

「平成11年度 経済産業省 高齢者特性計測機器開発委託 成果報告書」

高齢者特性の類型化手法の開発報告書

平成13年3月

社団法人 人間生活工学研究センター

はじめに

社会の高齢化に伴い、高齢者対応のモノづくりが強く求められるようになってきた。高齢者にも使いやすく安全で快適な製品がこれまで以上に待ち望まれている。こうした高齢者を含む人間中心設計の必要性の高まりに対応するためには、寸法・形態、運動機能、感覚機能、認知機能など、設計に応用可能な人間特性データの収集が必要不可欠である。すでに経済産業省や（社）人間生活工学研究センターをはじめ、様々な機関でこうした人間特性の計測やその手法の開発が行なわれている。

しかし、こうした人間特性の計測手法やデータが個別に存在するだけでは、それらを製品設計に効率的に、かつ直接応用することが多くの場合困難である。すなわち、こうした人間特性の計測は個別の製品に特化して行なわれたものではなく、ある一般化した設定環境と限られた被験者によって実施されたものだからである。また、設計に応用するためには様々なデータを複合し、あるいは使用場面に合わせて個々のデータを翻訳するなど、データを使えるかたちに変換しなければならないからである。そのため、こうしたデータをより効率的に利用可能なものにするためのデータ整備も併せて行なわなければならない。

本事業では、その一環として高齢者特性をいくつかの角度から類型化する手法の開発を試みた。すなわち、高齢者を考慮した製品設計を行なうため、ユーザとしての高齢者の諸特性をより効率的、統合的に把握するための類型化の技術である。そのため、様々な人間特性データをもとに身体形状データ等の非数値データを数値化する手法、高齢者に特徴的な特性を抽出する手法、異なる特性間の関連性から高齢者の特徴を記述する手法などの開発を行ない、それに基づき高齢者特性を製品設計に応用可能なかたちに類型化することを目指した。さらに、これらを含む高齢者データへのアクセスや複合を容易に遂行できるようにするためのデータベースの再構築も行なっている。

本研究成果の一部を学会でも発表しているが、まだ完全なものになったわけではなく、最初のステップが完了したところである。今回の高齢者特性の類型化への試みを通して、人間中心設計における人間特性データの応用を、より容易に、より効率的に行なうためにはどうしたらよいか、その方向や可能性、あるいはその方策が見えてきたといえる。これら一連の研究成果を踏まえ、次のステップとなる今後のさらなるデータ整備に期待したい。

平成 13 年 3 月

「高齢者特性の類型化手法の開発」に係わる技術委員会
委員長 岡田 明

高齢者特性の類型化手法の開発報告書

目 次

はじめに

高齢者特性の類型化手法開発の必要性 1

開発研究の概要 4

1 部 高齢者特性データの数値化・類型化手法開発

第 1 章 FFDによる3次元形状データからの特性抽出と方法論の開発 9

1.1	開発の目的	9
1.2	椅子等における背面シートバックの要求分析	9
1.3	背面形状モデリング法の検討	11
1.4	HQLデータに基づく背面形状モデル作成	13
1.5	FFD法による形状データ分布図の計算	24
1.6	FFD法による形状データ分布軸の解釈	38
1.7	高齢者特性の分布	54

第 2 章 高齢者の体幹形状データからの特性抽出と方法論の開発 57

2.1	開発の目的	57
2.2	方法と分析 1 高齢者のシルエットの特徴抽出と類型化	57
2.3	まとめ	75

第 2 部 高齢者に適合した製品設計における留意すべき特性項目の抽出・類型化手法開発

第 3 章 高齢者に適合した製品設計における留意すべき特性項目の抽出・類型化 79

3.1	研究の目的	79
3.2	方法	80
3.3	分析 1 : 身体寸法・柔軟性と可達域との関係	87
3.4	日常生活動作による類型化の試み	101
3.5	まとめ	114

第3部 高齢者特性データベースの構築

第4章 高齢者特性データベースの構築	121
4.1 データベース構築の目的	121
4.2 高齢者特性データの概要とデータ定義	121
4.3 高齢者特性の類型項目の体系化	131
4.4 データベースのフレームと構築	134
4.5 製品設計のためのデータベース検索	139

付録

A 海外調査報告書（国際会議）	149
B 海外調査報告書（人体形状データ）	154
C 国際会議発表の翻訳	196

高齢者特性の類型化手法開発の必要性

(1) 高齢者特性の類型化手法開発の背景

①企業を取り巻く環境の変化とIT技術

わが国の消費マーケットにおいては、顧客の個性化・多様化の進展とともに、顧客ニーズの変化が早まり、製品のライフサイクルが短くなっている。このため、供給側の企業では、IT技術を活用したコスト削減、取引先ネットワークの拡大などが不可欠となっている。しかしながら、企業を取り巻く環境の変化は、市場構造の変化のみにとどまらず、バブルの崩壊による景気の低迷や従来の企業経営を支えていた土地、株の含み資産の下落により、新たなリストラクチャリングを余儀なくしている。例えば、流通業では、競争環境が厳しくなり、規制緩和の進行などの外的変化を受けて、収益性向上・コスト低減への取り組みや、流通のフラット化、合併等、再編などの構造変革が進んでいる。

マーケットの主体が供給側から顧客へと移行し、経済が成熟している中では、顧客の満足を得る努力が必要とされているが、製品の流通に対するIT技術の活用のみでは、十分とはいはず、製品開発においてもIT技術の活用が望まれている。

近年、飽食の時代からの脱却のために、製品設計の分野では、独創的な製品の開発手法としてTRIZ (Theory of Inventive Problem) やUSIT(Unified Structured Inventive Thinking)等が議論されているが、IT技術による技術革新が企業の生死を分け、設計思想の変革の時代に突入したといえる。このような設計手法においては、企業の戦略や経済性評価のもとで、製品コンセプトの明確化、製品の役割の明確化が不可欠となっている。そこでは、従来のマス製品からパーソナル製品への転換に伴う設計思想の変化とIT技術の活用が必要とされている。

このような企業の戦略と顧客特性を必要とする製品は、至る所でみられる。例えば、靴、洋服等の動作変形の少ない顧客の身体部位に直接装着する製品では、身体の寸法や形状データを設計に活かす技術が不在であるため、タイプやサイズの異なる適合製品を用意しなければならない。もし、設計技術が開発されるならば、企業は顧客層を絞り込むことができ、できるだけ少ないタイプやサイズの商品を迅速かつ効率的につくることにより、他社との競争が可能になる。

現下の企業経営の状況を反映すると、製品開発への投資も容易ではないが、競争環境を打破するには、設計思想の変化とIT技術の活用が製品開発に不可欠となっている。

②人口構造の変化と高齢者の潜在的マーケット

「日本の将来推計人口」(平成9年1月推計、中位推計)(厚生省)では、わが国の65歳以上の高齢者人口は、平成12年(2000年)で2,000万人、総人口に占める割合(高齢化率)は17%を越えていると報告されている。また、今後の65歳以上の高齢者人口及び

高齢化率は、平均寿命の伸長や低い出生率を反映して今後も上昇を続け、平成 27 年（2015 年）には、国民の約 4 人に 1 人が 65 歳以上の高齢者という本格的な高齢社会が到来するものと見込まれている。

しかしながら、国民生活基礎調査(平成 10 年)では、高齢者世帯における生活意識は全世帯にくらべて若干ゆとりが生まれ、高齢社会にも明るい材料となる。高齢者層の増大と潜在購買力の保有は、高齢者を一つのマーケットとしてみることができる。

しかし、婦人服を例にとると、対象が 30 歳台、キャリアーなのか、あるいは T P O などを考慮した明確な製品コンセプトの製品は市場に溢れている。ところが、高齢化に伴つて、運動機能だけでなく、形態などの特性の変化に適合した高齢者向けの製品は殆ど皆無というのが現状である。高齢社会への移行が急速であり、この変化に製品設計が追随できていない状況である。企業を取り巻く製品開発の環境は厳しいが、購買力が予想される高齢者のマーケットを開拓するには、製品設計の方法論の開発や高齢者データの活用など、知的基盤の早急な整備が必要とされる。

（2）適合製品設計の環境

①設計手法の環境

製品の設計ツールに関しては、CAD の例をあげるまでもなく、コンピュータソフトとして市場から調達できるものもあれば、企業内でのみ利用できるものなど、データを所与することにより、部分的な利用が可能な状況になっている。しかし、人体部位に直接装着する製品設計ともなると、部分的な IT ツールが散在しているが、ツールを利用する手法が確立していない状況である。近年、航空機の操縦席やジーンズなど直接装着する製品設計に IT 技術を利用する必要が生じ、一部の企業では方法論の開発に着手はじめている。

米国自動車技術会 (Society of Automotive Engineers) 主催の設計と工学のためのディジタルヒューマンモデリング国際会議 (Digital Human Modeling for Design and Engineering Conference) でも、コンピュータシミュレーション技術の進展に伴い、様々な身体機能（寸法から認知、情動まで）を数学モデル化する最新の研究動向が報告されている。例えば、寸法・形態に関するモデリングでは、寸法の多次元解析法があり、形態の類型化では、3 次元形状スキャナを用いて計測された形状データのモデリングと類型化に関する類似度評価方法の研究が報告されるなど、IT 技術を利用した研究が活発になっていていることを窺わせる。動作変形の少ない人体の身体部位に直接装着する製品設計に関する手法に関して、最近、生命工学技術研究所が形状データを設計に活かす方法を開発しつつあり、国際的にも高い水準にあることが確認されている。

このような技術は、何よりも科学的であることに特徴があり、企業の自助努力によって利活用できる。また、利用者によってアルゴリズムや方法が改良される余地があり、知的インフラの整備が経済の活性化のために必要な状況である。

②データ環境

人体に関する製品設計の手法と同様に、人間特性データ（形態・寸法、動作・動態、身体機能等）も設計に必要である。例えば、高齢者の加齢の特徴を把握するために、企業が人体計測を行うと、費用と時間がかかり、結果的に商品コストに反映されて、競争力を失うことにつながる。

現在、人間特性データを所有している機関は少ないが、その中で、（社）人間生活工学研究センターが中心的な存在である。しかし、企業が製品設計において、必要とする情報を入手するまでに多くの工程を経るという欠点がある。この理由は、（社）人間生活工学研究センターが収集するデータが事業ごとに整理されているものの、データベースの体系項目の整理が十分とはいえないため、検索が容易でないことに由来する。また新たな項目が必要とされ、項目の体系も一定できない難しさがある。さらに、企業が必要とする個人データに関する公開の問題もある。

少なくとも人間的で違った製品の開発に関するアイデアを商品設計に結び付けるには、利用者の一次情報として迅速なデータ提供ができるデータベースが必要とされている。

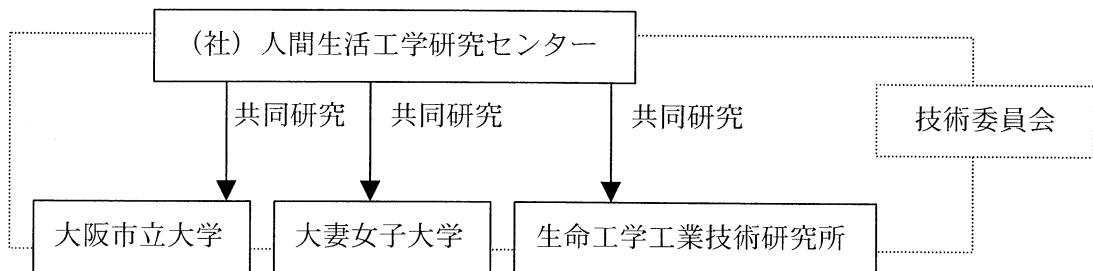
開発研究の概要

(1) 開発研究の目標

高齢者を含む人間特性データ（形態・寸法、動作・動態、身体機能等）を基に形状データ等の非数値データを数値化する手法、高齢者に特徴的な特性を抽出する手法を開発するとともに、手法の具体的適用によって得られた高齢者に特徴的な特性（キーワード）を基礎とした高齢者特性データ検索・類型化手法を開発し、インターネットアクセス可能なシステムとして構築することを目標とする。

(2) 実施体制

本開発研究を実施するにあたり、大学、国研との共同研究と、大学、国研および産業界の有識者からなる「技術委員会」を組織し、委員会の場において開発研究を進めた。



(3) 開発研究の内容

開発研究の目標にしたがって、高齢者特性の類型化手法を確立するため、以下の開発研究を実施した。

① 高齢者特性データの数値化・類型化手法開発

生命工学工業技術研究所（以下「生命研」）で応用開発されたFFD（Free Form Deformation）法に基づく形態間距離（形態間相互の類似性評価指標）を使った形状の数値化手法および形状の個人差・分布のモデル化手法を開発し、これを用いることで高齢者の身体形状の類型化を可能とすることができる。（生命研との共同研究）

併せて、高齢者の形状データより体幹を中心とした数値化・類型化を行い、高齢者特有の体型特徴を抽出、加齢による変化を追う研究を行い、上記手法による類型化の検証を行う。（大妻女子大学との共同研究）

② 高齢者に適合した製品設計における留意すべき特性項目の抽出・類型化手法開発

数値化された特性データを用いた年齢・性別等の属性による解析および文献・現状調査等の結果を用い、製品設計における加齢に伴う留意すべき特性項目の抽出を行う。抽出された特性項目を中心とし、具体的な製品設計・開発に応用できる類型化手法を

開発する。(大阪市立大学との共同研究)

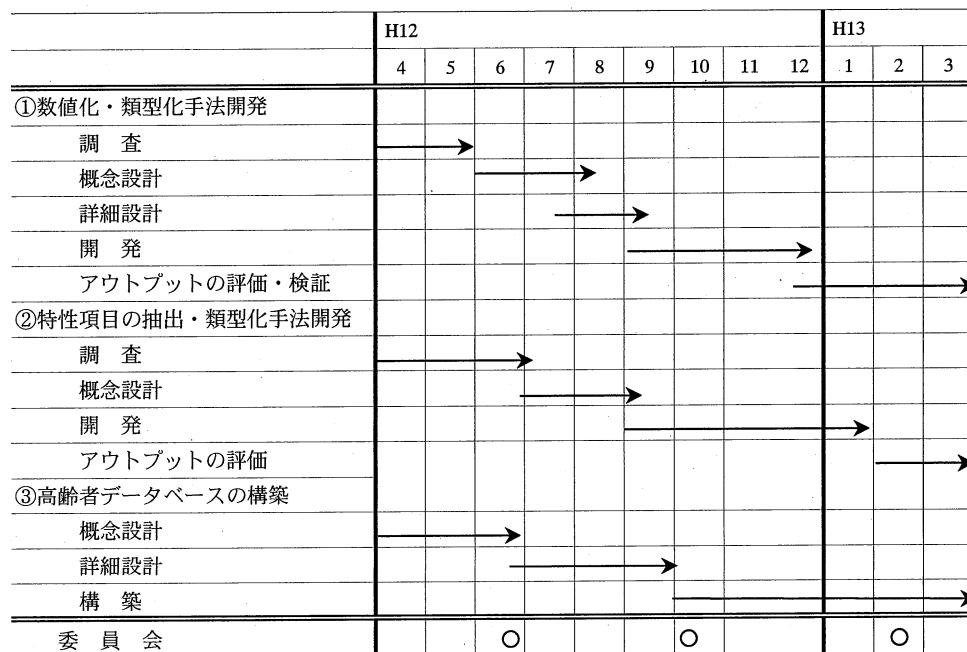
③高齢者特性データベースの構築

HQL が現在保有している高齢者を含む人間特性データ（形態・寸法、動作・動態、身体機能等）を基に「高齢者特性データベース」を構築する。なお、データベースに格納するデータ収集のための計測は当事業では実施しない。また、当事業で開発された技術を用い、高齢者特性データを類型化処理するソフトをデータベースに組み込む。

(4) 技術委員会委員メンバー

委員長	岡田 明	大阪市立大学生活科学部生活環境学科 助教授
委 員	松山 容子	大妻女子大学 家政学部 教授
	河内まき子	通商産業省工業技術院生命工学工業技術研究所 室長
	持丸 正明	通商産業省工業技術院生命工学工業技術研究所 主任研究官
	瀬口 欣信	松下電器産業（株）総合デザインセンター研究開発部 主席意匠技師
	植竹 篤志	積水化学工業（株）筑波研究所ライフサポート開発グループ副主任技術員
	長尾 彦哉	凸版印刷（株）パッケージ事業本部 関西包装研究所 所長
	岩淵 浩	（株）イトーキクリエイティブ 中央研究所

(5) 実施日程



従事者

吉岡 松太郎	(社) 人間生活工学研究センター	研究開発部	部長
尾崎 都司正	(社) 人間生活工学研究センター	研究開発部	システム開発マネージャー
大矢 高司	(社) 人間生活工学研究センター	研究開発部	システム担当課長
土田 一雄	(社) 人間生活工学研究センター	研究開発部	課長
津熊 貴子	(社) 人間生活工学研究センター	研究開発部	研究員
畠中 順子	(社) 人間生活工学研究センター	研究開発部	研究員
大嶋 園子	(社) 人間生活工学研究センター	研究開発部	研究員

第1部 高齢者特性データの数値化・類型化手法開発

生命工学工業技術研究所（以下「生命研」）で応用開発されたFFD（Free Form Deformation）法に基づく形態間距離（形態間相互の類似性評価指標）を使った形状の数値化手法および形状の個人差・分布のモデル化手法を開発し、これを用いることで高齢者の身体形状の類型化を可能とすることができます。

