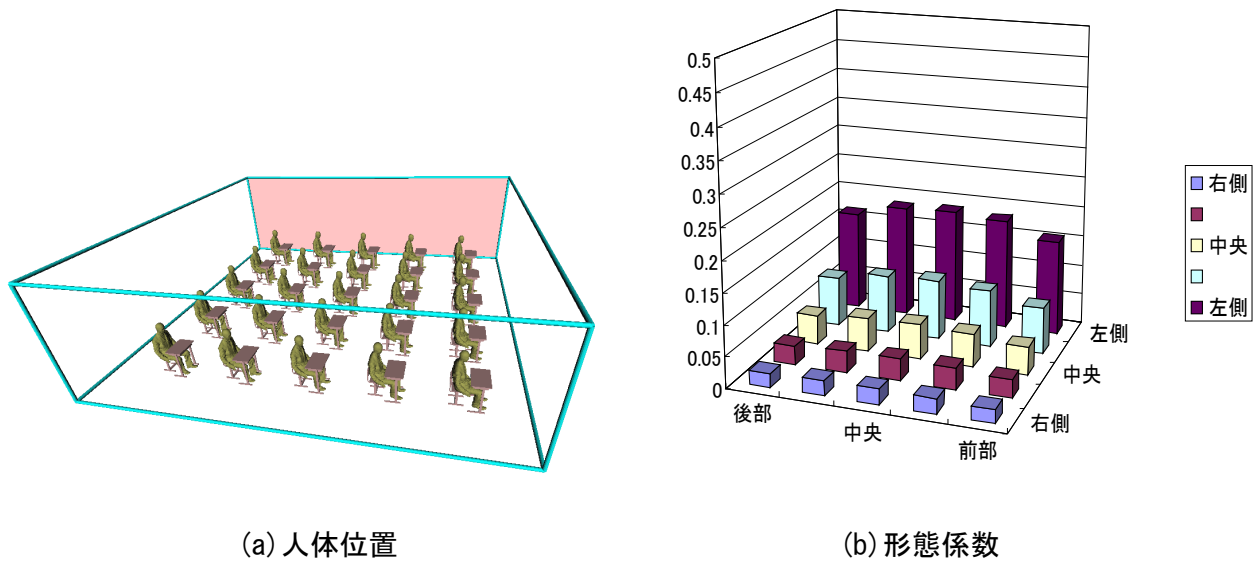


図 7-18 各人体位置における左壁面の形態係数（イス・机の使用）

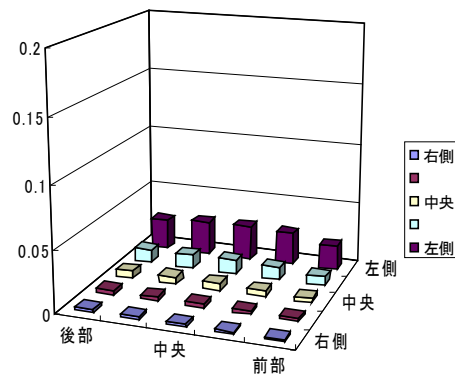


図 7-19 形態係数の差（イス・机の使用による左壁面の形態係数の減少値）

## 7. 2 7歳児童モデルによる形態係数

### (1) 床面の形態係数：7歳児童

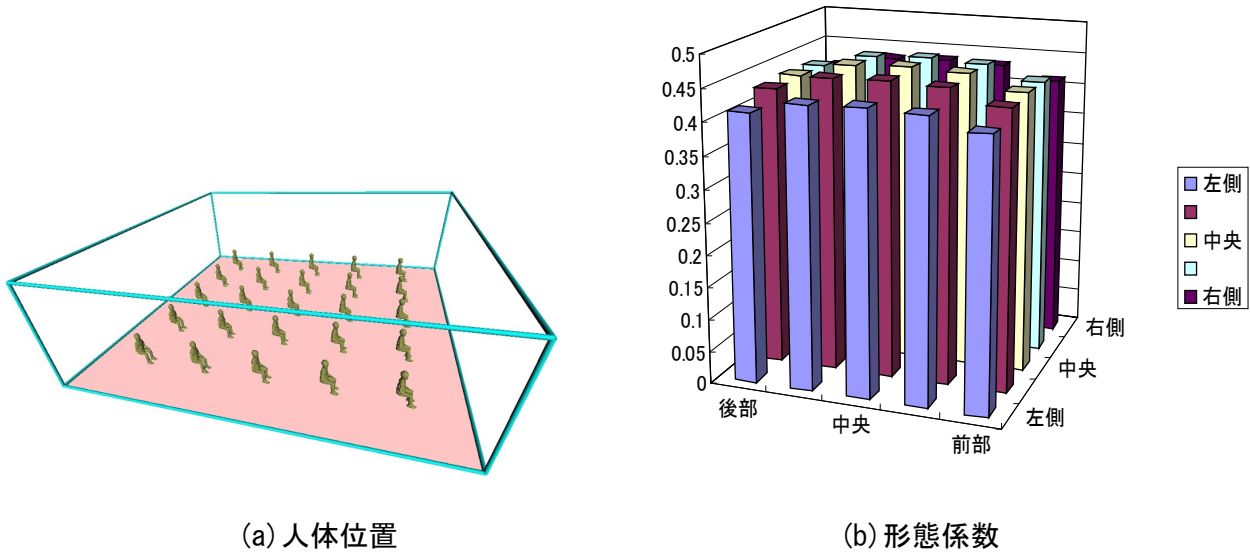


