

人体と衣服の視覚的特性

森 俊 夫

家政学部生活科学科生活科学専攻

(2007年10月1日受理)

Visual Properties of Bodies and Clothes

Department of Home and Life Sciences, Faculty of Home Economics,
Gifu Women's University, 80 Taromaru, Gifu, Japan (〒501 - 2592)

MORI Toshio

(Received October 1, 2007)

I . 諸言

人体形態は身長や体重により多かれ少なかれ違いがある。さらに、人体に着装した衣服の形態パターンには、いろいろなデザイン要素の複合により全体的に外見イメージが多種多様に変化する¹⁾。ファッションに対する関心が高まっている中、体型の西欧化、生活習慣および高齢化の増加によって体型の多様化が激しい。このため衣服サイズや体型の不満が高まっている。したがって、人体形状が把握できる3次元人体寸法と3次元着装シミュレーションを活用し、各種の体型に対する知見を得ることは大変意義がある。

我々が衣服を着用する際、通常、よりよい印象を与えるような着装行動をとる。人に与える印象には衣服の色彩や着装状態の影響が強いため、衣服の形態パターンや色彩を把握し、どのように視覚的特徴があるのかを明確にすることが望ましい。本研究では3次元着装シミュレーションにより作成した多様な人体モデルについて、人体の形態と衣服の着装状態を明らかにするために、コンピュータ画像解析を適用して、人の視知覚と深く関係す

る画像情報量を求めると共に、形状パターンの視覚的特徴を評価することを目的とする。

II . 方法

1 裸体モデルの作成

仮想縫製システム i Designer (アイ・デザイナー) のシリーズである Body Order Tool (ボディー・オーダー・ツール) はシミュレーションによりリアルな3Dモデルを作成することができる。「ボディオーダーツール」は、バストやウエスト、ヒップなどのボディのサイズや形状を変更して、思い通りのスタイルを作成することができる。i D Fit を併用すると、さまざまな色柄や、服を簡単に素早く設定できる。また、3Dコントローラーを用いて、モデルを上下左右の視点に変えることや、局所的にボディを変更することもできる。

Body Order Tool の簡易設定から、モデルの体型を示す数値を入力することで、3Dモデルを作成した。しかし、簡易設定では、比較的体のラインが美しく統一されたモデルが計算され、作成される傾向があるので、極端な体の変化を必要とするときには不向きである。その場合、3Dコントローラーのハン

マーの属性設定を適用すると、容易に局所を太くも細くもすることが可能である。

本研究では、「簡易設定」から体型のイメージを出し、ここから「詳細設定」により手、足の太さを決定した。簡易設定だけでは、表しきれない体の凹凸を、詳細設定において部位ごとに調整する。サイズを細かく分けることで、より体を立体的に再現することができる。詳細設定では、具体的な数値に基づいて、変化させることが可能であるのでデータを保存しておくのに都合が良い。

図1には、作成したNo.1理想型、No.2ちび型、No.3ちびやせ型、No.4ちび太型、No.5のっぼ型、No.6肥満型の6種類の代表型裸体モデルを示した。

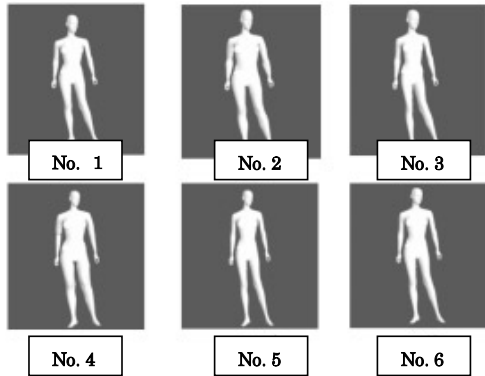


図1 体型別裸体モデル

2 着装モデルの作成

Body Order Toolで作成したモデルを、同じ仮想縫製システムi Designerシリーズであるi D Fitを使用することで、衣服を着装し、それを3D画像で見ることが可能になる。本研究では、6体のモデルにそれぞれ2タイプの衣服を着装させ、比較を試みた。なお、服装は厚着の場合(図2)と薄着の場合(図3)を設定し、6体のモデルにはサイズ以外は同じデザインのものを着装させた。今回の研究では、画像情報量の算出時に、色によって誤