併せて、高齢者の形状データより体幹を中心とした数値化・類型化を行い、高齢者特有の体型特徴を抽出、加齢による変化を追う研究を行い、上記手法による類型化の検証を行う。

1章 FFDによる3次元形状データからの特性抽出と方法論の開発

1.1 開発の目的

人体形状データの知的基盤整備において、収集したデータを製品設計に活用するための技術開発が必要となっている。特に、量産品の形態適合性を向上させるには、収集した3次元形状データの多次元的な分布パターンを分析し、その分布を類型化して、群ごとの代表形態に適合する製品を設計するようなアプローチが有効である。本研究では、このために必要となる3次元形状データの分析技術、特に、形状データの類型化技術を確立することを目的とする。

1.2 椅子等における背面シートバックの要求分析

例えば、椅子と日本人との係りは、第2次世界大戦後に到来した生活様の大変革であるといわれ、今日では、用のための機能としての形と、遊びのための形とのあいだの区別が判断できないまま、生活のなかへ浸透している。また、今日の車社会においては、安全性と同時に運転のしやすさなどの機能をもつ背面シートが望まれている。

1.2.1 基本的な設計次元

椅子等における背面シートバックの設計条件の第一は、使用する目的と腰掛けの高さを合理的に設定できるかにかかっている。使用目的と高さが決まると、次には腰を掛けての作業がしやすいように、まわりの環境状況を整えるなどの設計工程に移ることができる。椅子の場合には、セットになる机の高さであり、車では、ハンドルやレバーとなり、座面の高さは、人体の生理や作業の能率に大きく影響するので、高低の決定には細心の注意が必要となる。

低い座面に腰掛けると、体全体は安定し手先には力が入るが、背中は丸くなりやすくなる。座面が低くなりすぎると立位への移行が容易でなくなり、作業範囲はかなり狭くなり、このような姿勢での長時間作業は、体にかなりの負担がかかる。

下腿の長さ、身長の1/4ぐらいの高さの座面に腰掛けると、上体はかなり楽になるが、姿勢を正すためには、やはり背面の筋を若干緊張させないと、背中は丸くなりがちになる。この緊張を取り除くためには、前面に適当な高さの台を設け、それに体をもたせかけるようにするか、寄り掛かることのできる背もたれを用意する。これにともなって、作業範囲

は低い座面のときは広がり、活発な動きも可能となる。

座面がさらに高くなり、尻をもたせ乗せるというような腰掛けになると、上体の姿勢はかなりよくなるが、下肢の負担は増加する。作業性は一段と向上し、歩行動作への移行が容易となる。これらは、高さと人体、作業性などについては、どのような高さの腰掛けを用いても、背もたれのない腰掛けでは、体のどこかに無理が生ずるので、長時間の使用はあまり好ましくなく、長時間の使用を余儀なくされる場合は、体を安定させる補助具を用意するか、休憩をあいだに入れるなど、適当な方策をとり入れるようである。

しかしながら、人体の形状に合わせた椅子の設計となると、基本的には、寸法が基準となっているのを、東京商船大学の黒川助教授のホームページから伺うことができる。

A : 座面から頭頂部までの垂直距離

B : 座面から目までの垂直距離

C : 座面から肩胛骨下部までの垂直距離

D : 座面から肘下部までの垂直距離

E : 大腿部厚み

F : 膝の後部から足裏面までの垂直距離

G : 履き物厚さ

H : 肘後面より拳骨部前面までの水平距離

I : S R P より膝の後部までの水平距離

J : 背面から膝前面までの水平距離

K : 肩幅 (肘を体側につけたときの両腕外側の水平距離)

L : 臀部幅 (足を閉じ座ったときの臀部最大幅)

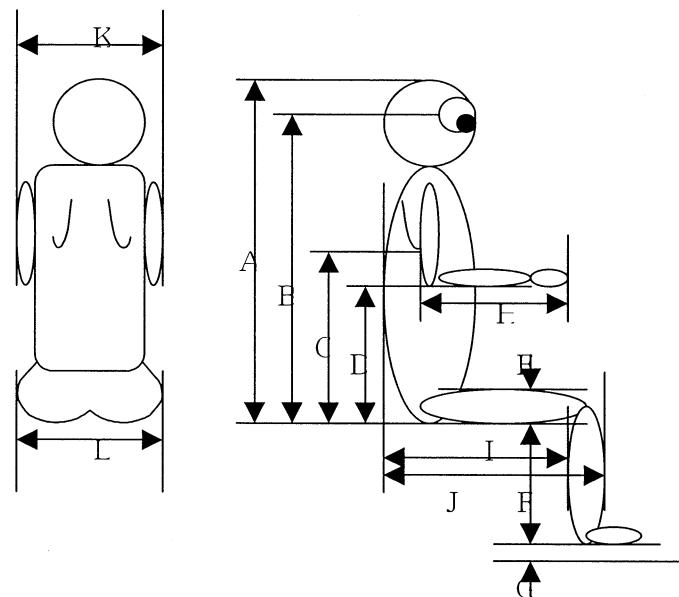


図 1-2-1 寸法基準の椅子の設計次元（黒川助教授ホームページ）

代表的な椅子のメーカーでも、概ね設計次元は寸法が基本となっていて、身体の形状に合わせた設計思想はほとんど椅子に関して見られない。これは、前で述べたように高齢者を対象にした適合製品設計が行われていないことを示しているといえる。

1.2.2 形状を考慮した新たな設計次元

通常の椅子の設計で重視されるのは、背もたれとなる腰椎部であり、それより上部の個人形状については、ほとんど重視されていない。しかしながら、自動車シートや航空機の

座席、新幹線の座席などには、のり心地とリラックスが重視されている。このように人間工学的な面からのアプローチが必要とされるが、形状の因子を把握する方法論が開発されていないため、人間の特性の類型化が寸法形状の域を出ていない。従って、形状の特性化とそれを設計に適用できる方法論の確立が必要とされている。

1.3 背面形状モデリング法の検討

1.3.1 モデル化の前提条件

FFD 法 (Free Form Deformation Method) は、変形対象空間に制御点を設定し、その制御点を操作することによって対象空間内にある形態を滑らかにする手法であり、形態の異なる A, B 2つの個体があるとすると、個体を特徴づける形態データ点数と制御点数との関係を次のように設定する。

$$\text{制御点数} \geq \text{形態データ点数}$$

格子点（制御点）数が多いのは、A が B に変形させさせるための情報が必要であるものと考えられる。生命工学工業技術研究所（以下、生命研）では、変形の歪を可能とする制御点数に関し、足の場合の制御点数 $N = (9,5,5) = 225$ であり、人台制作の制御点数 $N = (7,6,10) = 420$ としている。この生命研のノウハウを背面に適用すると、背面形状の場合には、 $N = (5,3,7) = 105$ 程度で十分であり、形態データの総点数は $105/1.3 \approx 80$ で良いことになる。

格子点（制御点）を移動させながら、2つの物体を変形させ合わせるには、次のような評価量 E を最小とする格子点移動ベクトルを求めることが必要となる。

$$\begin{aligned} E = & \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \left[\left[(C_{i,j,k} - C_{i-1,j,k}) - (D_{i,j,k} - D_{i-1,j,k}) \right]^2 + \left[(C_{i,j,k} - C_{i+1,j,k}) - (D_{i,j,k} - D_{i+1,j,k}) \right]^2 \right. \\ & + \left[(C_{i,j,k} - C_{i,j-1,k}) - (D_{i,j,k} - D_{i,j-1,k}) \right]^2 + \left[(C_{i,j,k} - C_{i,j+1,k}) - (D_{i,j,k} - D_{i,j+1,k}) \right]^2 \\ & + \left[(C_{i,j,k} - C_{i,j,k-1}) - (D_{i,j,k} - D_{i,j,k-1}) \right]^2 + \left[(C_{i,j,k} - C_{i,j,k+1}) - (D_{i,j,k} - D_{i,j,k+1}) \right]^2 \\ & \left. + w \sum_{n=1}^N (P_{on} - P_{in})^2 \right] \end{aligned} \quad (1.1)$$

ここで、 i, j, k はそれぞれ X, Y, Z 軸方向の格子点数、 $C_{i,j,k}$ は移動後の制御点座標、 $D_{i,j,k}$ は初期位置である。

注: 人体計測データでは、立位の状況において鉛直方向が Y 軸、水平方向が X 軸の独特な座標系を採用しているようである。この節では、数学的な右手直交座標系を採用して、鉛直方向を Z

軸としている。しかしながら、ソフトウェアでは数学的な座標系を採用していないため、鉛直方向が Y 軸のままになっている。本章でも、ソフトウェアの表示の関係があり、慣用的な座標系に従っているが、数学的には、鉛直方向を Z 軸であることに留意する必要がある。

1.3.2 形態データ点数とその獲得方法

この形態データを得るには、個体（body）間の対応づけが必要である。つまり、A と B との 2 つの個体の対応づけには、特徴点が利用できる。しかし、人間生活工学研究センター（以下、HQL）の背面形状データでは特徴点が頸椎点、右肩峰点、左肩峰点、肩甲骨右下角、肩甲骨左下角および臀部突起の 6 点しか存在しない。背面形状データでは無数のデータポイント（点群データ）がある。この点群データをあたかも仮想的な特徴点として個体間の対応づけを考えるには、何らかの合理的なモデル化が必要である。すなわち、FFD を適用するには、対応づけに対する科学的な知識と経験が要求される。

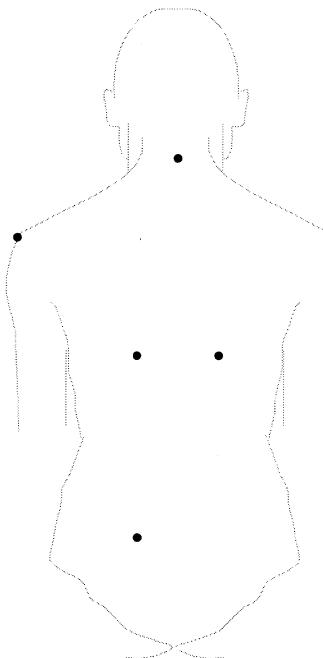


図 1-3-1 背面の特徴点

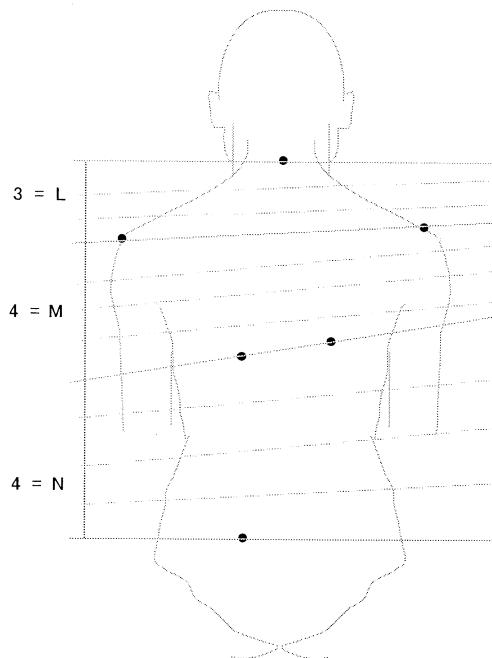


図 1-3-2 モデル化案

FFD を開発した生命研では、モデル化に対して基本的に次のような考えを持っている。

- (1) 解剖学的な点は網羅する。
- (2) FFD の用途、例えば背面では椅子への適用を考えた場合のアプリケーション上の点も考慮する。
- (3) 凹凸がある曲率の激しい個所では、密な仮想的特徴点も考慮する。
- (4) このようなモデル化による作業の効率性も考慮する。
- (5) トポロジー的な特性が変化しないようにモデル化する。

本開発もこのような考えに従って個体間の対応付けを行うこととする。

最も簡単なモデル化は、人体を水平面で切断した断面形状を一定のルールで分割することにより、仮想的な特徴点を得る方法がある。平成 11 年度専修学校職業教員高度化開発委託研究で採用されたように、この面と正中線あるいは基準線との交点を中心として角度で放射上に分割し、背面断面で得られた曲線との交点を新たに仮想的な特徴点としている。しかし、背面形状では、不要な部分を切断したりするため、線分分割による仮想的な特徴点を設定する方が作業効率性がよい。

そこで、人体の点群データをある平面で切った切り口の曲線を何等分か分割して、仮想的な特徴点を作ることができれば、後は断面形状をどのように得るかとい問題に帰着できる。

ところで、三次元のポリゴンメッシュから、直接、平面で切断した曲線は折れ線になる。これは、人体形状をデジタルに変換する際に、不連続な点となつたためであり、これによつてポリゴンを張つた場合に必然的に生じる現象である。すなわち、人体が滑らかな面で構成されている限りは、直接的に三次元のポリゴンメッシュから得られた曲線にも滑らかさを持たせる必要がある。また、モデリングを変更する必要がある場合には、再度、曲線のスムーズ化を行う必要がある。このような操作の重複を避けるためには、最初から面を張ることが望ましい。

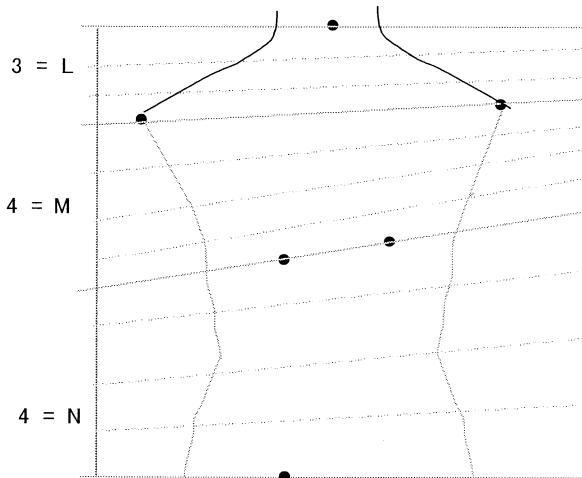


図 1-3-3 モデル化

たよう、

上下：頸椎点をとおる水平断面、腰高さをとおる水平断面の範囲

左右：肩峰点と腋窩点をとおり、前頭面に直交する平面で切断した範囲

前後： VOXELAN で計測された全範囲

とした。

そこで、FFD のための形状データ作成に関する最終的な背面形状データ範囲としては、図 1-3-3 に示し

1.4 HQL データに基づく背面形状モデル作成

1.4.1 FFD 入力データの生成

FFD 入力データの作成は、3 次元形状モデルの数値化に重要であるが、そのために作業負荷が大きくなるという問題がある。本開発においても試行的に約 30 体の高齢者の背面形状

データから前節でモデル化した案の具体化に当たっては労力の緩和が必要になる。

そのため、FFD 入力データの作成にソフト開発を行って負荷の軽減を図った。大きな手順は以下のとおりである。

- ・サンプルデータから輝度データ・高さデータ抽出
- ・3D モデルデータの生成
- ・3D モデル分割点データの生成
- ・フォーマット変換プログラムによる 3D モデル分割点データの FFD 入力データへのフォーマット変換

(1) サンプルデータから輝度データ・高さデータの入手

65 歳以上の男性の高齢者を HQL データベースからランダムに 30 体を抽出し、各人の背面上半身データから以下のデータを取得する。

- 1) 「IDT」フォルダから輝度データ (*.idt)
- 2) 「DDT」フォルダから高さデータ (*.ddt)
- 3) 特徴点座標（第七頸骨点、肩峰点、肩甲骨下角点、腰高さ）

(2) 3 次元モデルデータの生成

「第七頸骨～肩峰ライン」・「肩峰～肩甲骨ライン」・「肩甲骨～腰ライン」の各区間の分割数は、1.3 節に定義した数値である。ところが、VOXELAN データには特徴点データがマークされていないので、dxf のファイルとの座標系が異なる。このため、特徴点データを dxf のファイルに重畠する。これによって、切断平面もポリゴンメッシュに重畠できることになる。

1) HQL 人体計測データ表示座標と 「Rhinoceros Ver1.0」表示座標との換算係数

いま、頸椎点に関して、特徴点ファイル上の点 i の座標を (X_i, Y_i) 、3D-Rugle 上の点 i の座標を (x_i, y_i) とする。3D-Rugle 上の座標は縮小と移動を伴っているから、縮小係数を a 、平行移動量を x_0 、 y_0 とする。

$$X_i = ax_i + x_0$$

$$Y_i = -ay_i + y_0$$

ここで、 $a = 3.5$ として誤差の

平方和をとる。

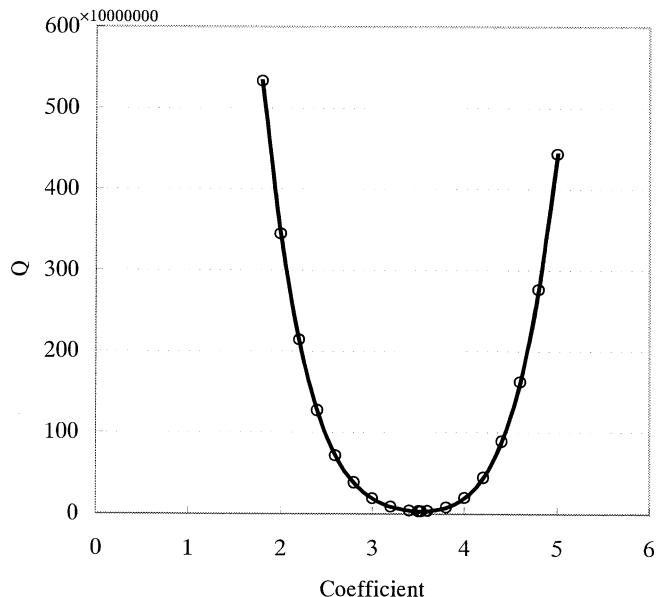


図 1-4-1 係数決定

$$f(x_0) = \sum_{i=1}^{27} (X_i - ax_i - x_0)^2 \quad g(y_0) = \sum_{i=1}^{27} (Y_i + ay_i - y_0)^2$$