図 7-20 各人体位置における床面の形態係数（人体のみ）

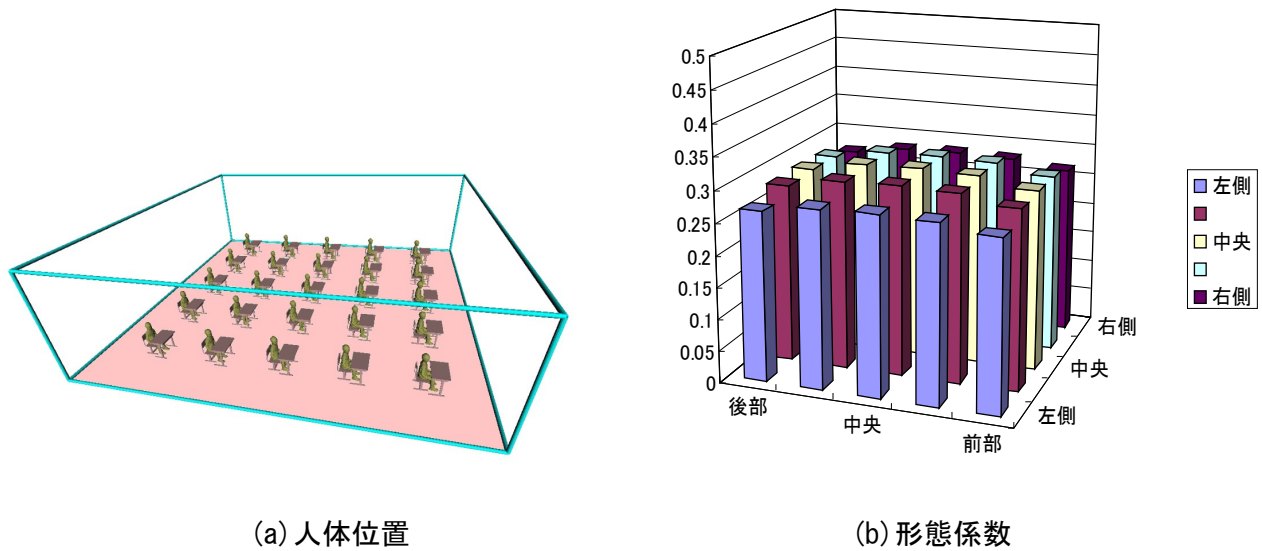


図 7-21 各人体位置における床面の形態係数（イス・机の使用）

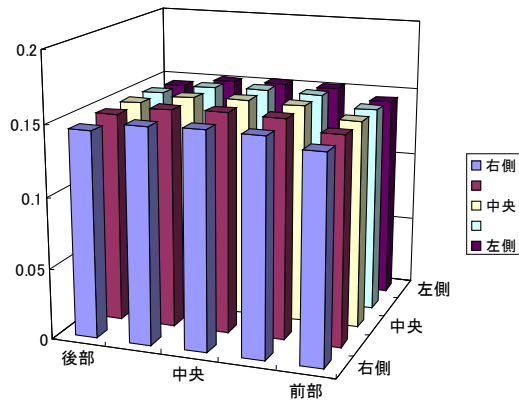


図 7-22 形態係数の差（イス・机の使用による床面の形態係数の減少値）

(2) 天井面の形態係数：7歳児童

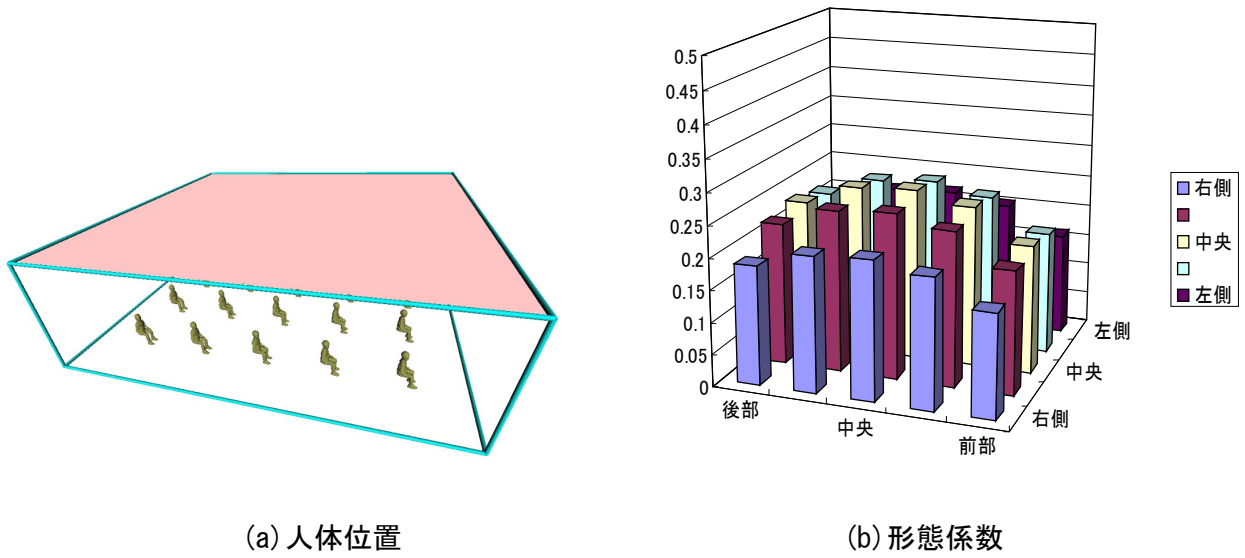