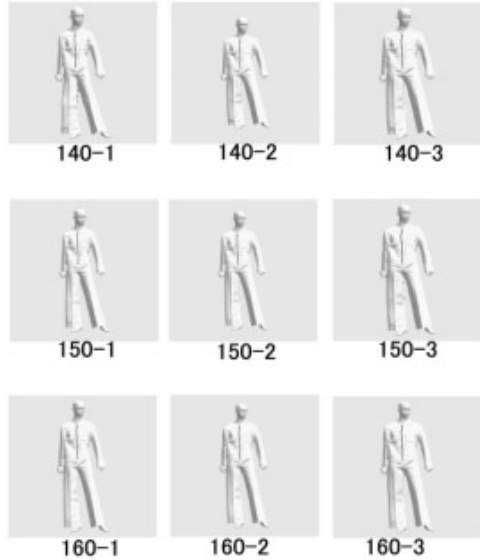


図2 厚着モデル

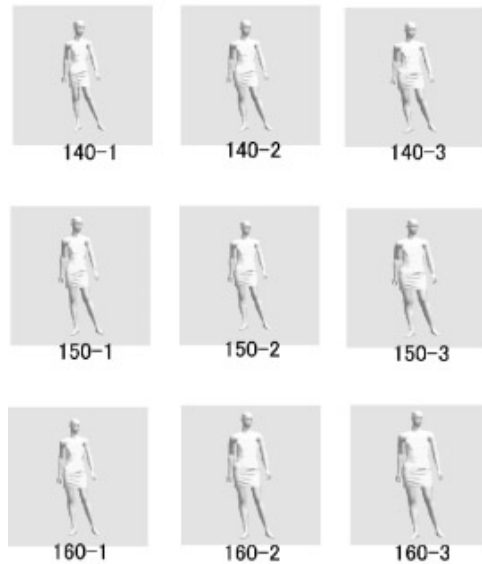


図3 薄着モデル

差を出さないようにするため、白のトータルコーディネートにした。

表1には、一般的に女性が理想とする「理想型」のモデルから、身長の高短、バストやウエストのサイズを変更し、太細を調整した身長別裸体モデルのサイズを示した。

表 1 身長別裸体モデルのサイズ

サイズ	140 1	140 2	140 3	150 1	150 2	150 3	160 1	160 2	160 3
A	140	140	140	150	150	150	160	160	160
B	65	67	83	71	82	87.2	79	86	93
C	48	57.8	65.8	53	62.8	69.8	57.9	67.8	75.7
D	60	68.2	75.9	64	75.1	82.9	75.1	83.8	88.7
E	70	80.1	88.9	76	84.9	92.9	85.1	89.9	97.7

A : 身長, B : バスト, C : ウエスト, D : ミドルヒップ, E : ヒップ (単位: cm)

3 画像情報量

カラー画像は RGB の光の 3 原色で構成されているので, 色情報は各画像位置ごとに 3 色分解して RGB のそれぞれの画像の色濃度を 256 階調の濃度レベルにデジタル化して二次元配列として保存された。また, カラー画像は (1) 式にしたがってグレイレベル画像に変換することができる。

$$L = 0.177R + 0.813G + 0.011B \quad (1)$$

ここで, L は RGB 値が (R, G, B) である画素のグレイレベルである。このようにして変換されたグレイレベル画像も同様に 0 (黒) ~ 255 (白) の濃度レベルにデジタル化して保存された²⁾。

画像は画像位置ごとに 0 (黒) ~ 255 (白) の 256 段階のグレイレベルにして保存された二次元配列から, 画像情報量としての一次統計量であるグレイレベル平均と二次統計量である同時生起行列特徴量およびフラクタル次元を求めた。