(1.1)

誤差が最小となるためには、 x_0 、 y_0 で微分した誤差の平方和がゼロになればよい。

$\frac{d}{dx_0} f(x_0) = -2 \sum_{i=1}^{27} (X_i - ax_i - x_0)$ から、 $x_0 = \sum_{i=1}^{27} (X_i - ax_i) / 27$ 、 $y_0 = \sum_{i=1}^{27} (Y_i + ay_i) / 27$ がもとまる。そこで、目的関数を次のように設定する。

$$Q = f(x_0)g(y_0) \quad (1.2)$$

なお、目的関数を積にしたのは、全体の最小化を図るために、和の形だと全体の最小化に誤差を伴うからである。 Q を最小化させる a を Excel のゴールシークを利用して求める。その結果、以下の数値を得た。

表 1-4-1 表示座標系と計測データとの変換結果

	頸椎点x	x計算値	誤差(%)	頸椎点y	y計算値	誤差(%)
$a = 3.53168386707191$	132	130.68	0.9997	178	178.68	-0.3811
$x_0 = -392.45814$	126	125.74	0.2083	116	115.62	0.3266
$y_0 = 1866.60293$	130	135.59	-4.3036	136	133.36	1.9382
この係数によって、特徴点ファイルの座標を 3D-Rugle 上の座標に変換するには、						
	130	130.68	-0.5234	155	156.02	-0.6588
	129	130.68	-1.3027	139	138.28	0.5192
	136	135.59	0.2980	140	139.28	0.5155
	135	131.65	2.4801	180	181.65	-0.9165
	134	132.65	1.0061	160	157.99	1.2546
	133	133.62	-0.4686	127	128.42	-1.1190
$x_i = \frac{X_i - x_0}{a}$	128	127.71	0.2273	134	132.36	1.2209
	136	136.59	-0.4373	173	172.76	0.1364
$Y_i = -\frac{y_i - y_0}{a}$	135	133.62	1.0198	160	159.96	0.0225
として、3D-Rugle 上の z 座の符号を入れ替える。						
	123	122.79	0.1669	150	152.08	-1.3855
	131	131.65	-0.4976	174	172.76	0.7103
	139	139.54	-0.3867	160	160.94	-0.5847
	121	120.82	0.1460	158	158.96	-0.6101
これらの数値では、誤差が 2% であり、実用に耐えられると考えられる。						
	118	119.82	-1.5452	172	171.79	0.1206
	128	128.71	-0.5539	150	150.11	-0.0713
	126	124.77	0.9793	146	146.16	-0.1123
	132	130.68	0.9997	137	137.31	-0.2240
	125	124.77	0.1871	155	155.05	-0.0321
	123	122.79	0.1669	167	166.85	0.0900
	122	122.79	-0.6514	150	150.11	-0.0713
	135	133.62	1.0198	146	145.19	0.5530
	121	120.82	0.1460	148	148.14	-0.0915
	125	124.77	0.1871	152	151.11	0.5876
	121	120.82	0.1460	152	154.05	-1.3485

2)第七頸骨点を原点とした、「Rhinoceros Ver1.0」表示座標に変換する。

ポリゴンメッシュから直接に Nurbus 形式のサーフェイスにするには、HQL の形状データのポリゴンメッシュが密なため、新たなサーフェイスモデラーを使用しなければならない。一連の作業を同一のマシンで行うことを前提に、Rhinoceros を利用することにした。このため、肩峰点、肩甲骨下角点、腰高さを、「Rhinoceros Ver1.0」表示座標系の座標値に変換する。

3) モデルデータの読み込み

被験者モデルデータ(*.dxf)を読み込む。

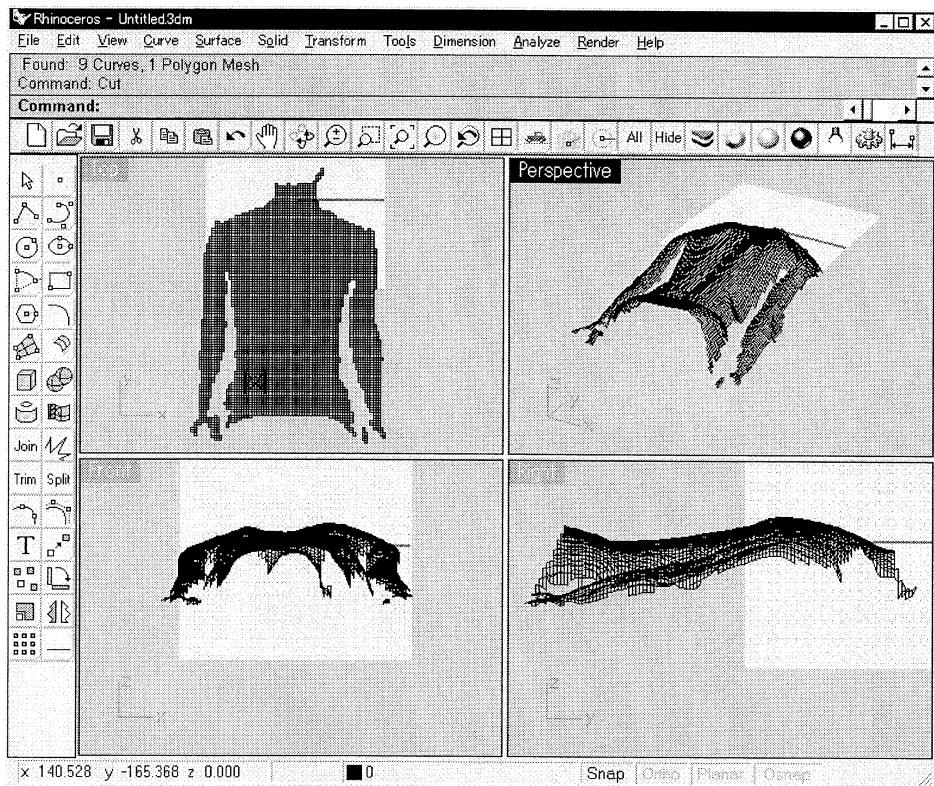


図 1-4-2 読み込みデータ

4) 分割ラインの決定

分割ラインは、背面モデルから少し離れた（Y 軸のマイナス方向）XZ 平面上に作成する。

- a. 「第七頸骨～肩峰ライン」間で、分割ライン数に応じてモデルを分割するラインを決定する。
- b. Top 表示画面上（XZ 平面上）で、左右の腋点座標を読み取る。
- c. 「肩峰～肩甲骨ライン」間で、分割ライン数に応じてモデルを分割するラインを決定する。

肩甲骨下角点を通るラインと、腋点座標との上下関係に注意しながら、分割ライ

ン数に応じてモデルを分割するラインを決定する。

- d. 「肩甲骨～腰ライン」間で、分割ライン数に応じてモデルを分割するラインを決定する。

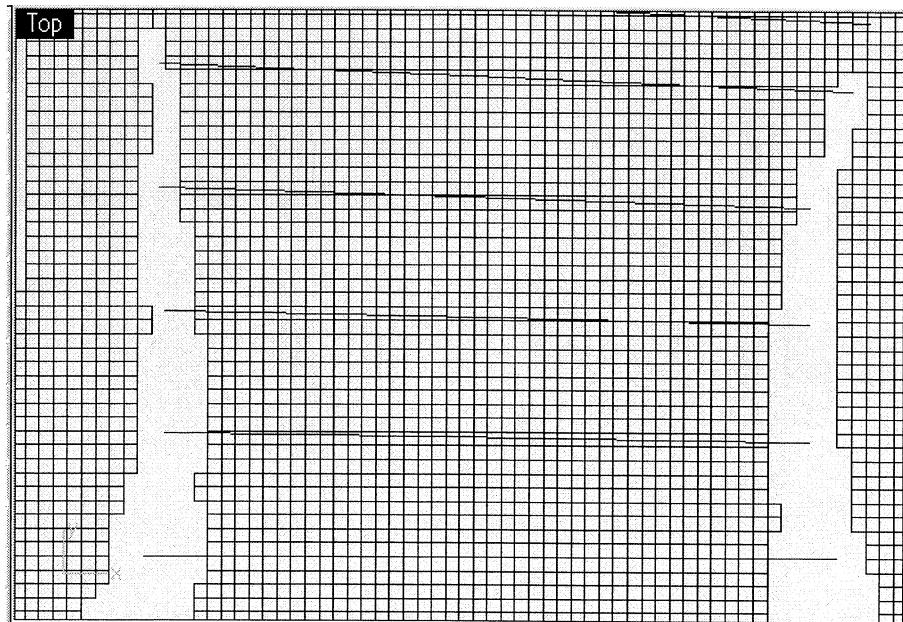


図 1-4-3 TOP 画面での拡大検討

注：腕の部分は肩峰点と腋点をとる平面で切断し、後は、腋点から下部は腕の部分が触れないようにして除去する。変則的であるが、原則は腕の部分は肩峰点と腋点をとる平面での切断である。

5) 割線の長さ調整

Top 画面上に設定された線分の長さをモデルの幅より、やや長めに切断する。このとき、次のことに留意した。

- ※ 線分が肩のマーカにかからないように調整する
- ※ 線分が腕にかからないように調整する
- ※ 腕と胴体が結合している個所では、線分が結合部分にかからないように調整する