図 7-23 各人体位置における天井面の形態係数（人体のみ）

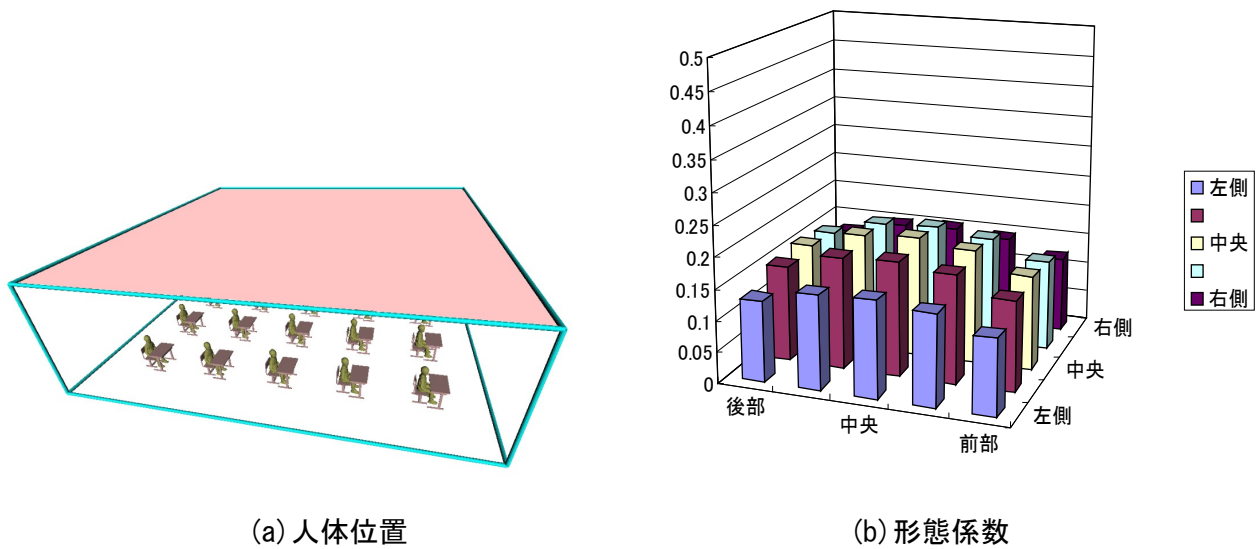


図 7-24 各人体位置における天井面の形態係数（イス・机の使用）

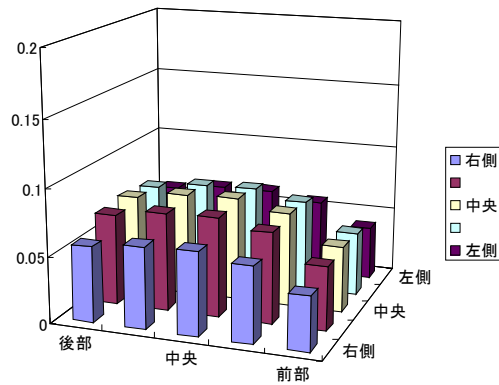


図 7-25 形態係数の差（イス・机の使用による天井面の形態係数の減少値）



(3) 前壁面の形態係数：7歳児童

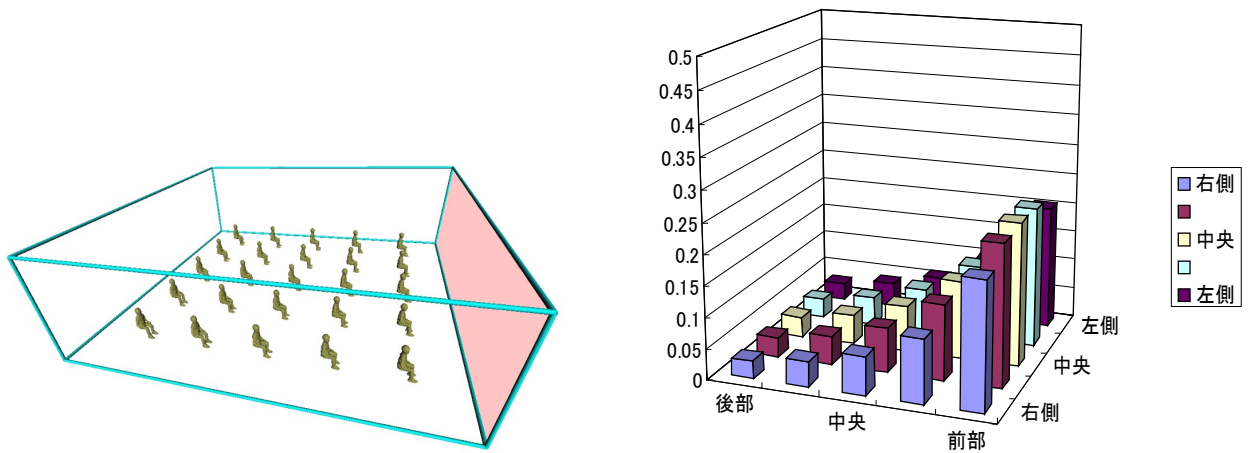