1) グレイレベル平均

全体が 1.0 になるように正規化された濃度ヒストグラム $R(i) (i = 1, \dots, n - 1)$ を作成し, そのヒストグラムからグレイレベル平均 (MIU) を求めた。

$$MIU = \sum i \cdot R(i) \quad (2)$$

2) 同時生起行列特徴量

同時生起行列 $M(d, \theta)$ の要素は特定の相対位置関係である画素対において, グレイレ

ベル対 (i, j) が生起する確率 $P(i, j)$ である。同時生起行列からテクスチャを特徴づける特徴量のうち, 以下 4 つの特徴量を使用した³⁾。以下の式ではグレイレベル i, j は $0 \sim n - 1$ である。

1. 角二次モーメント (ASM)

$$ASM = \sum \sum P(i, j)^2 \quad (3)$$

2. 相関 (COR)

$$COR = \{ \sum \sum i \cdot j P(i, j) - \mu_x \mu_y / \sigma_x \sigma_y \} \quad (4)$$

$$\mu_x = \sum i \cdot P(i), \quad \mu_y = \sum j \cdot P(j),$$

$$\sigma_x^2 = \sum (i - \mu_x)^2 P(i),$$

$$\sigma_y^2 = \sum (j - \mu_y)^2 P(j),$$

$$P(i) = \sum P(i, j),$$

$$P(j) = \sum P(i, j),$$

3. コントラスト (CON)

$$CON = \sum k^2 \cdot P_{k-}(k) \quad (5)$$

$$P_{k-}(k) = \sum P(i, j)$$

$$k = 0, 1, \dots, n - 1$$

4. エントロピー (ENT)

$$ENT = - \sum \sum P(i, j) \cdot \log P(i, j) \quad (6)$$

3) フラクタル次元

画像のグレイレベル曲面を 1 辺の長さが r 画素の立方体で被覆するときに必要な立方体の個数を $N(r)$ とすると, グレイレベル曲面にフラクタル性があれば $N(r)$ と r の間に (7) 式の関係が成立する。

$$\log N(r) = - D \cdot \log r + \log k \quad (7)$$

ここで D はフラクタル次元, k は定数である。 $\log r$ と $\log N(r)$ との間に直線関係が成立すると, 回帰直線を最小二乗法により計算し, その傾き D を求めることができる⁴⁾。

III. 結果と考察

1 裸体モデルの画像情報量

同時生起行列から画素間距離 $d = 1$ において $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ および 135° 方向のテクスチャ特徴量を求め, 4 方向の平均値を $d =$

1に対する特徴量の値とした。これは、見る方向によって人体、衣服形態が異なって見えても、同じ形態とみなすほうが、妥当であるからである。

表2 代表的な裸体モデルの画像情報量

モデル	ASM	CON	COR	ENT	D	MIU
ちび	0.741	130.2	0.978	1.176	2.025	137.6
ちびやせ	0.774	111.6	0.976	1.045	2.027	136.8
ちび太	0.746	115.2	0.979	1.151	2.028	137.4
理想	0.746	130.1	0.978	1.19	2.026	137.9
のっぽ	0.729	129.4	0.98	1.199	2.021	138.5
肥満	0.741	143.9	0.977	1.154	2.027	138.2
平均	0.746	126.7	0.978	1.153	2.026	137.7

表3 身長、体型別にみた裸体モデルの画像情報量

モデル	ASM	CON	COR	ENT	D	MIU
No.140 1	0.723	140.5	0.977	1.260	2.027	137.8
No.140 2	0.776	119.0	0.974	1.035	2.029	136.6
No.140 3	0.740	123.8	0.981	1.129	2.034	137.4
No.150 1	0.748	127.3	0.976	1.145	2.029	137.3
No.150 2	0.704	132.7	0.978	1.314	2.026	138.2
No.150 3	0.685	139.8	0.979	1.401	2.025	138.8
No.160 1	0.719	132.5	0.976	1.256	2.027	137.9
No.160 2	0.708	138.4	0.978	1.303	2.026	138.2
No.160 3	0.694	134.7	0.979	1.350	2.023	138.6
平均	0.722	132.1	0.977	1.243	2.027	137.8