(3)3 次元モデル分割点データの生成

- 1) モデルデータの読み込み
被験者モデルデータ(*.dxf)を読み込む。

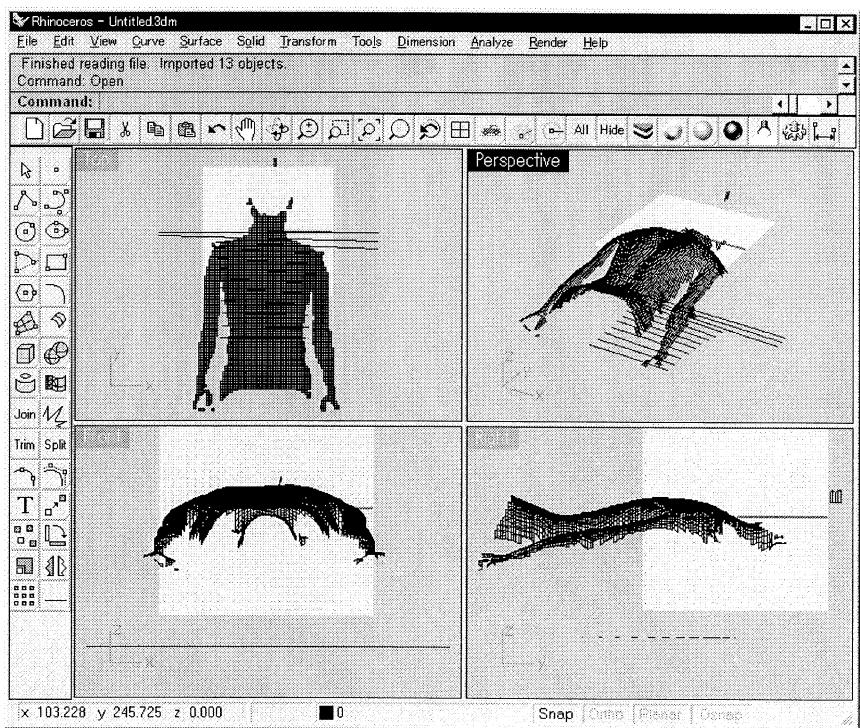


図 1-4-4 読み込みデータの表示例

2) Mesh 形式から NURBS 形式への変換

「MeshToNurb」にて変換を行う

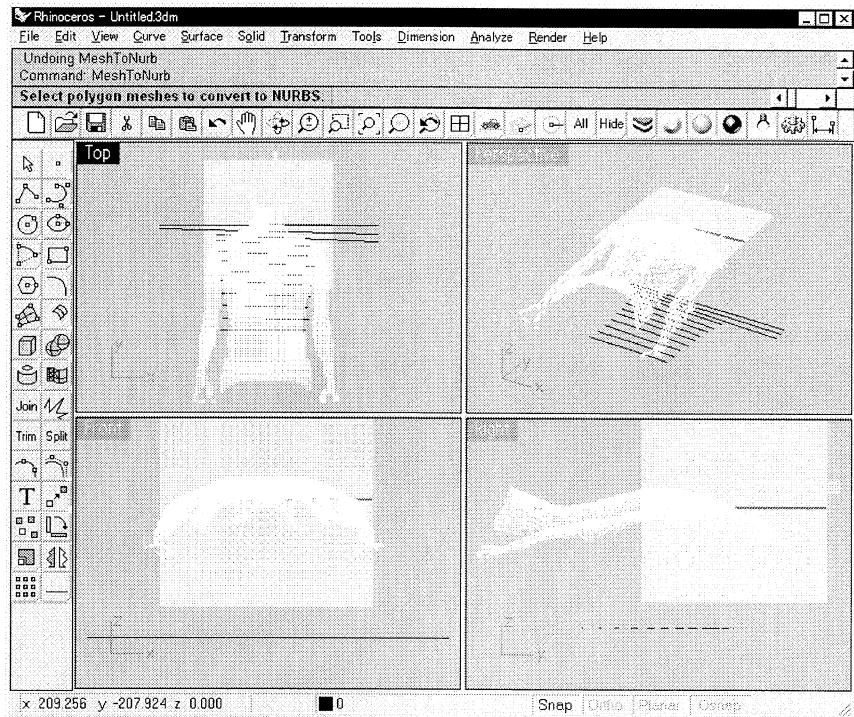


図 1-4-5 NURBS 形式の表示例

3) Mesh の削除

Nurbs 形式のみを残す。

4) 投影の実行

モデル前面の x y 平面上に作成した分割線をモデル上に投影する。

a. 分割線の 1 本を選択する。

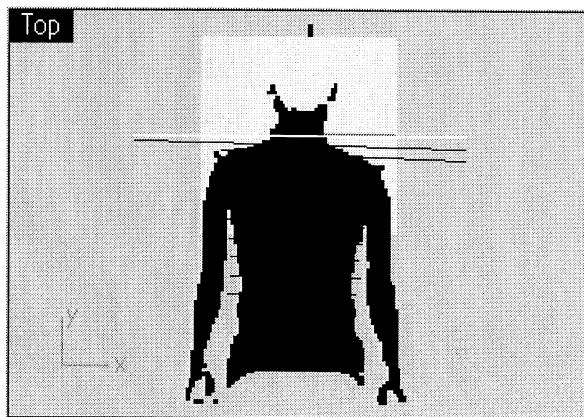


図 1-4-6 分割線の選択

b. 分割線が投影されるであろうモデル上の領域を選択する。

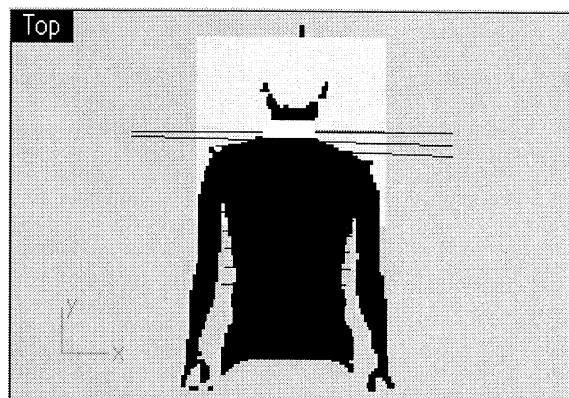


図 1-4-7 領域の選択

c. 投影線が表示する。

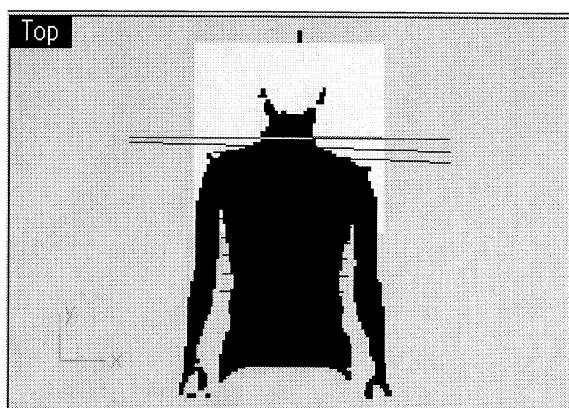


図 1-4-8 投影線の表示

d.全ての分割線に対して a～c の処理を繰り返す。

5) モデル・分割線の削除

モデルと全ての分割線を選択し、投影線以外のモデルを削除する。

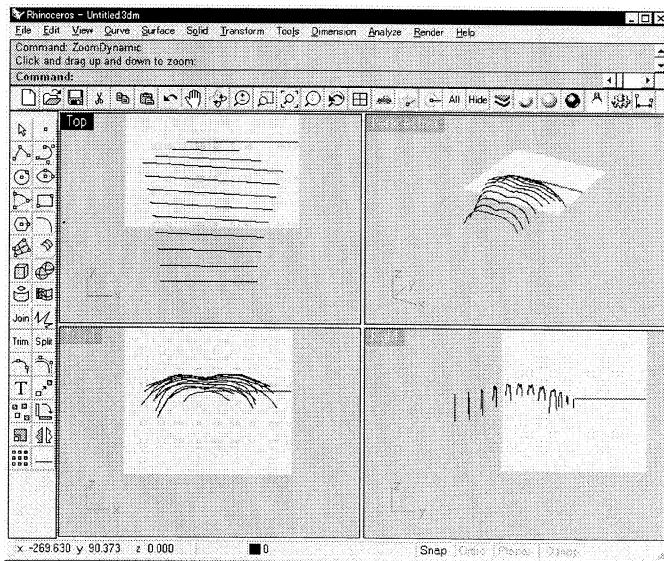


図 1-4-9 モデル・分割線の削除

6) 投影線の結合

モデル領域で多数に分割されていた投影線を一本にするため、全ての投影線を選択し、「Join」を実行。

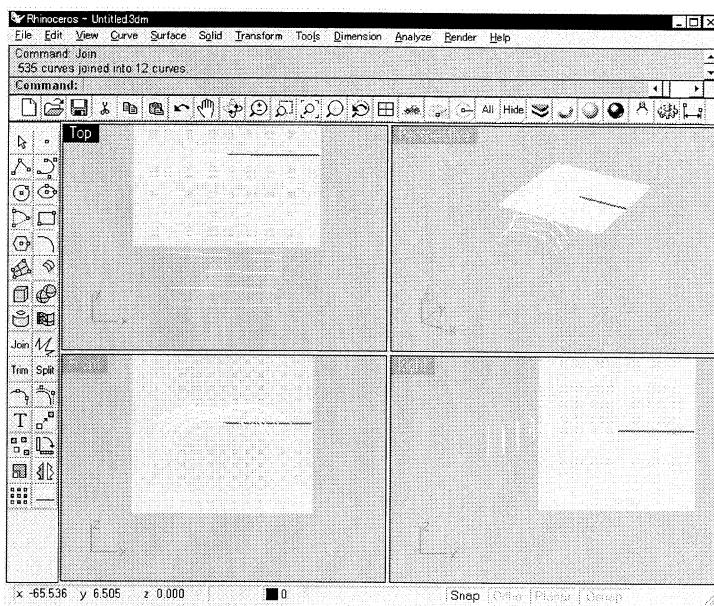


図 1-4-10 投影線の結合

注: 投影線の補修

投影線の本数と分割線の本数が一致しない場合は、「モデルに穴が空いている」等の理由が考えられる。その場合は、分断された複数の線分を結合して一本の投影線に補修し

た。

7) 投影線の分割

FFD モデルの分割点を決定する。

全ての投影線に対し、「Divide」を実行する。このとき、分割数を指定すると、投影線上に分割点が表示する。

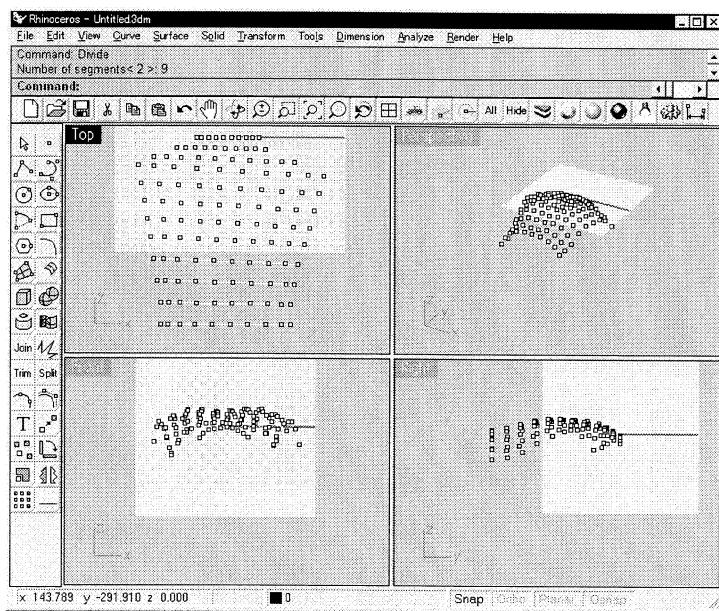


図 1-4-11 投影線の分割

8) 投影線の削除

投影線を削除し、最終的に分割点のみを残すため、全ての投影線を選択し、投影線を削除する。

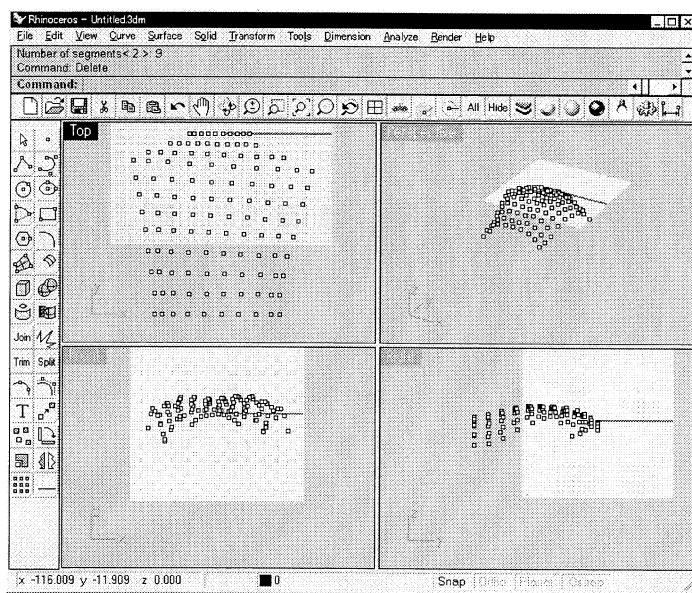


図 1-4-12 投影線の削除

9) 分割点の保存

分割点の座標を DXF 形式で保存する。

(4) FD 入力データへのフォーマット変換

- 1) 3D モデル分割点データを FFD 入力データへフォーマット変換する。入力フォルダを指定する。
 - 2) 出力フォルダを指定する
 - 3) 投影線の本数を指定する
 - 4) 投影線の分割数を指定する
 - 5) 変換実行
- 2)～5)のデータ入力後、変換処理を実行する。

このようにして、最終的な背面形状データ範囲としては、

上下：頸椎点をとおる水平断面、腰高さをとおる水平断面の範囲

左右：肩峰点と腋窩点をとおり、前頭面に直交する平面で切断した範囲

前後： VOXELANで計測された全範囲

の領域で、12の断面線で、断面の線分を10等した位置座標のデータが得られた。

1.4.2 標本数の統計的検定

理論的なサンプル数 n は、調査する 1 項目（最も重要な項目）のサンプリング誤差に基づき決定される。サンプル数 n の決定には、種々の方法があるが、母集団での比率（母比率）の推定区間における誤差にもとづくこととする。

母集団の大きさ N 、信頼度定数 k 、調査する項目の母集団での分散 σ^2 、母比率 P とすると、サンプリング誤差 F は次式で与えられる。

$$F = k \sqrt{\frac{N-n}{N-1} \frac{\sigma^2}{n}} \text{ ま}$$

たは、 $F = k \sqrt{\frac{N-n}{N-1} \frac{P(1-P)}{n}}$

(1.3)

これを n について解けば、

$$n = \frac{N}{\left(\frac{F}{k}\right)^2 \frac{N-1}{P(1-P)} + 1}$$

$$\text{または、 } n = \frac{N}{\left(\frac{F}{k}\right)^2 \frac{N-1}{P(1-P)} + 1}$$

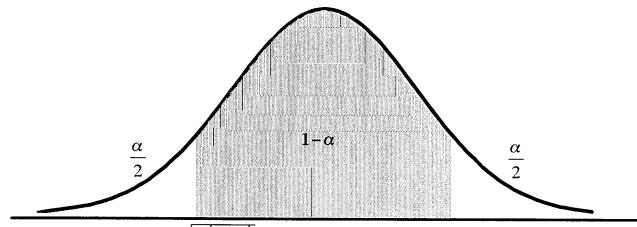


図 1-4-13 推定区間

(1.4)

からサンプル数が理論的に決定できる。ところが P や σ を与えることができないので、次のように変形する。 $N - n \approx N - 1$ 、信頼度 $1 - \alpha$ とすると下の図のような区間に母比率がはいる。

区間推定の誤差 E は、式 (1.3) から、 $F = k\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$ であるので、両辺を 2乗すると

$$F^2 = \frac{k^2}{n} P(1-P) = \frac{k^2}{n} \left\{ \frac{1}{4} - \left(\frac{1}{2} - P \right)^2 \right\} \leq \frac{k^2}{4n} \quad (1.5)$$

となり、母比率に影響しないでサンプル数 n を決定することができる。

$$n = \frac{1}{4} \left(\frac{k}{F} \right)^2$$

統計調査などでは信頼度 95% 以上とするが、本開発は厳密な統計解析を必要とするものではなく、高齢者の特性が得られる手法の確立にウエイトがあり、70% の信頼度にして、 $k = 1.0364$ 、また、特徴を際立たせるために 35 歳台の若者を混入したところから、サンプリング誤差も 10% を生じたとする。これらの数値を代入する。

$$n = \frac{1}{4} \left(\frac{1.0634}{0.1} \right)^2 = 28.3$$

従って、30 体のサンプルが必要になる。ところが、あらかじめ 40 体を抽出して、voxelan 画像が鮮明なサンプル 32 体を選んだことから、 $n \rightarrow 32$ となる信頼度を求めるとき、74.2% であり、信頼度が若干高まっている。

1.5 FFD 法による形状データ分布図の計算

1.5.1 形状データ

得られたデータを FFD にかけるためには、Movie.byu というデータフォーマットに変換する必要がある。分割点の座標をもとに、三角形のコネクションを作り、Movie.byu 形式に変換する (http://www.cica.indiana.edu/graphics/object_specs/BYU.format.txt)。なお、今回は、回転や軸移動などの修正は行わず、切り出した画像のままで処理を行った。この形状データを得るため、現在、生命研が開発中の Viewer ソフト (D'arcy β バージョン) を用いた。

注：ソフトウェアの名称が「D'arcy」から「Darcii-T」に変更された。いずれにしても FFD 法の格子変形理論は、20 世紀初頭の生物形態学者 D'Arcy Thompson のアイディアであり、このソフトウェアは、3 次元に拡張して数学的に具現化されたものである。