図 7-16 各人体位置における前壁面の形態係数（人体のみ）

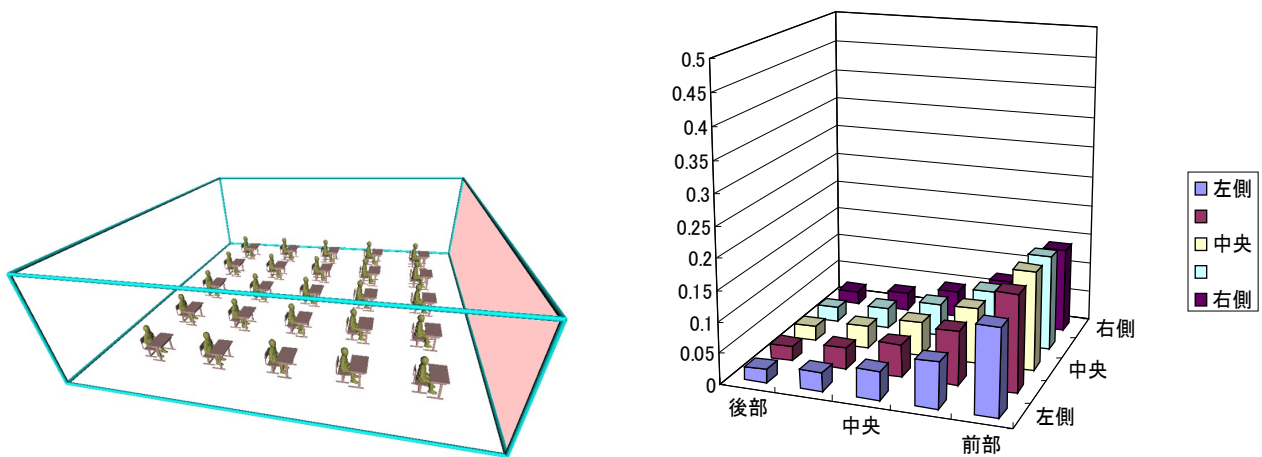


図 7-27 各人体位置における前壁面の形態係数（イス・机の使用）

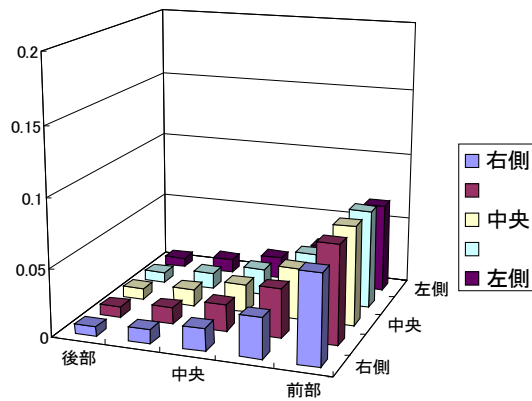


図 7-28 形態係数の差（イス・机の使用による前壁面の形態係数の減少値）



(4) 後壁面の形態係数：7歳児童

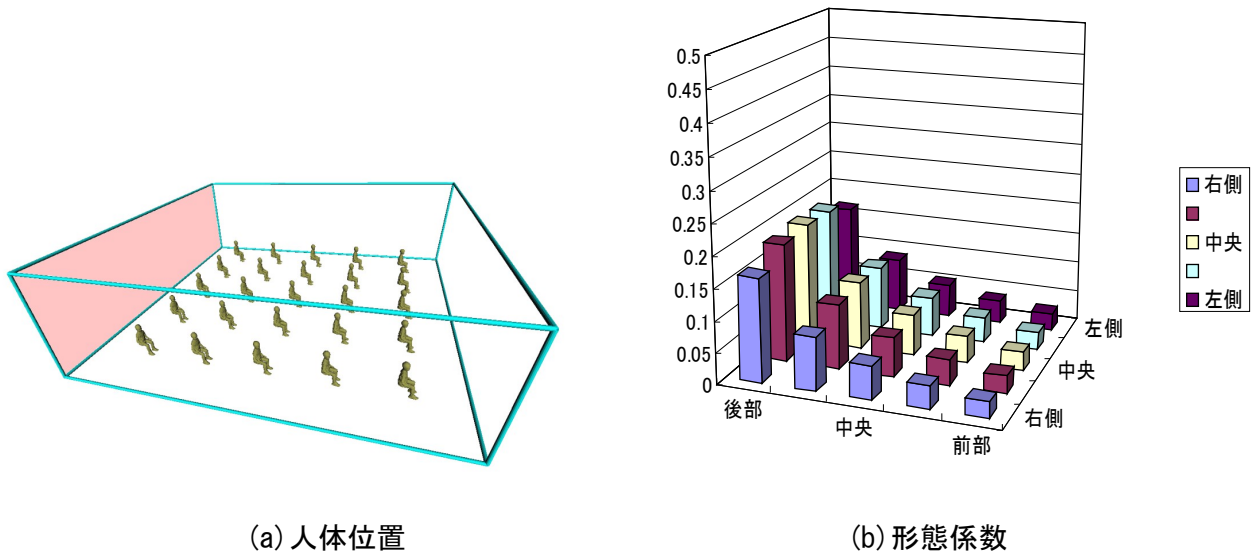