図1に示した裸体モデルの画像情報量を求め、表2に数値を示した。身長が低く、ウエストやヒップに対しては平均的な体型をしている「ちび」と名づけたモデルは、CONやENT、Dが比較的高い値を示している。

身長が低く、バスト、ウエスト、ヒップなど細い体型をした「ちびやせ」と名づけたモデルは、ASMでは全体で一番高い値を示し、CON、ENT、MIUでは最も低い値を示した。

身長は低い、バスト、ウエスト、ヒップなどは大きな体型をした「ちび太」と名づけた

モデルは全体的に平均値よりやや低い程度の体格であることがわかる。また、身長や体の部位もほぼ平均的な女性のモデルを示した「理想」は、ASM、COR、DおよびMIUにおいてはほぼ同じ値を維持している。この2つのモデルは6体のモデルのなかでは、比較的よいバランスのとれたモデルあると言える。

身長が高く、バスト、ウエスト、ヒップなどが細い「のっぽ」と名づけたモデルはCOR、MIUでは全体で一番高い値を示し、ASM、Dでは全体で一番低い値を示している。

身長が高くバスト、ウエスト、ヒップの太細も大きな体型の「肥満」と名づけたこのモデルはCON、Dでは高い値を示し、CORでは低い値を示している。

これらの結果から、「理想」型は最も平均的なタイプであり、最も特徴的なタイプは「のっぽ」型である。「のっぽ」型は、身長が高いのでたて方向の方向性や、ストライプ性が強く、視覚的情報量、体型の変動が大きいことから一様性や均一性が劣るが、最もシンプルなタイプであることがわかる。これに対して、「肥満」型は体型が凹凸で局所変化が大きく、最も優雅なイメージを与えたが、太っているために細く見えるストライプ性は最も小さいといえる。

図1に示した裸体モデルの画像情報量を求めた結果を、表2に示した。

モデル番号を000 0と表した。はじめの3桁の数値には、モデルの身長を表し、モデルNo.140の場合140cm台を示している。後に続く、1桁の数値には体型を表し、1は痩せ型、2は中型、3は肥満型と分類した。

モデルNo.140 1は、CONが高い数値を示している。他の数値は平均に近い。No.140 2はASMが高い数値を示しているが、CON、COR、ENTは全体的に低い値を示している。

No.140 3は、CORおよびDがそれぞれ高い数値を示している。その他の数値は平均よりも低い数値を示している。No.150 1は、全体的に平均より若干低い数値を示している。中でも特にASMが高い数値を示した。No.150 2はNo.150 1と似て全体的に平均よりも低い値を示している。No.150 3は、ASMが低い値を示しているが、CON, ENTおよびMIUでは高い数値を示した。No.160 1は、全体的にほぼ平均と同等の数値を示している。No.160 2は、No.160 1と同様に平均に近い。No.160 3は、Dが高い数値を示している。

裸体モデルの画像情報量の見解としては、次のようなことがいえる。ASMでは、太っている体型が高く、やせている体型が小さな値を示している。CONでは、太っている体型が高い値を示している。CORでは、体型によらず、ほぼ同じ値であるが、やせている体型では若干高い値を示している。ENTでは、やせている体型が高く、太っている体型が小さな値を示している。

ASMでは、身長が150cmと160cmでは体重が増加するにつれて、値が低下することから、体型が太くなるにつれて均一性や一様性が低下すると考えられる。身長140cmでは150cmや160cmに比べて一様性や均一性が高く、中でも中型が最も高い値を示している。CONでは、身長が150cmの場合には体重の増大と共に値が増大する。140cmの場合には、やせ型が高い値を示すが、150cmの場合にはやせ型は低い値を示す。体型の凹凸性は身長差によって顕著に表れないが、体重が増すと凹凸性が幾分増大する傾向がみられる。

CORでは、身長150cmと160cmの場合に体重の増大と共に方向性あるいはストライプ性が増大するが、身長140cmの場合には、中型で最もストライプ性が小さくなる。身長