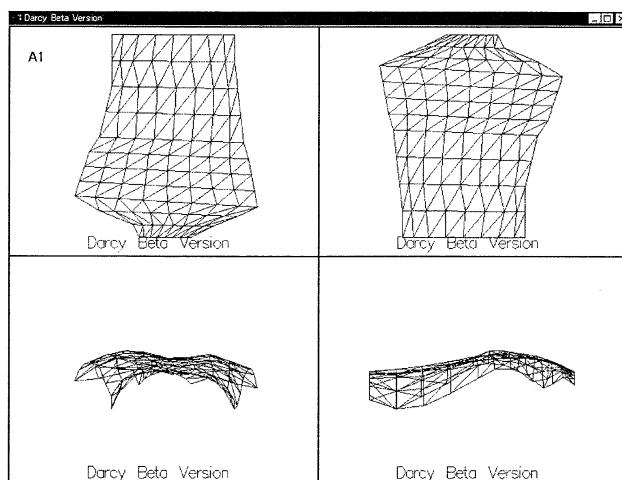


図 1-5-1 サンプル A1 の形状データ

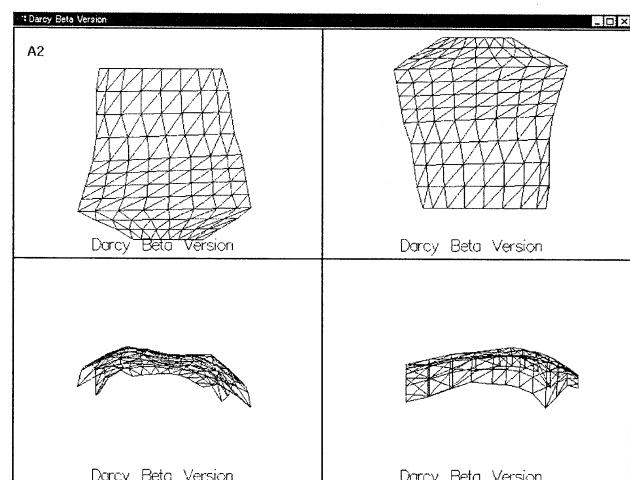


図 1-5-2 サンプル A2 の形状データ

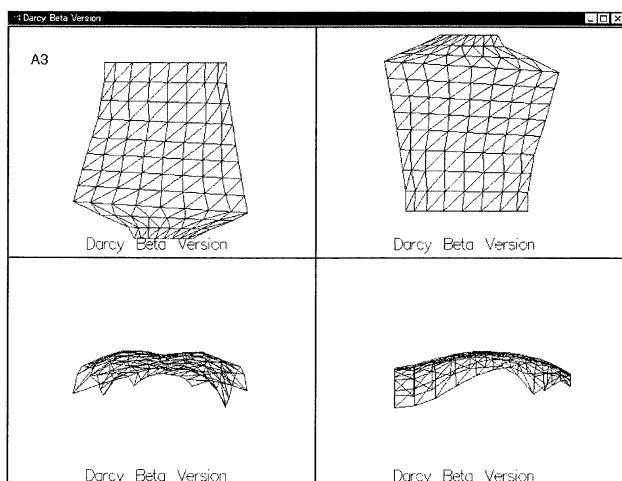


図 1-5-3 サンプル A3 の形状データ

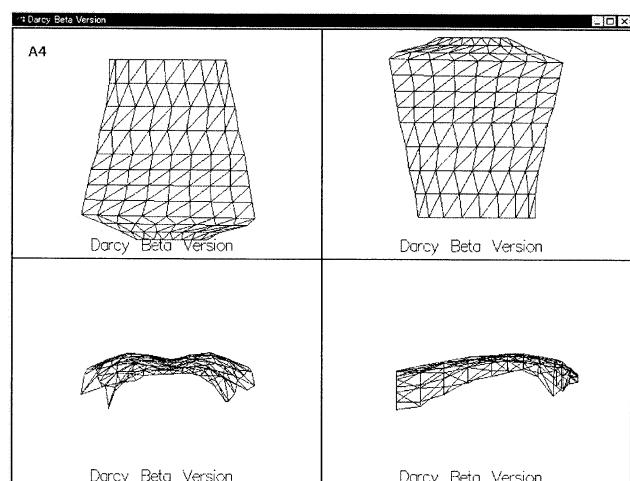


図 1-5-4 サンプル A4 の形状データ

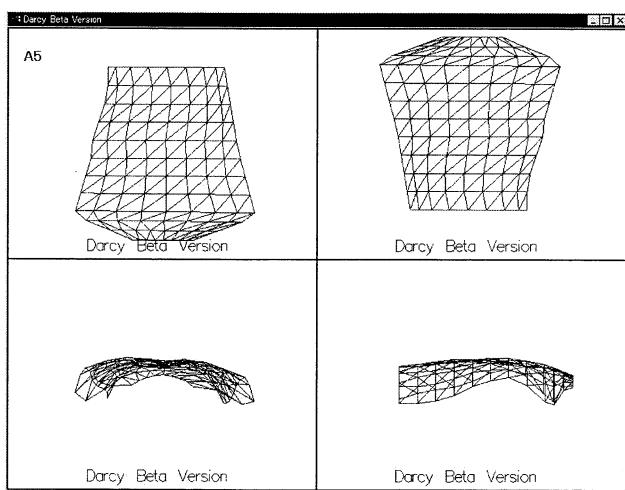


図 1-5-5 サンプルA5 の形状データ

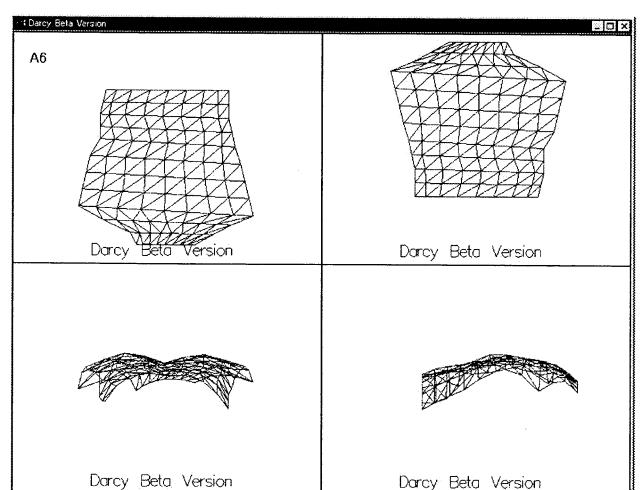


図 1-5-6 サンプルA6 の形状データ

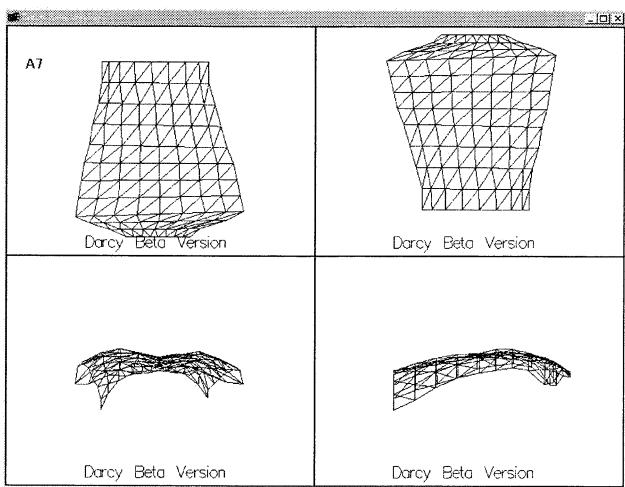


図 1-5-7 サンプルA7 の形状データ

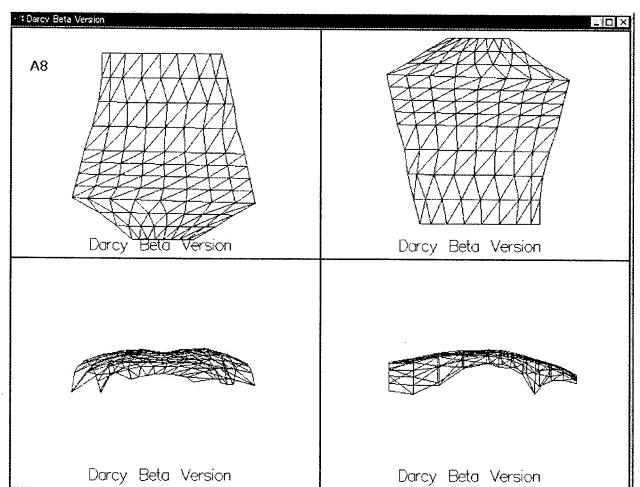


図 1-5-8 サンプルA8 の形状データ

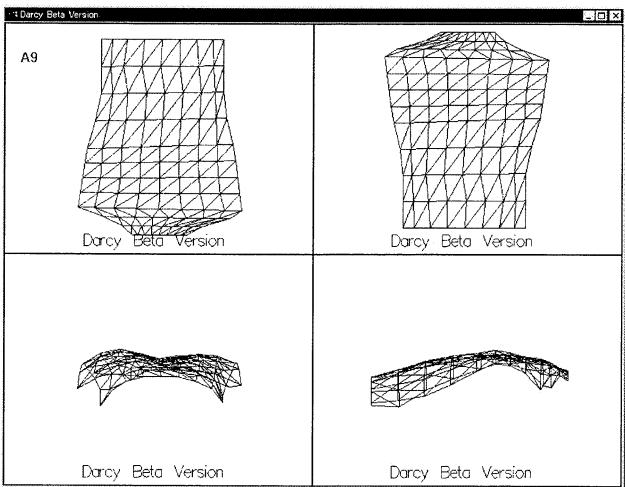


図 1-5-9 サンプルA9 の形状データ

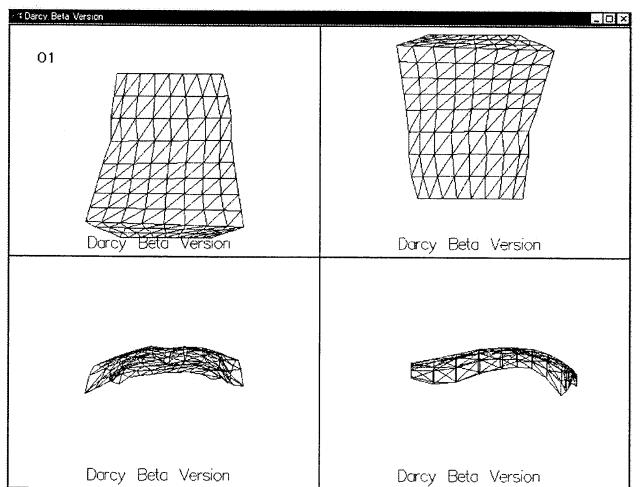


図 1-5-10 サンプルO1 の形状データ

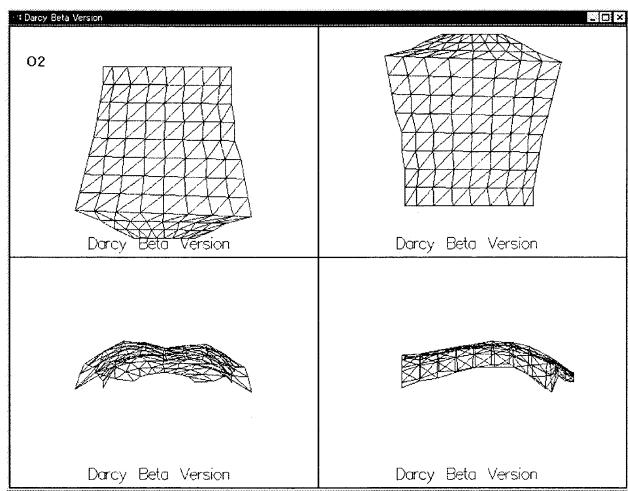


図 1-5-11 サンプルO2 の形状データ

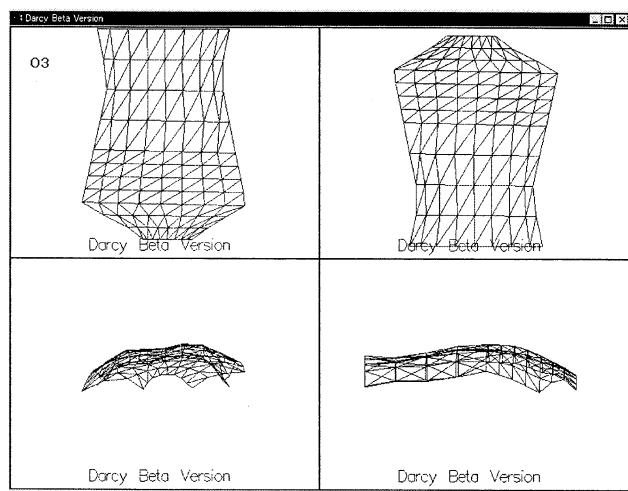


図 1-5-12 サンプルO3 の形状データ

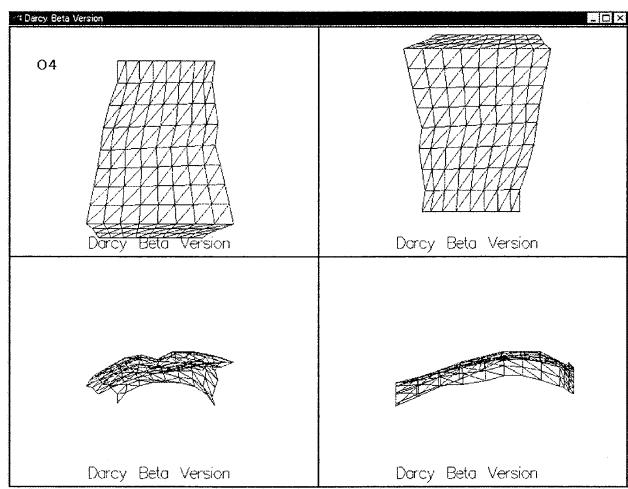


図 1-5-13 サンプルO4 の形状データ

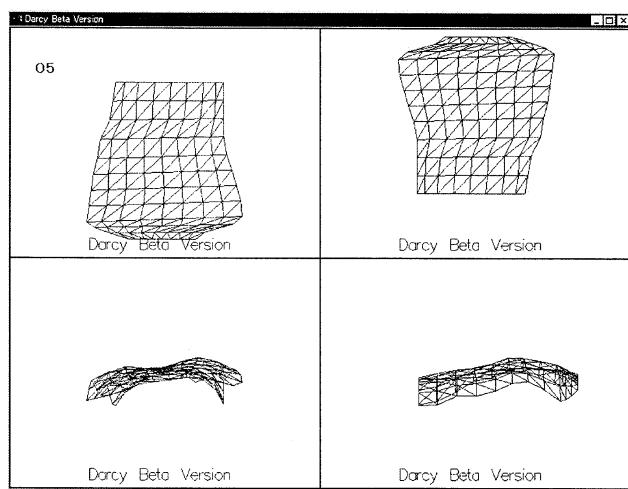


図 1-5-14 サンプルO5 の形状データ

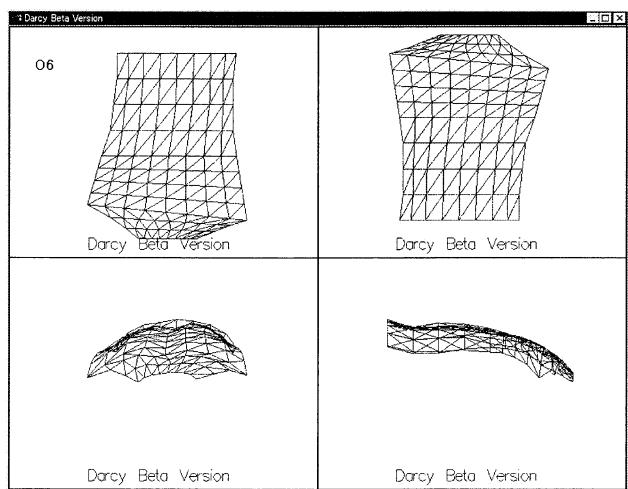


図 1-5-15 サンプルO6 の形状データ

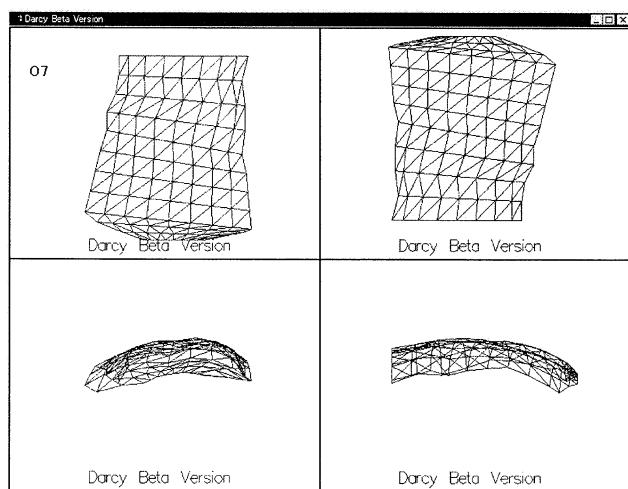


図 1-5-16 サンプルO7 の形状データ

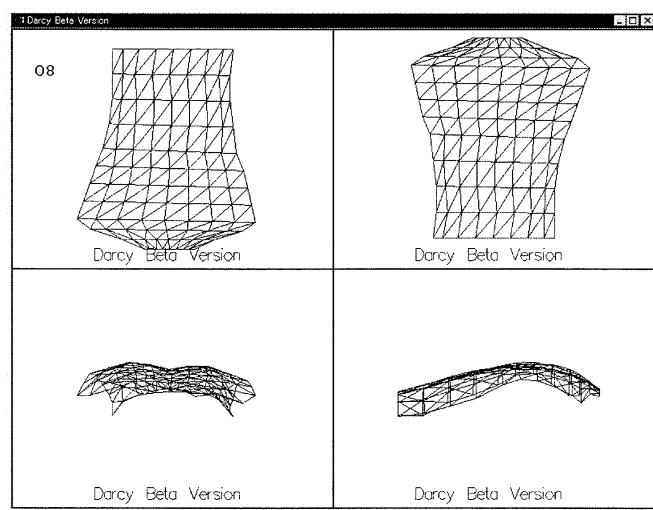


図 1-5-17 サンプルO8 の形状データ

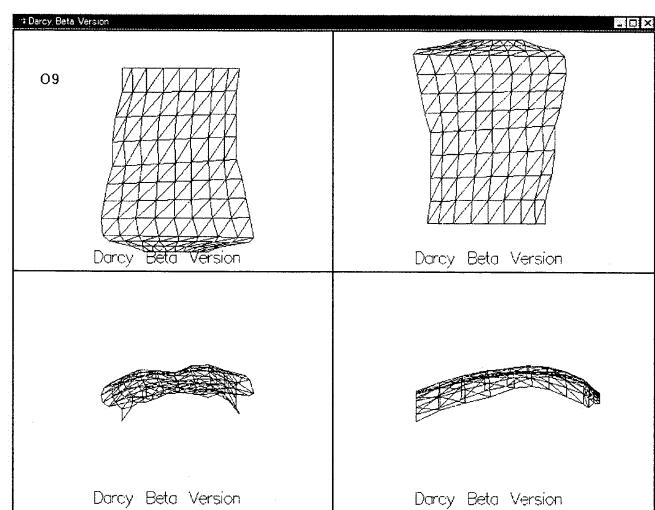


図 1-5-18 サンプルO9 の形状データ

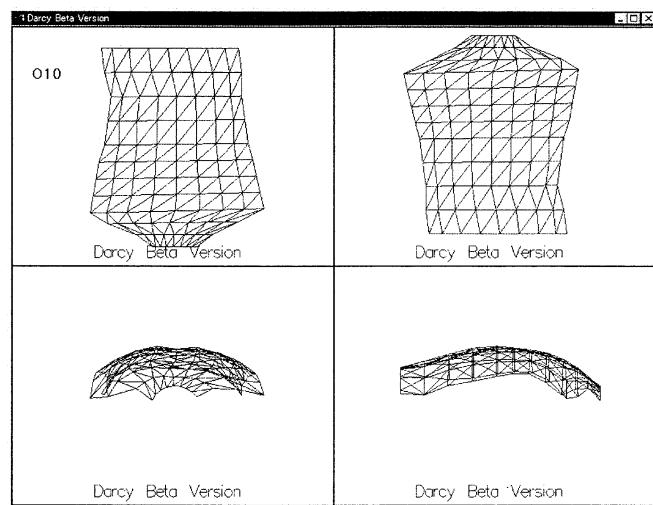


図 1-5-19 サンプルO10 の形状データ

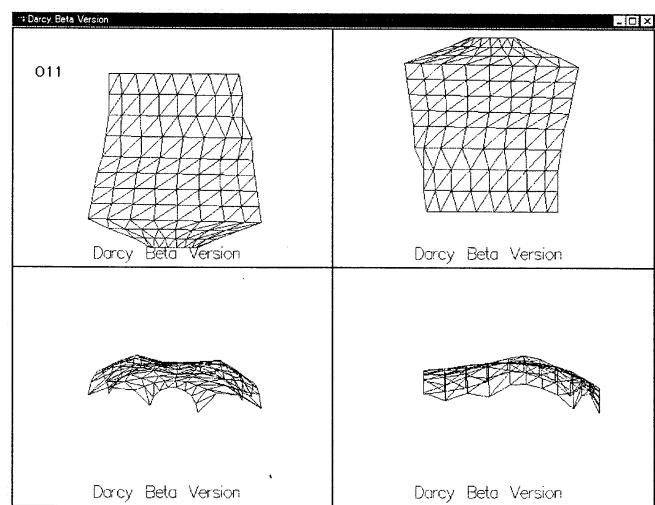


図 1-5-20 サンプルO11 の形状データ

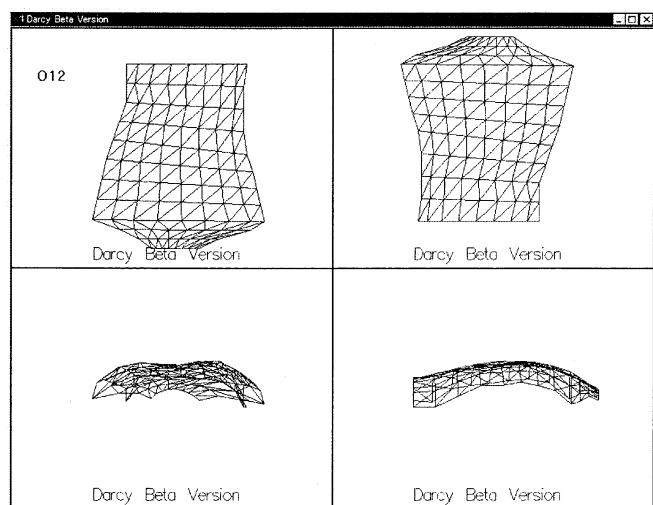


図 1-5-21 サンプルO12 の形状データ

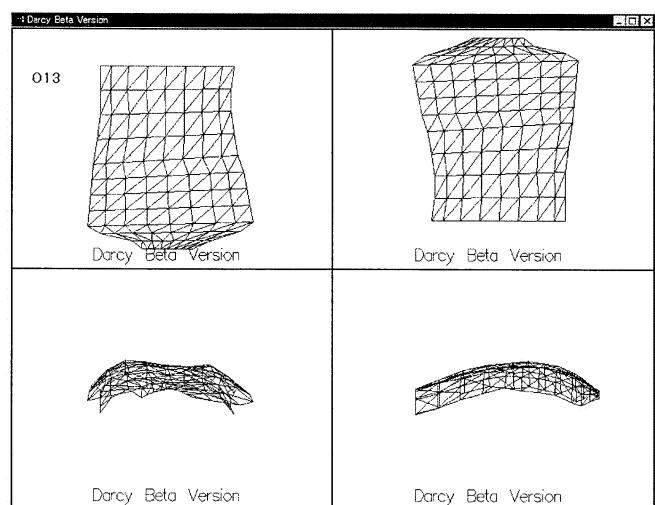


図 1-5-22 サンプルO13 の形状データ

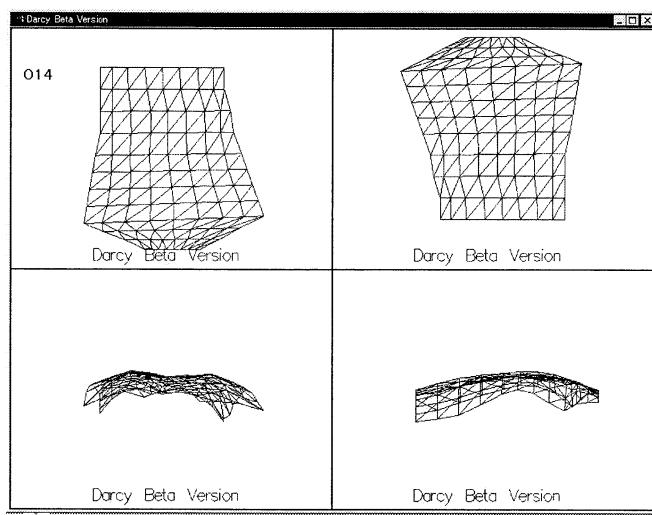


図 1-5-23 サンプルO14 の形状データ

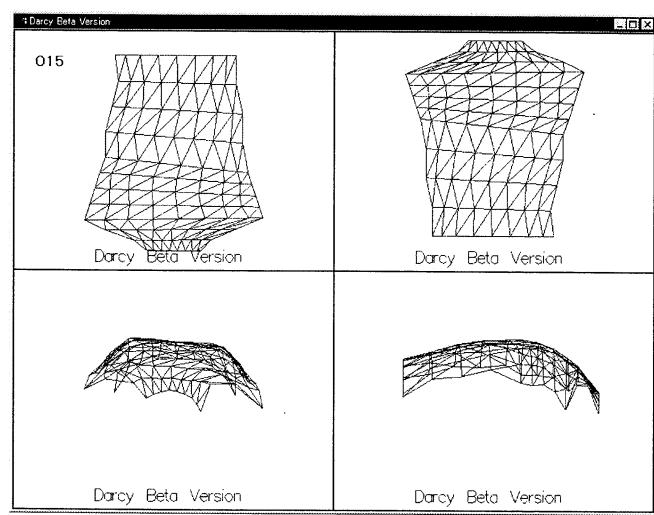


図 1-5-24 サンプルO15 の形状データ

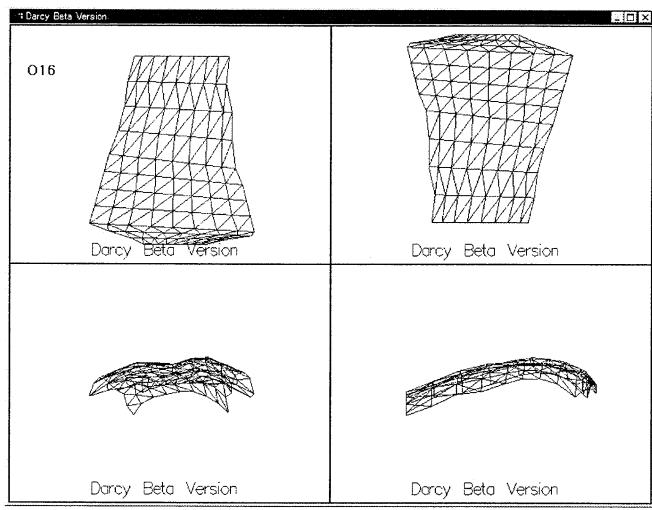


図 1-5-25 サンプルO16 の形状データ

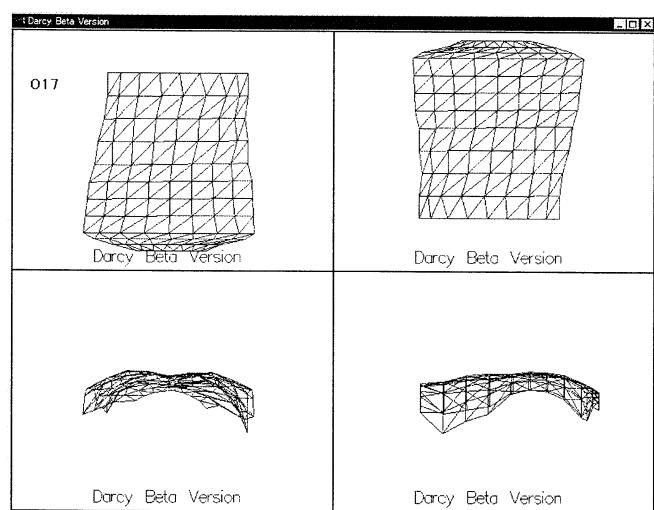


図 1-5-26 サンプルO17 の形状データ

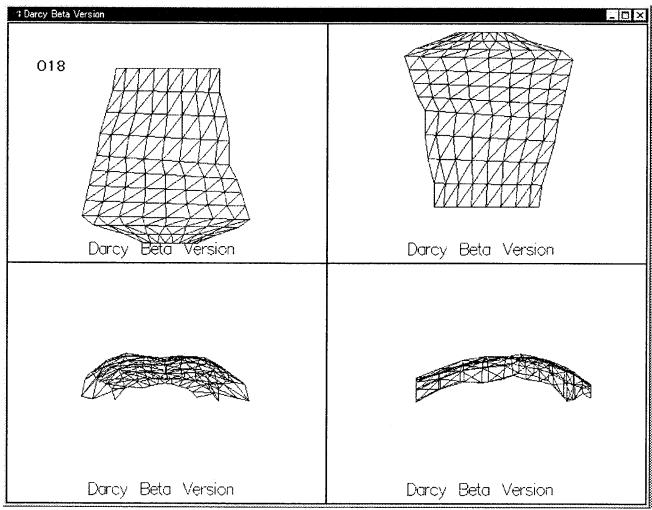


図 1-5-27 サンプルO18 の形状データ

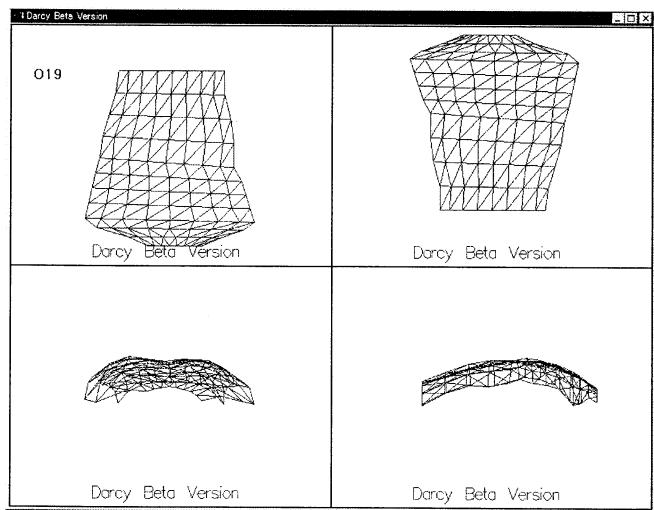


図 1-5-28 サンプルO19 の形状データ

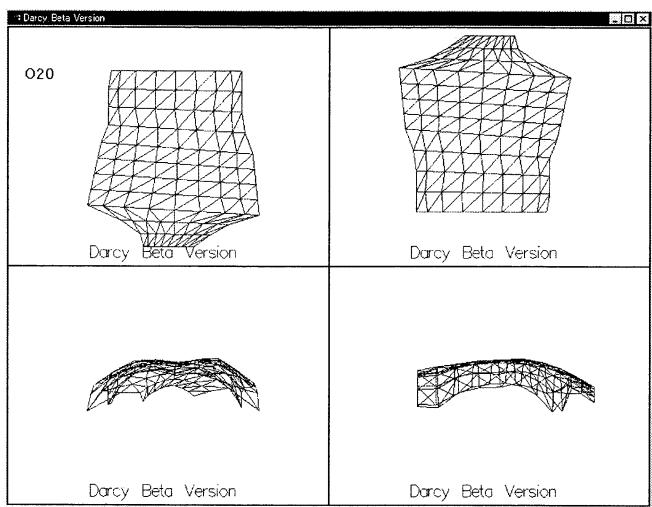


図 1-5-29 サンプルO20 の形状データ

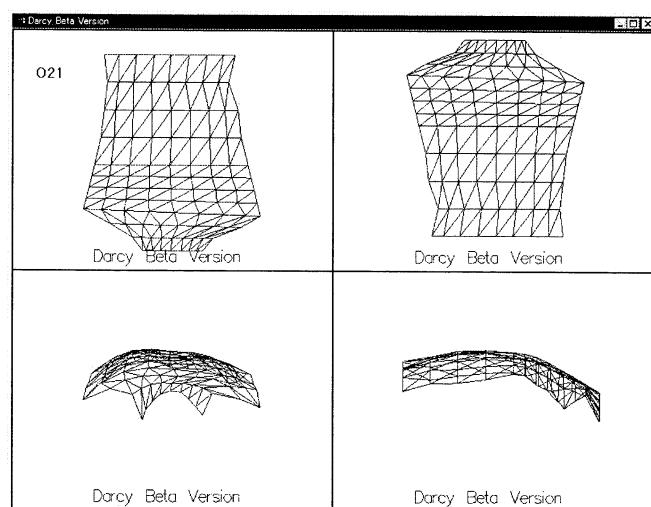


図 1-5-30 サンプルO21 の形状データ

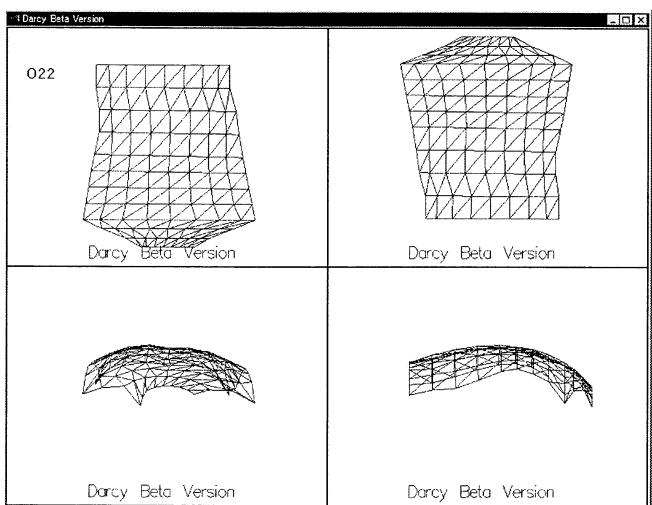


図 1-5-31 サンプルO22 の形状データ

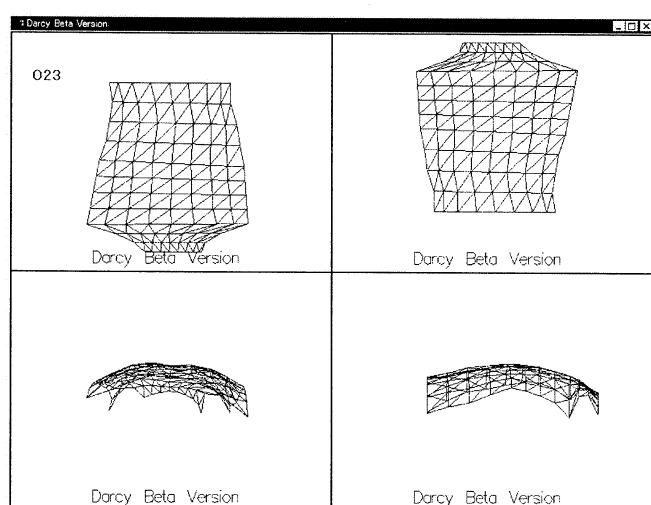


図 1-5-32 サンプルO23 の形状データ

1.5.2 形状データ分布図

(1) 多次元尺度法

よく利用される主成分分析法は、与えられた変量の間で構造化し、一次式による合成変量をつくり、合成変量の分散を最大化して、最大固有値に対する固有ベクトルを求めるものである。従って、主成分分析法は与えられた変量の中から、意味ある答えを引き出す方法であり、利用する変量が偏っていたり、適切でなければ違った答えが出てくる。

一方、多次元尺度法は、主成分分析法とは異なり、形状データの形態間距離を1つのオブジェクトとして、このオブジェクト間に距離を表す一群の測度の中に構造を見つける方法である。しかし、構造を規定する因子を探索しなければならず、自由度が大きくなり、変量を規定する軸の解釈が煩雑となることは避けられない。

本開発では、高齢者の特性を求めるところから、多次元尺度法を用いた。なお、距離間を単純回帰によってどの程度が適しているかを評価する指標として Kruskal の STRESS がある。STRESS は値が大きいほど適合度が低い、言いかえれば当てはまりが悪いことを意味し、0 のときは完全な適合を意味している。また、もうひとつの指標として、構造化モデルから得られた距離と、実際のデータによる距離の相関係数を2乗した RSQ も用いられる。この値も適合度を知る有力な指標である。本開発研究では、後者の数値での判定を行った。

(2) 多次元尺度法による軸の導出

i, j, k 番目の変形後の座標軸 a における座標値 $C_{i,j,k,a}$ 、制御格子点初期位置の座標軸 a における座標値 $D_{i,j,k,a}$ とし、形態間距離 N は次のように定義されている。

$$N = \sqrt{\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^N \left(\sum_{a=1}^3 (C_{i,j,k,a} - D_{i,j,k,a})^2 \right)}$$