図 7-29 各人体位置における後壁面の形態係数（人体のみ）

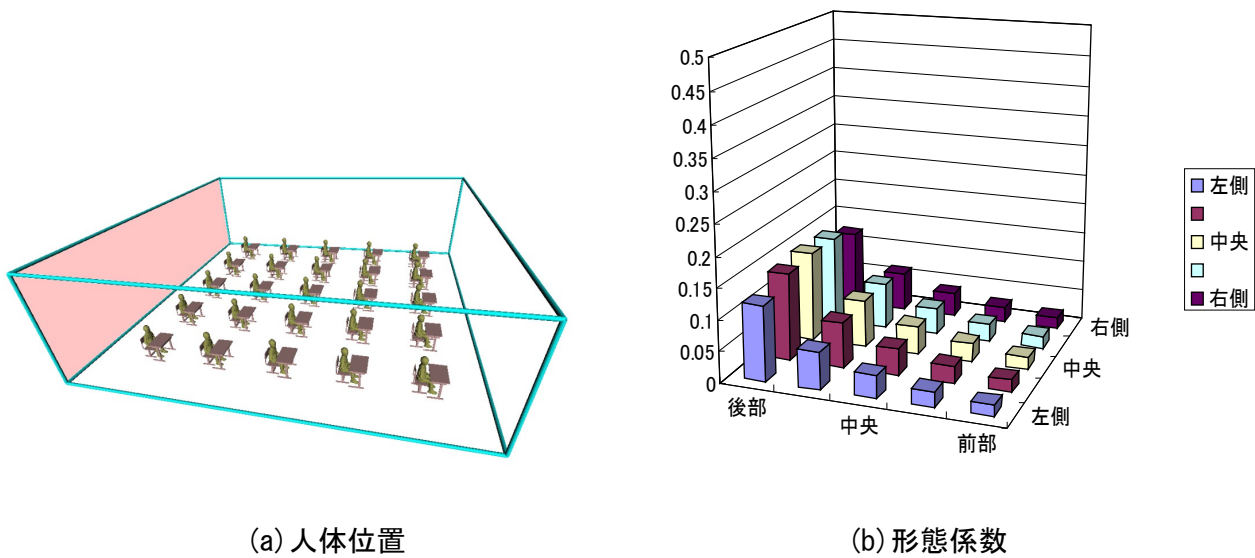


図 7-30 各人体位置における後壁面の形態係数（イス・机の使用）

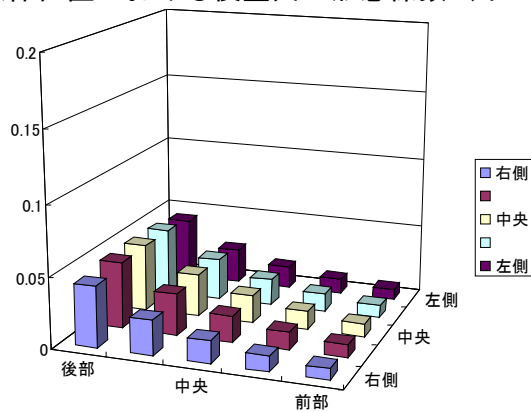


図 7-31 形態係数の差（イス・机の使用による後壁面の形態係数の減少値）

(5) 右壁面の形態係数：7歳児童

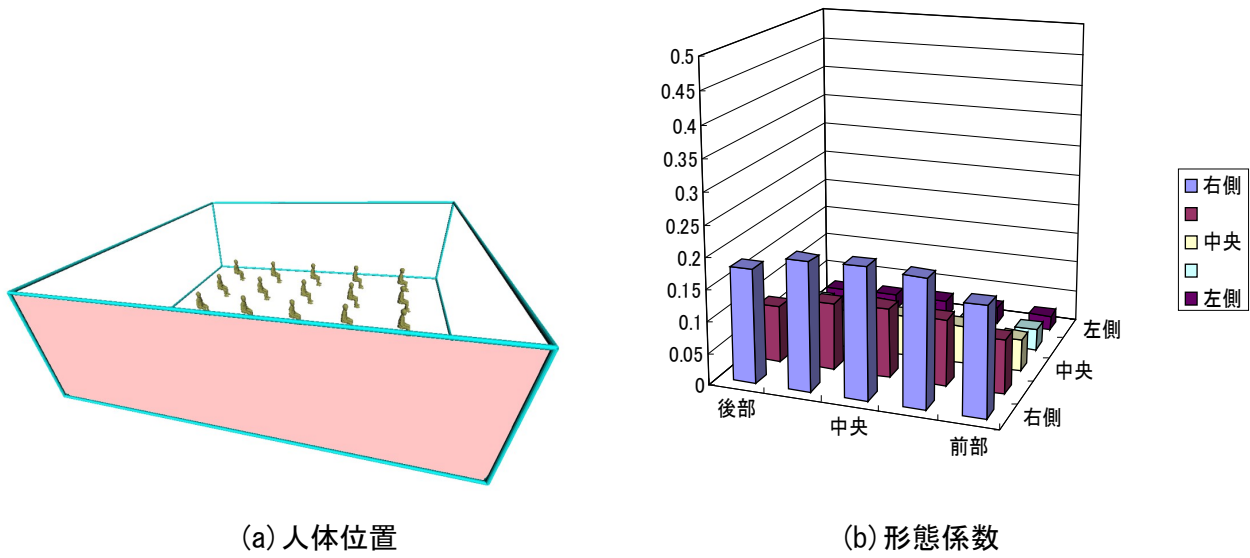