大小によるストライプ性への影響はほとんどみられない。ENTでは、CORと同様な挙動を示す。身長150cmと160cmでは体重が増大するにしたがって体型の視覚的情報量が増大するが、身長140cmでは中型でもっとも小さくなる。Dについては、身長140cmの場合には体重が増大すると値が大きくなり。体型の複雑性が増すことになるが、身長が150cmと160cmの場合には逆に体重が増すと複雑性は低下することになる。また、身長が増すとD値が低下する傾向がみられるので身長が低くなると若干ではあるが、体型のシンプル性が増すと解釈される。

これらのことから、身長の長短よりも、体型の太細のほうが人体の形態に大きな影響を及ぼしていることがわかる。太っている体型は均一性や局所変化の値が高く出たことと、やせている体型は、方向性、情報量の値が高いことが本研究により明らかになった。

2 着形態の画像情報量

表4には、図2で示した厚着の着形態について解析した画像情報量を示した。モデルには、ジーンズジャンパーとワイドパンツでコーディネートしたものを着装させた。ASMでは、No.140 2のような小柄体型に集中して数値が高く、No.150 3では低い値を示し

表4 厚着の画像情報量

モデル	ASM	CON	COR	ENT	D	MIU
No.140 1	0.640	17.94	0.853	1.570	2.029	246.55
No.140 2	0.696	16.16	0.842	1.330	2.022	246.81
No.140 3	0.668	17.05	0.847	1.450	2.025	246.42
No.150 1	0.679	14.25	0.857	1.394	2.030	246.82
No.150 2	0.681	16.90	0.837	1.383	2.028	246.83
No.150 3	0.608	23.74	0.833	1.685	2.028	246.46
No.160 1	0.659	17.98	0.844	1.478	2.028	246.71
No.160 2	0.665	21.13	0.816	1.452	2.032	246.76
No.160 3	0.623	19.98	0.845	1.618	2.031	246.6
平均	0.658	18.35	0.841	1.484	2.028	246.66

ている。裸体の状態と比べ、厚着の着用状態では全体的に数値が低くなった。CONでは、No.150 3やNo.160 2が高い数値を示し、No.150 1は低い数値を示している。CORでは、No.140 1で高い数値を示し、No.160 2で低い値を示した。DとMIUでは、全体的に差が見られない。白でコーディネートしたために、CONやCORなどが裸体の状態よりも低い数値が出た。

ASMでは、140cmの中型で最も高い値を示し、150cm肥満型で最も低い値の結果がでた。それぞれの身長において中型が高い均一性と一様性を示した。身長が低いほど、値が大きくなる傾向を示していることから身長が高いことよりも、低いほうが一様性が高くなることわかる。CONでは、150cmの肥満型が最も大きな局所変化を表し、150cmの痩せ型で最も低い値を示した。全体的にみると、身長が高くなるにつれて、局所変化の値が増加する傾向がみられることから、身長が高いと局所変化が大きくなることわかる。CORでは140cmの痩せ型で最も低いストライプ性をとる結果となった。体重が増すと、値が大きくなり、身長と体重がわずかながら比例してストライプ性が大きくなる傾向がみられる。ENTでは、150cmの肥満型で最も高い情報量を示した。体型が中型になると、数値が下がることから、平均的な体型には、それほど情報量は多くないことがわかり、体重が減少したり、特に増加により情報量が多くなること示された。Dでは、わずかではあるが、身長が高くなることでD値が大きくなる傾向がある。

これらの結果から厚着の着用状態では、裸体の状態と比較してASMの平均が低くなったことから、全体的に均一性や一様性が低くなる。Dでは裸体の場合には身長が増すとD値が低下する傾向がみられたが、厚着の場合

には、その逆を示す結果となった。

表5には図3の薄着着装モデルの画像情報量を示した。モデルにはトップにホルダートラックを、下位にミニスカートを着用させた。

表5 薄着着装の画像情報量

モデル	ASM	CON	COR	ENT	D	MIU
No.140 1	0.779	5.149	0.929	1.007	2.033	247.02
No.140 2	0.760	4.159	0.944	1.070	2.032	246.98
No.140 3	0.747	4.135	0.947	1.122	2.031	246.92
No.150 1	0.751	4.303	0.943	1.109	2.029	246.95
No.150 2	0.759	4.436	0.941	1.077	2.029	247.08
No.150 3	0.716	4.376	0.951	1.249	2.031	246.76
No.160 1	0.759	4.191	0.940	1.070	2.026	247.04
No.160 2	0.710	4.560	0.948	1.273	2.029	246.78
No.160 3	0.689	4.615	0.951	1.351	2.029	246.71
平均	0.741	4.436	0.943	1.148	2.030	246.92