(1.6)

ところが、本モデル化では制御格子点は変わらないので、形態 A からみた形態 B の距離間行列は、 $D_{i,j,k,a}$ に形態 A の座標値を入れることによって、形態間距離 $N_{A \rightarrow B}$ が得られる。このとき、 $N_{A \rightarrow B} = N_{B \rightarrow A}$ となり、形態間の差だけを扱うことができ、次のような対角行列をつくる。

表 1-5-1 形態間距離マトリックス

ID	A1	A2	O22	O23
A1	0.0	1360.2	764.0	1123.6	900.7
A2	1360.2	0.0	842.1	662.3	842.4
.	764.0	842.1	0.0	637.6	504.4
.	1123.6	662.3	637.6	0.0	729.6
.	1525.4	1142.2	1170.0	1263.8	0.0
.	1599.4	1028.8	1102.1	1104.6	566.2
O23	1482.6	650.9	871.2	796.8	0.0
				1041.0	864.3
					0.0

なお、(1.6)式を利用する場合には、 $N_{A \rightarrow B} \neq N_{B \rightarrow A}$ であり、拡大と縮小した形態間行列を作成することになる。本研究では、モデル化による位置がクロスすることなく個体間の対応がとれる特殊なケースであることに留意する必要がある。

この距離間行列を用いて多次元尺度法を行った。まず構造化の次元を 5 つから、順次下げていく。

a. 構造化の次元数が 5 の場合

$$RSQ = .98282$$

であり、98.2%が 5 つの因子で説明でき、その説明に対する相関係数が $\sqrt{0.98282} = 0.9914$ となる。

表 1-5-2 5 次元尺度法の結果

Stimulus Number	Stimulus Name	1	2	3	4	5
1	A1	.4441	-2.7229	-1.0308	.1165	.6679
2	A2	.5724	.3008	1.0400	.8885	.9297
3	A3	.5003	-1.1115	-.3965	.5042	-.1208
4	A4	.8430	.0753	-.3840	-.1186	.9024
5	A5	1.2014	-.9967	-.5307	1.0842	.0888
6	A6	.5958	-.7890	.7752	.7281	-1.5681
7	A7	1.2949	-.0698	.8680	-.4812	-.0623
8	A8	-.3426	-1.1263	1.0271	-.0645	.3989
9	A9	1.1597	-1.0215	-.4654	-.6154	.8860
10	O1	.6312	2.5668	-.5091	.2294	-.0283
11	O2	-.3318	-.2354	.2445	.5181	-.8255
12	O3	-.7354	-1.4875	.1548	-1.4746	.0872
13	O4	2.7437	.6503	.0453	-1.7210	-.6993
14	O5	2.9705	1.2011	.1908	.2506	-.7035
15	O6	-3.3290	1.2150	-.6113	-.6427	-.3789
16	O7	-1.5331	.1745	-2.0760	-.1452	-.5727
17	O8	.6550	-1.1587	.4931	-1.1917	-.1142
18	O9	.8250	1.0711	-.8704	-.7031	-.2557
19	O10	-1.7171	-1.3542	.3583	-.3732	-.6596
20	O11	-.4059	.5142	-.1743	1.0696	.2523
21	O12	-.4336	-.5820	-1.5377	.5437	-.3391
22	O13	.6855	.3935	1.1314	-.3538	.2310
23	O14	1.3841	-.5438	.6148	.2721	.4938
24	O15	-3.2973	.5073	.7483	-.3460	.0555

25	O16	.9134	1.0360	-1.3536	-.8860	.5006
26	O17	1.5485	.9023	-.0566	.7090	.8777
27	O18	.1961	1.3514	.5020	.0682	.3030
28	O19	-3.0316	.6425	-.1622	.2862	.7630
29	O20	-.3015	-.7649	-.5462	1.2923	-.5879
30	O21	-2.1020	-.1020	1.1345	-.2454	.2514
31	O22	-1.6964	.5654	.6964	-.0022	-.4636
32	O23	.0926	.8984	.6802	.8042	-.3097

b. 構造化の次元数が 4 の場合

RSQ = .96853

96.8%が 4 つの因子で説明でき、その説明に対する相関係数が $\sqrt{0.96853} = 0.9841$ となる。

表 1-5-3 4 次元尺度法の結果

Stimulus Number	Stimulus Name	1	2	3	4
1	A1	.4058	-2.4936	-.9995	.0165
2	A2	.5497	.2818	1.0831	.9109
3	A3	.4407	-1.0079	-.3925	.4296
4	A4	.8419	.0747	-.5404	-.2889
5	A5	1.0813	-.9116	-.5559	.9172
6	A6	.5368	-.8718	.9964	1.1770
7	A7	1.1587	-.0712	.7880	-.4494
8	A8	-.3204	-1.0512	.9272	-.1315
9	A9	1.0890	-.9865	-.4934	-.7398
10	O1	.5696	2.3209	-.4289	.2281
11	O2	-.3479	-.2413	.2499	.7082
12	O3	-.6746	-1.3371	.1673	-1.3269
13	O4	2.5014	.6126	.1446	-1.5969
14	O5	2.7145	1.1235	.2014	.2857
15	O6	-3.0221	1.1285	-.5012	-.5480
16	O7	-1.4039	.1874	-1.9182	-.1120
17	O8	.5788	-1.0447	.4716	-1.0721
18	O9	.7464	.9970	-.7573	-.6363
19	O10	-1.6004	-1.2568	.3409	-.3735
20	O11	-.3723	.4777	-.2253	.9448