図 7-32 各人体位置における右壁面の形態係数（人体のみ）

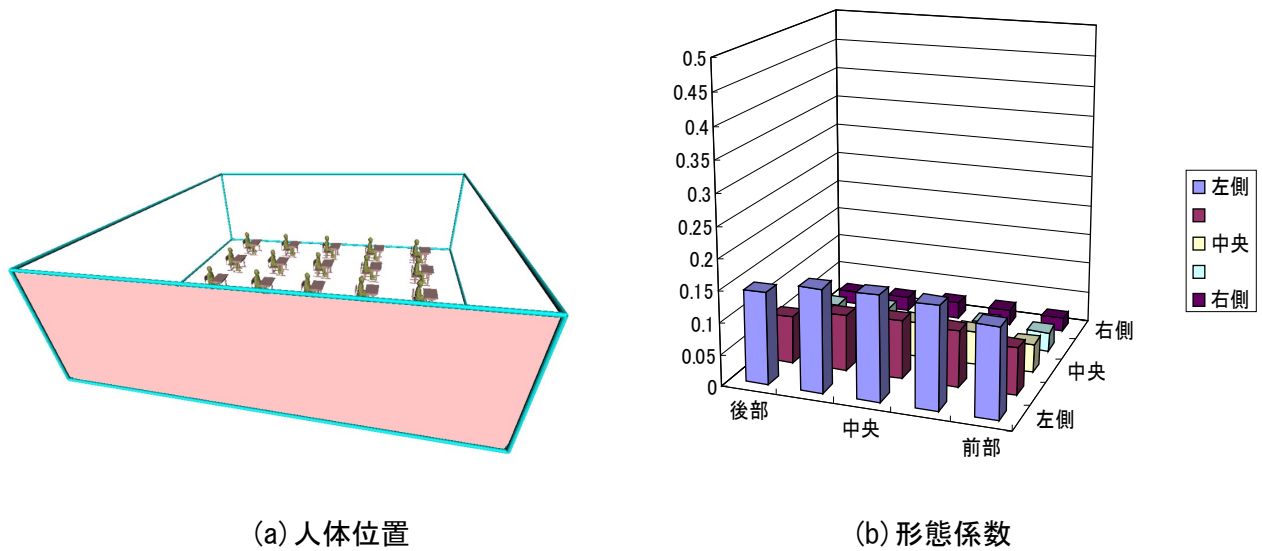


図 7-33 各人体位置における右壁面の形態係数（イス・机の使用）

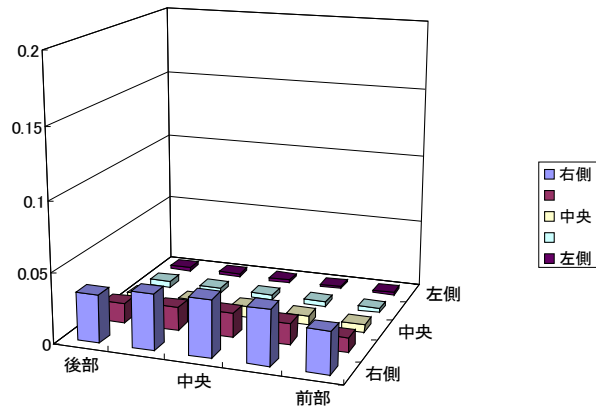
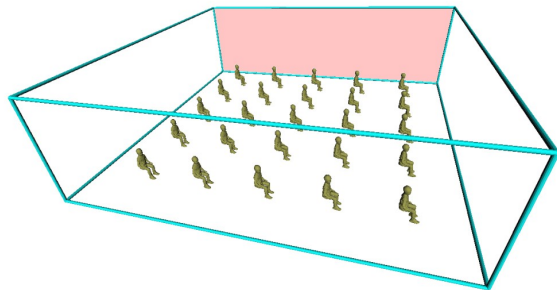
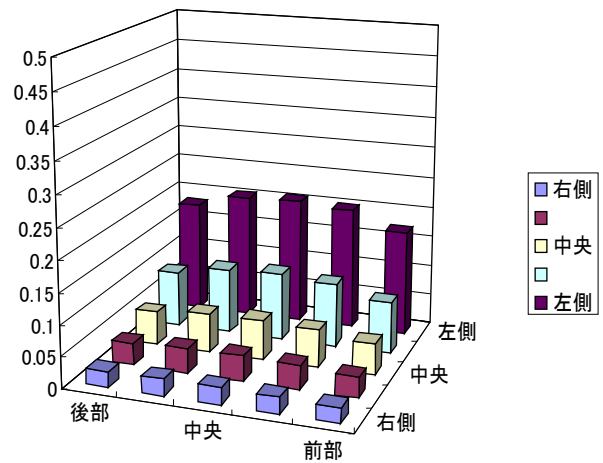