ASMでは、No.140 1が全体の中では高い値を示し、No.160 3が低い値を示した。CONでは、No.140 1が全体のなかで高い値を示し、No.140 3が低い値を示した。No.140 3が全体で一番高い値数値を示し、CORでは、全体で一番高いNo.160 3と一番低い数値を示したNo.140 1との差が0.022しかないことから、あまり差が見られないことわかる。ENTでは、全体で一番低い値を示したのは、No.150 3であり、低い値を示したのは、No.140 1である。DやMIUではあまり差が見られなかった。

ASMでは、身長が低くなるにつれて、均一性や一様性は大きくなる傾向がみられる。また、体重の増加により均一性や一様性が低くなり、160cmの肥満型では、最も低いASM値を出している。いずれの身長でも、肥満型が最も不均一で一様でないとい推察される。CORでは、140cmの痩せ型で最も低い値を出し、その後、身長、体重の増加により、ストライプ性が大きくなる。わずかではあるが、いずれの身長においてもそれぞれ体重の増加

により、ストライプ性が大きくなる傾向を示した。CONでは、平均をとると、身長、体重による差はあまり見られない。150cmは、体重の増加によって、値が増す傾向にあるが、140cmと160cmでは、その傾向がみられない。ENTでは、いずれの身長においてもそれぞれ共に、身長や体重の増加に比例して、情報量が大きくなる傾向にある。最も情報量が少ないのは、身長が低く痩せ型の体型であることが見出された。Dでは、平均をとると、身長が高くなると複雑性は低くなり、シンプルに近づく傾向がある。140cmで、体重の増加により、D値が低下したが、150cmと160cmでは体重の増加がD値を増す結果となった。

裸体と比べると、CORは140cmの痩せ型が高い値を示したことが異なる。ENTでは、140cmの痩せ型、150cmの痩せ型が全体よりも低くなったことが異なる。Dでは、身長により値が大きくなる傾向は同じであるが、体重による値の変化は裸体の場合とは反対の傾向があることが見出された。

IV. 結論

3Dシミュレーションソフトにより作成した3次元人体形態の裸体モデルと着装モデルについて、2次元の画像に変換し、画像情報量を算出した結果、以下のような結論が得られた。

代表的裸体モデルの画像情報量からはASMやCONについては、太っている体型が

高い値を示し、ENTでは、やせている体型が高くなっている。このことから身長の長短よりも、体型の太細の方が影響を及ぼしていると考えられる。太っている体型は、均一性や一様性、局所変化の値が高く、やせている体型は、方向性、形態の情報量が高いことが明らかになった。

身長別裸体モデルの画像情報量からは、いずれの身長においても代表的裸体モデルの場合と同じように体型が太くなると、均一性や一様性は低下し、複雑性は低くなることからシンプルな体型であることがわかる。

厚着と薄着の形態の場合、身長が低くなるにつれて、均一性や一様性は大きくなる傾向がみられる。また、体重の増加により均一性や一様性が低くなり、いずれの身長でも、肥満型が最も不均一で一様でないことがわかる。厚着だけの場合には、いずれの身長でも中型の場合に均一性や一様性の値が高くなる傾向が見られる。

文献

- 1) 増田智恵, 八尾崇士, 村上かおり, 後藤大介: 織消誌, **47**, 212 (2006)
- 2) 森俊夫, 山田純子, 岩佐美代子: 家政誌, **49**, 655 (1998)
- 3) T. Mori and Y. Endou: J. Text. Inst. **90** 100 (1999)
- 4) 中山寛, 曽根光男, 高木幹雄: 情報学論, **30**, 91 (1989)