21	O12	-.4018	-.5147	-1.4273	.4609
22	O13	.6137	.3516	1.0263	-.3617
23	O14	1.2767	-.5309	.5730	.1790
24	O15	-2.9707	.4696	.6647	-.3446
25	O16	.8441	.9642	-1.2102	-.8577
26	O17	1.4693	.8913	-.1369	.7206
27	O18	.1778	1.2337	.4703	.0246
28	O19	-2.7916	.6275	-.1902	.2058
29	O20	-.2960	-.7042	-.5924	1.2009
30	O21	-1.9040	-.0854	1.0105	-.2808
31	O22	-1.5596	.5312	.6462	-.0084
32	O23	.0691	.8359	.6082	.7185

c. 構造化の次元数が 3 の場合

$$RSQ = .92015$$

92%が 3 つの因子で説明でき、その説明に対する相関係数が $\sqrt{0.92015} = 0.9594$ となる。

表 1-5-4 3 次元尺度法の結果

Stimulus Number	Stimulus Name	1	2	3
1	A1	.3243	-2.1767	.9227
2	A2	.4836	.2877	-1.1920
3	A3	.3741	-.9216	.3596
4	A4	.7425	.0827	.5020
5	A5	1.0102	-.9180	.6020
6	A6	.4674	-.8622	-1.2480
7	A7	1.0370	-.0811	-.7269
8	A8	-.3235	-.9292	-.7913
9	A9	.9803	-.9317	.5838
10	O1	.5122	2.0653	.3227
11	O2	-.3633	-.2279	-.4515
12	O3	-.7092	-1.5181	-.0916
13	O4	2.5231	.6291	-.1179
14	O5	2.4119	.9514	-.2032
15	O6	-2.6875	1.0621	.4088

16	O7	-1.2538	.2283	1.6702
17	O8	.5426	-1.1397	-.5463
18	O9	.6834	.9259	.7472
19	O10	-1.4589	-1.0829	-.2781
20	O11	-.3961	.6353	.3183
21	O12	-.3771	-.4135	1.3093
22	O13	.5370	.3132	-.9272
23	O14	1.1194	-.4726	-.4909
24	O15	-2.6304	.4717	-.5670
25	O16	.7759	.9107	1.2027
26	O17	1.3481	.8653	.1005
27	O18	.1485	1.0873	-.4183
28	O19	-2.4533	.6233	.1442
29	O20	-.3240	-.7559	.9008
30	O21	-1.7119	-.0303	-.8429
31	O22	-1.3774	.5012	-.5428
32	O23	.0446	.8207	-.6591

d. 構造化の次元数が 2 の場合

$$RSQ = .83987$$

84%が 2 つの因子で説明でき、その説明に対する相関係数が $\sqrt{0.83987} = 0.9164$ となる。

表 1-5-5 2 次元尺度法の結果

Stimulus Number	Stimulus Name	1	2
1	A1	.2648	-1.9690
2	A2	.6340	.6223
3	A3	.3135	-.8173
4	A4	.6833	.1004
5	A5	.8848	-.8503
6	A6	.4944	-1.1233
7	A7	.9929	-.0507
8	A8	-.2965	-.9337
9	A9	.8750	-.8201
10	O1	.4476	1.7679
11	O2	-.3418	-.2443

12	O3	-.6430	-1.2492
13	O4	2.1392	.5148
14	O5	2.0672	.7435
15	O6	-2.3044	.9075
16	O7	-1.5681	.3748
17	O8	.5024	-.9886
18	O9	.6238	.9028
19	O10	-1.2600	-.8942
20	O11	-.3411	.5451
21	O12	-.4878	-.7976
22	O13	.5945	.4417
23	O14	1.0039	-.3849
24	O15	-2.2584	.4463
25	O16	.7559	1.0832
26	O17	1.1511	.7053
27	O18	.1532	.9539
28	O19	-2.0659	.5647
29	O20	-.3295	-.8561
30	O21	-1.5535	.0345
31	O22	-1.1947	.4759
32	O23	.0632	.7949

ところで、因子が 2 つであると、説明変数による情報ロスが生じる可能性が強い。また、説明変数が多いと情報ロスが少なくなるが、有意な変数の決定が難しくなる。

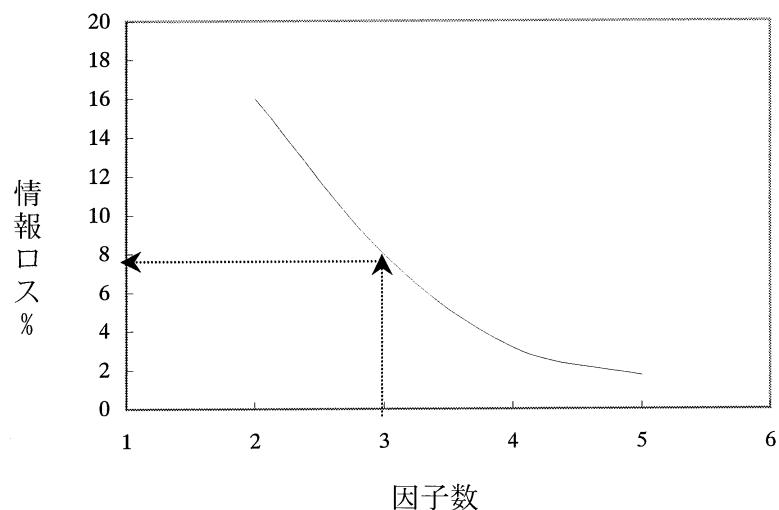


図 1-5-33 説明変数の決定

本研究においては、2つの因子で説明量は84%であり、3つの因子を取り込むと92%と8%あがる。後の因子では、高々4%しか説明量が増えない。データ数が32体であるところから、90%の信頼区間でも十分であるので、3つの因子を選択する。

(3) 形状データ分布図

多次元尺度法にもとづき、データの散布図を描いた。第1軸では、負の値が大きい、すなわち絶対値が大きくなるほど、高齢者特性が顕著になる。第2軸でも同様である。グラフを描くとき、座標にデータをプロットするが、そのときは、座標軸が定義されている。

なお、多次元尺度法では、形状データの形態間距離を3つのオブジェクトとして、このオブジェクト間の構造を示したものが散布図である。従って、散布図が得られるということは、構造を規定する因子の存在を示していて、このために、煩雑な作業をしたことになる。もし、散布図があるかたまりで表示されたりすると、データの生成方法に問題があることになる。

この図は、作業工程自体も合目的であったことも示している。

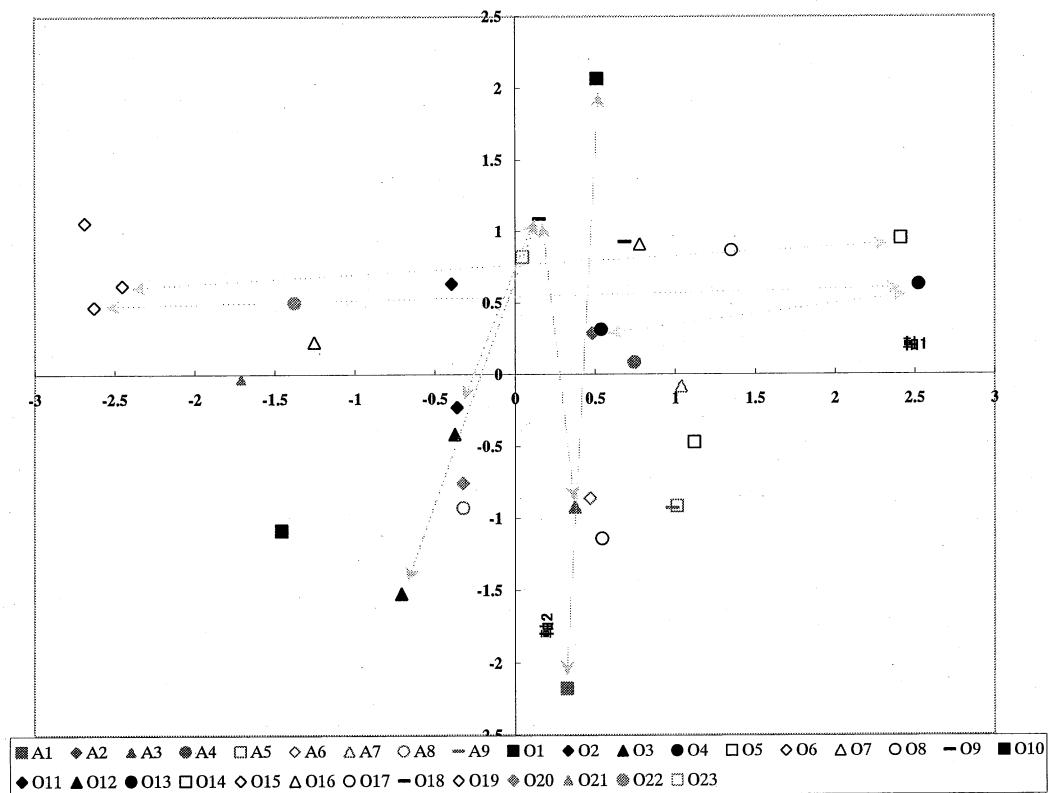


図1-5-34 第1軸と第2軸の散布図

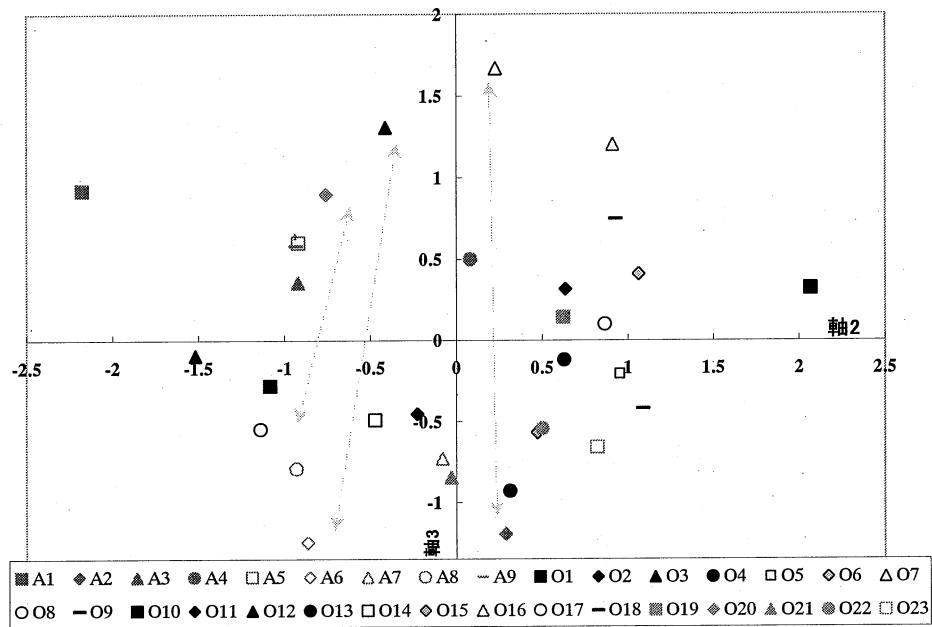


図 1-5-35 第 2 軸と第 3 軸の散布図

これらの軸に関する散布図から、次節で述べるように、特徴間の抽出を行い、データで確認することにする。

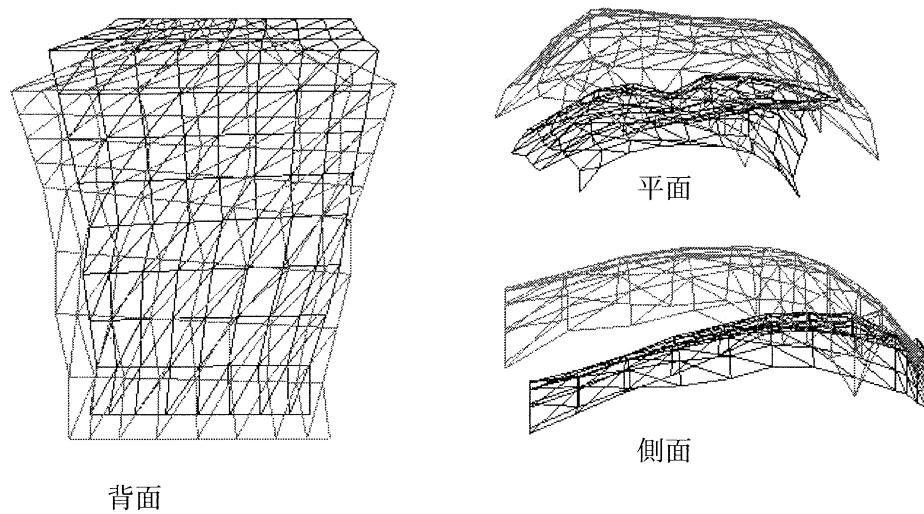
注：対のデータを線で結んでいるのは、次節での検討対象を明確にしたものである。

1.6 FFD 法による形状データ分布軸の解釈

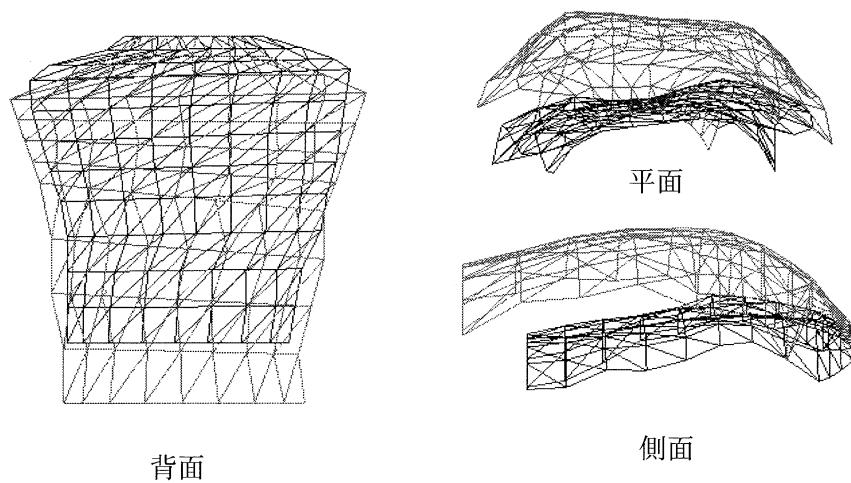
1.6.1 第 1 軸の特定化

32 体の高齢者の特徴点形状断面座標をもとに、FFD 処理によって形態間距離を構造化した多次元尺度法による数値軸の意味の特定化を行う必要がある。第 1 のステップでは、距離間が離れている個体同士を目視によって比較し、軸の特定化を行うことが先ず手順として適当である。そこで、形態間距離として、散布図により特徴を把握するため、 $|O4 - O15| = 5.1535$ 、 $|O5 - O19| = 4.8652$ 、 $|O4 - A2| = 3.0067$ となる 3 つの比較図を取り上げる。

Body: O4- O15



Body: O5- O19



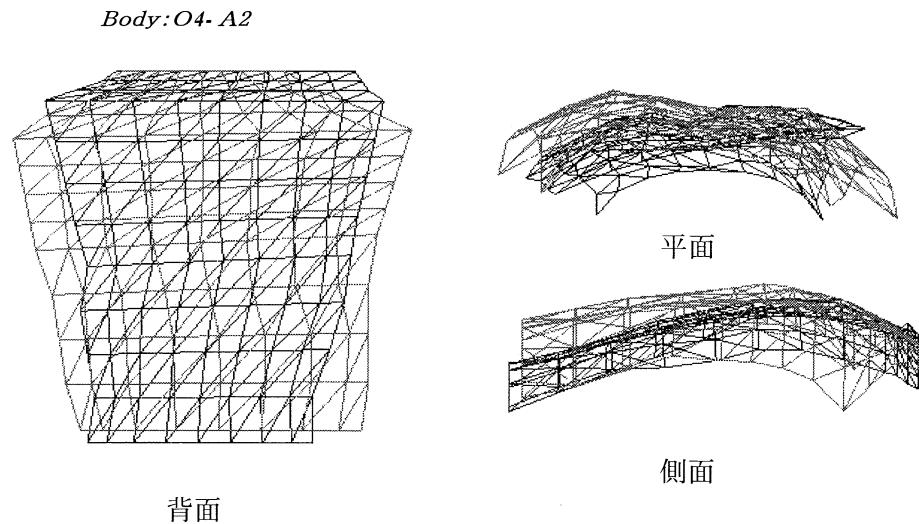


図 1-6-1 モデリングの形状（3 比較図）

この 3 つの個体の図面をみると、平面図からは肩甲骨を結ぶ直線が水平ではなくなっていること、および側面図からは正立した姿勢が前屈みと反り返りの 2 つが目視によって特徴的に窺える。しかし、平面図からは肩甲骨を結ぶ直線が水平ではなくなっている、すなわち、カメラに対して直角になっていないことと、姿勢の屈曲とは互いに独立する因子であり、これらを同時に扱うことはできない。

そこで、後者の方が高齢者の特徴を表す第 1 軸と仮定して、頸椎点と腰椎部とを結んだ直線が水平軸となす角度が屈曲の程度を表示するものとする。なお、解析のために利用する座標系は、背面上部方向を Y 軸、背面の右方向を X 軸、奥行き方向を Z 軸とする。ところで、（社）人間生活工学研究センターにある VOXELAN データの特徴点ファイルに関して、Z 軸は欠損値があるため、すべての角度を解析的に求めることができない。従って、作図によって角度を求ることになる。最も正確な方法としては、紙に出力して頸椎点と腰椎部の 2 点とを結び、角度を求める方法があるが、この方法では作業効率が劣るという欠点がある。ポリゴンビ