図 7-34 形態係数の差（イス・机の使用による右後壁面の形態係数の減少値）

(6) 左壁面の形態係数：7歳児童

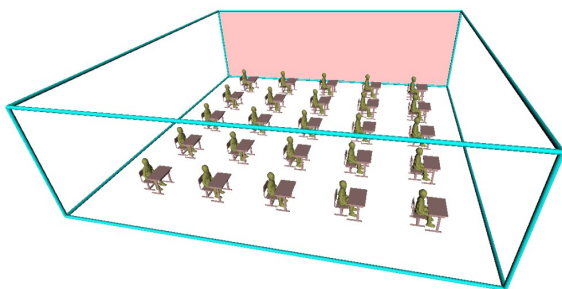


(a) 人体位置

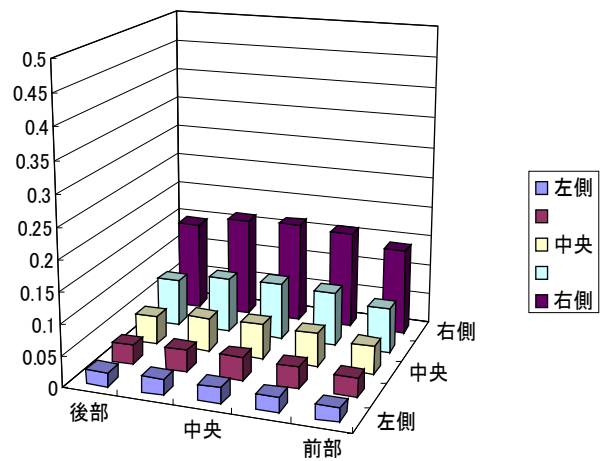


(b) 形態係数

図 7-35 各人体位置における左壁面の形態係数（人体のみ）



(a) 人体位置



(b) 形態係数

図 7-36 各人体位置における左壁面の形態係数（イス・机の使用）

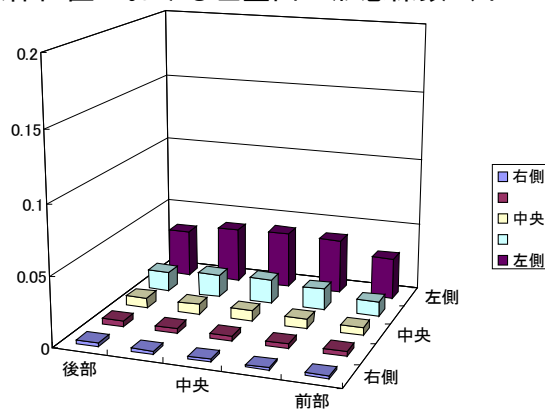


図 7-37 形態係数の差（イス・机の使用による左壁面の形態係数の減少）

## 8. まとめ

## 8. まとめ

平成17・18年度科学研究補助金（基盤研究（C））により「室内における人体形状と熱放射特性に関する研究」を実施した。本研究は建築熱環境に関するもので、人体と居室の熱放射環境について明らかにすることを目的としている。熱放射量や強度は人体形状、室形状、室表面温度分布により決定される。本研究では特に人体形状と室形状に重点をおいて、人体に関する形態係数についてシミュレーションを中心に研究を行った。

第1章においては、シミュレーションで使用する人体形状データについて示した。被験者の人体形状を測定し、3次元の人体モデルとする。人体の形状測定は、パソコンに接続した非接触型3次元デジタイザにより行った。ここで使用した3次元デジタイザは、撮影視野角があまり大きくない。このため人体の3次元形状データを作成するためには、かなり多くの撮影回数が必要であった。被験者は、成人男子（大学生22歳）と児童（小学2年生、7歳）である。はじめに、形状測定と形状編集について示し、最後に作成した形状モデルの概要を示した。また、人体形状を部位別の分割を行ったので、詳細なシミュレーションにも使用可能となっている。

第2章では、コンピュータを使用した形態係数計算について示した。形態係数計算方法は、本研究の根幹なすものである。形態係数計算方法はさまざまなものがあり、当研究室でも独自に開発し、いくつか使用してきた。ポイント関数を利用した方法、山崎の形態係数計算サブルーチンにより計算する方法、スキャンラインを利用する方法、立方体を利用した方法などである。もっとも正確なのは、山崎の形態係数計算サブルーチンであるが、複雑なものには利用しにくいので、本研究では、立体各投射の原理による方法を用いた。ここでは形態係数と有効放射面積に関する基礎式、立体各投射の原理による形態係数計算アルゴリズムについて示した。さらに高速に計算を行うために、クラスタを構築し並列計算により形態係数計算を可能とした。

第3章においては、開発したプログラムによりオフィスを想定したシミュレーションを試みた。形態係数のシミュレーションプログラムを第2章に示したアルゴリズムにより開発を行ったが、複雑な場合を含む汎用的な形態係数計算が可能のように人体の表面上から周辺環境の形態係数を計算するプログラムとした。これにより人体表面上の形態係数分布を得ることが可能になった。VRMLビューアーを利用することにより、3次元CGを使用して人体表面上に形態係数分布を表示しインタラクティブにさまざまな角度より見ることが可能である。

室内等において人体は室内表面や什器からの熱放射の影響を受けている。人体の形態係数に関しては、従来、人体と室内表面（床、天井、壁など）との関係が示されてきた。しかし、実際の室内空間においては、室内にイス、机、棚などが人体と壁面の間に存在し、純粹に人体と壁面のみという場合はあまり多くないと思われる。ここでは、より実際に近い状態の形態係数を示すために、イス・机などがある場合に関してシミュレーションを行った。それらの結果を可視化して示し、複雑な環境における有効放射面積などについても示した。

第4章においては、被験者の測定を基に作成した3次元人体形状モデルの形態係数に関する基礎的データを示した。ここでは人体全身および部位の表面積、有効放射面積などを示し、人体が教室の中央に位置した場合の教室各面の形態係数を詳細に示した。

成人男子・裸体立位は表面積が $1.59\text{m}^2$ で有効放射面積率が0.86、同じく着衣では $2.1\text{m}^2$ 、0.82であった。7歳児童・裸体立位では、 $0.76\text{m}^2$ 、0.86、着衣では $0.92\text{m}^2$ 、0.77であった。成人男子・裸体椅座位では、 $1.55\text{m}^2$ 、0.85であり、着衣では $2.11\text{m}^2$ 、0.79となった。7歳児童・裸体椅座位では、 $0.73\text{m}^2$ 、0.86、着衣では $0.84\text{m}^2$ 、0.83であった。

イス・机を使用した場合、これら家具の形態係数は成人男子・裸体椅座位で0.2、着衣でも0.2ではほぼ同じ値だった。同様に7歳児童・裸体椅座位で、0.28、着衣で0.29であり、成人男子より値が大きかった。これは家具が成人男子より児童の対して相対的に大きくなるためである。

第5章は、基礎資料として人体と面に関する形態係数について示した。面は室内面を想定し、全部で8種類（床右前面、床右後面、天井右前面、天井右後面、前方右面、後方右面、右側前面、右側後面）である。天井高は3mとし、壁面と人体の距離は2mとして計算して計算を行っている。人体については、成人男子8種類（裸体、着衣の2種類と立位、座位、座位+イス、座位+イス+机の4種類の組み合わせ）、7歳児童についても同様に8種類のモデルである。これらの組み合わせは平面8種類と人体16種類で128種類なる。これらの組み合わせについてシミュレーションを行い128枚のグラフに表した。これらのグラフにより、モデルの違い、イスや机を使用すると形態係数はどのような影響を受けるのか、平面の種類による影響大きさなどが容易にわかるようになった。

第6章では、部屋形状と人体の熱放射環境の関係をについて明らかにする目的で、部屋形状により形態係数がどのように変化するかを明らかにした。人体は部屋中央に位置するとし、部屋形状を変化させたとき、人体（成人男子、7歳児童）からみた部屋各面の形態係数のシミュレーションをおこなった。シミュレーションは、4種類について実施し、それらは部屋の天井高が変化した場合（変数：部屋の天井高、固定値：部屋サイズ $10\text{m}\times 10\text{m}$ ）、部屋の面積が変化した場合（変数：平面の横幅Wと奥行きD長さ、 $W:D=1:1$ 、固定値：天井高3m）、相似形状の部屋の場合（変数：部屋の横幅W、奥行きD、高さH、 $W:D:H=10:10:3$ ）、部屋の面積が一定の場合（変数：平面の横幅Wと奥行きD長さ、固定値：部屋面積 $100\text{m}^2$ 、天井高さ3m）である。結果をグラフに表し、形態係数の変化が一目でわかるようにした。

第7章においては、人体の在室位置による室内面の形態係数に関して示した。室内の表面温度に応じて熱放射を人体は受けている。室内表面温度がすべて同一でない限り、その強さや量は人体の在室位置により異なる。これは、在室位置により人体から見た室内各表面の形態係数が異なるためである。この章では学校の教室（WDH  $10\times 10\times 3\text{m}$ ）を例にとり、椅座位状態の在室位置を変更し形態係数をシミュレーションした。

成人男子・椅座位の場合、床面の形態係数は部屋隅角部で0.38、その他周辺部で0.4程度、中央付近で0.43程度であった。人体は床面に近い位置のため、在室位置にかかわらずかなり高い値を示す。イス・机を使用すると、床の形態係数は在室位置にかかわらず0.1程度小さくなる。7歳児童の場合は、床面の形態係数は部屋隅角部で0.41、その他周辺部で0.43程度、中央付近で0.45程度であった。同様にイス・机を使用した場合は、在室位置にかかわらず0.15程度小さくなる。この違いは、児童は成人より体が小さく成人より床面に近い位置であるため、床面の形態係数が成人より大きくなる。しかし、児童がイス・机を使用すると、床面の形態係数の減少が成人より大きく、形態係数の値が児童の方が小さくなる。これは、体のサイズに対するイス・机の相対的な大きさによるものである。体のサイズに合わせてイス・机を調節しているが、例えば机の天板のサイズは成人・児童とも同じサイズある。このことより、児童に対してイス・机がより大きい形態係数の減少をもたらしたと考えられる。

天井面に関しても成人と児童の相違は上記の特徴が見られる。天井面の形態係数は成人の方が天井に近い位置となるため、児童より形態係数が大きくなる。しかし、イス・机を使用すると、家具の相対的な大きさが原因で、天井面の形態係数の減少が成人より大きく、形態係数の値がさらに児童の方が小さくなる結果となった。これは壁面においても同様の傾向であった。