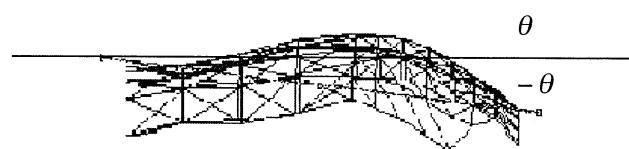


図 1-6-2 角度の定義

ユーアーソフト (Darcy) で出力した*.geo データのままで処理できれば、作業効率化の短縮化が図れるところから、フロー図や構成図、スケジュール表などの作成に利用されているビジュアルグラフィックスツール(Visio2000)をもちいて角度を求めた。

そこで、Visio2000 上で頸椎点と腰椎部とを結んだ直線を引くと、水平軸となす角度を求めることができる。このとき、水平軸に対して右上がりのときは、角度が正、右下がりのときは角度が負で表示される。そして、反時計方向に 90° 回転させて水平軸となす角度とした。

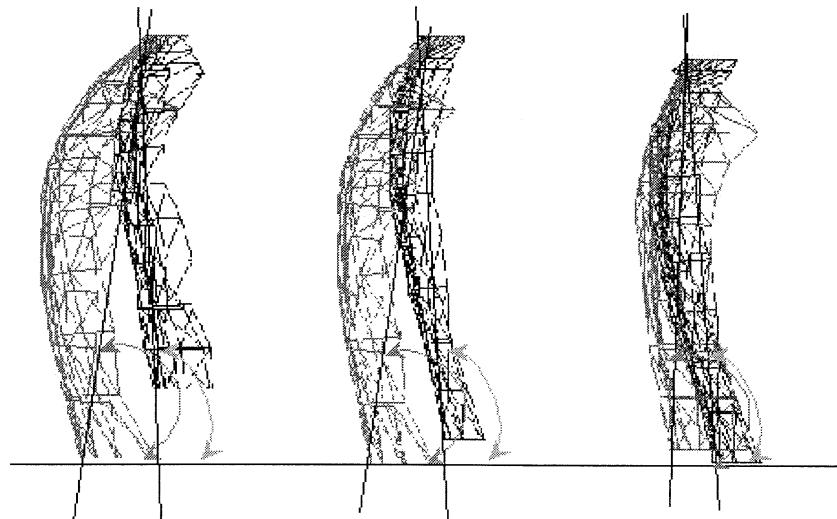


図 1-6-3 側面のモデル形状比較と屈曲み角度

次表は 32 体の形状データから多次元尺度法によって得た軸 1 に関する相関結果をまとめたものである。軸 1 の数値と 90° 回転させて水平軸となす角度との相関係数は、0.894 ときわめて高い。したがって、平面図では肩甲骨を結ぶ直線が水平ではなくなっていることよりも、姿勢の屈曲の方が軸 1 の構造を示しているとの仮定の合理性を裏付けたものと考えられる。もう少し、相関係数をあげるために考えられる因子を検討しても、極端に相関係数があがることが期待できないところから、明確な因子である前屈み角度を軸 1 の説明変数とする。

表 1-6-1 第 1 軸と屈曲角度の対比

	軸1	読取値	角度		軸1	読取値	角度
A1	0.3243	0.0000	90.0000	O8	0.5426	1.2060	91.2060
A2	0.4836	-3.8460	86.1540	O9	0.6834	-0.8681	89.1319
A3	0.3741	-2.0025	87.9975	O10	-1.4589	-5.4576	84.5424
A4	0.7425	-1.1233	88.8767	O11	-0.3961	-5.6359	84.3641
A5	1.0102	-3.0822	86.9178	O12	-0.3771	-3.4682	86.5318
A6	0.4674	-2.4263	87.5737	O13	0.5370	0.0000	90.0000
A7	1.0370	-0.6548	89.3452	O14	1.1194	0.6662	90.6662
A8	-0.3235	-3.7395	86.2605	O15	-2.6304	-9.3295	80.6705
A9	0.9803	2.4293	92.4293	O16	0.7759	2.9038	92.9038
O1	0.5122	-3.6619	86.3381	O17	1.3481	-2.6368	87.3632
O2	-0.3633	-6.1592	83.8408	O18	0.1485	-1.9220	88.0780
O3	-0.7092	-5.2503	84.7497	O19	-2.4533	-10.4160	79.5840
O4	2.5231	4.1149	94.1149	O20	-0.3240	-5.3977	84.6023
O5	2.4119	1.6135	91.6135	O21	-1.7119	-9.0476	80.9524
O6	-2.6875	-16.0443	73.9557	O22	-1.3774	-7.8831	82.1169
O7	-1.2538	-7.5946	82.4054	O23	0.0446	-5.4836	84.5164

相関係数 0.8947

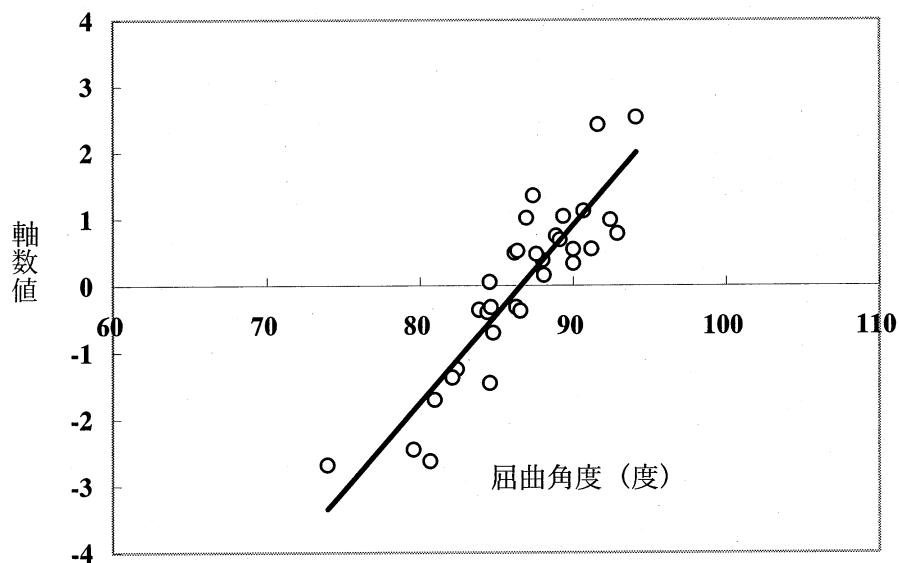
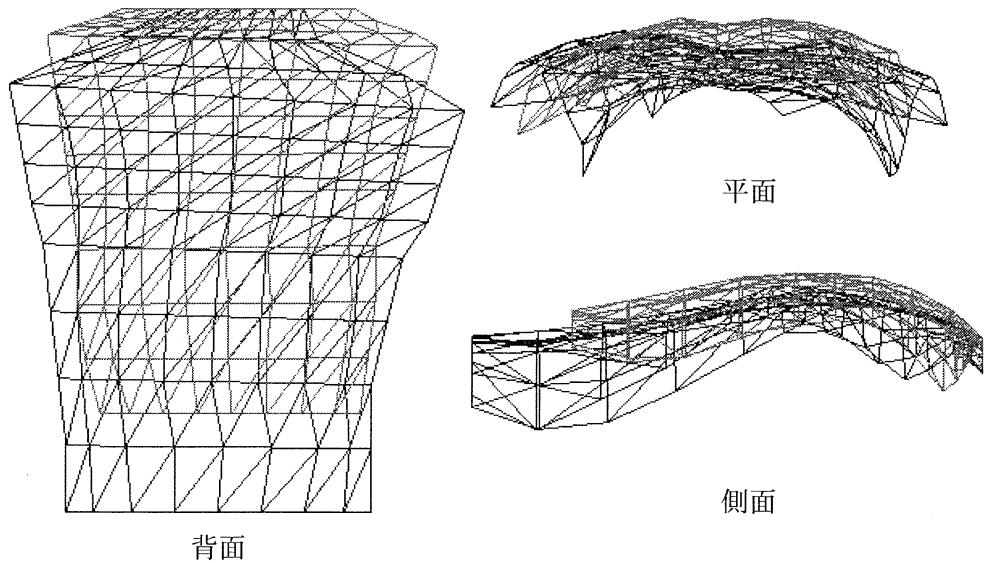


表 1-6-4 第 1 軸相関図

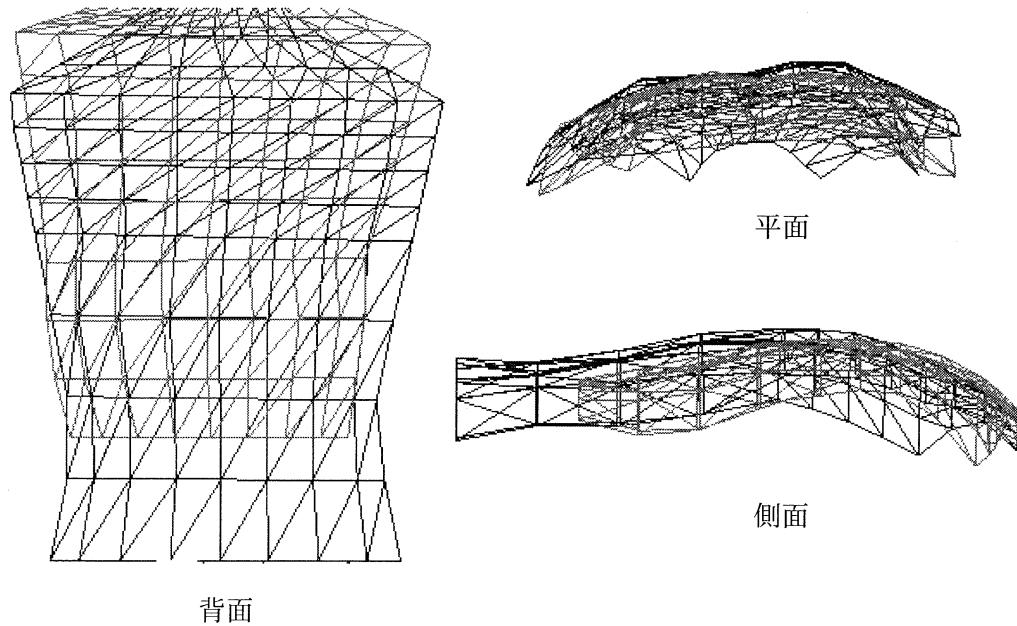
1.6.2 第2軸の特定化

第2軸についても距離間の離れた個体同士を目視することによって、因子を想起しながら定量的に特定化する。形態間距離として $|O1-A1|=4.2420$ 、 $|O3-O18|=2.6054$ 、 $|A3-O18|=1.9837$ 、 $|O2-O18|=1.3152$ となる4つの個体をとりあげた。

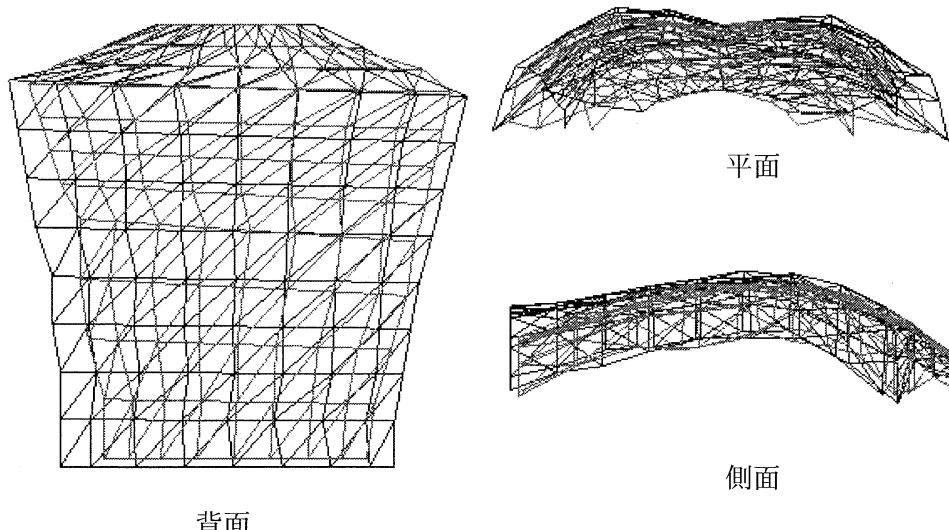
Body: O1-A1



Body: O3-O18



Body:O2-O18



Body:A2-O6

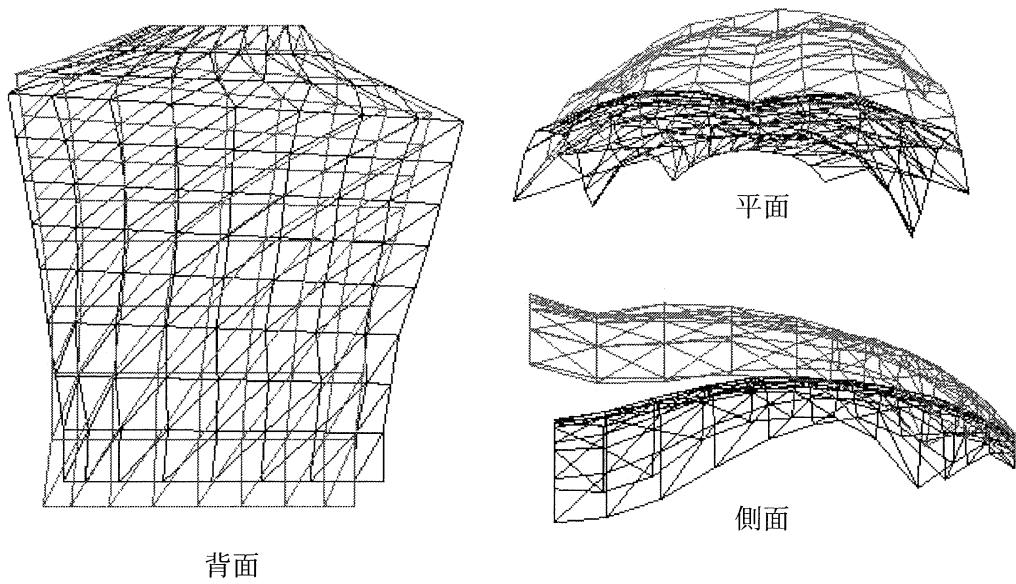


図 1-6-5 モデリングの形状（4 比較図）

多次元尺度法で得られた 3 つの軸はそれぞれ独立であり、前節で解析した側面図の状況は考慮しなくてよいことから、検討対象は平面図と背面図に限定できる。背面図では軸 1 と同様に肩甲骨を結ぶ直線が水平ではなくなっているが、2 個体間の大きさの違いがより顕著な特徴と考えられる。そこで、個体間の大きさの違いを定量的に表す尺度との相関をみることにする。ところで、面積の算定には図積分を行う必要があるが、面積は設計の次元として利用できないと考えられるので、両肩突起部間距離および頸椎点からの胴長寸法を因子としてとりあげる。

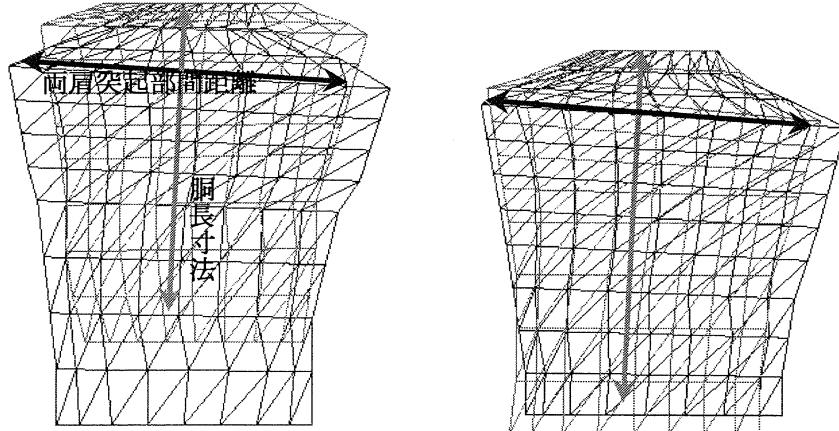


図 1-6-6 個体間の大きさの違いを表す尺度の定義

図のように断裁した両肩突起部間距離（肩幅とする）および頸椎点からの胴長寸法（背丈とする）に関し、後者は特徴点ファイルを用いて算出が可能であるが、前者に関しては特徴点ファイルに完備されていないため、直接的に各 2 点の座標から距離を求める必要がある。これらの座標を簡単に求めるため、前節と同じビジュアルグラフィックスツール（Visio2000）を用いた。

左端肩突起部 (x_1, y_1) 、右端肩突起部 (x_2, y_2) 、頸椎点 (x_3, y_3) から胴の中心 (x_4, y_4) としたとき、肩幅および頸椎点からの背丈は、 $\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ 、 $\sqrt{(x_3 - x_4)^2 + (y_3 - y_4)^2}$ で求めた。相関は、軸 2 と肩幅、背丈、肩幅+背丈、肩幅×背丈および肩幅と背丈との比の 5 つをとったが、肩幅+背丈と肩幅×背丈の相関係数がともに 0.7 と高い相関を示している。ところが、通常、人体計測では寸法の表示が慣用的に行われていて、相関係数もほぼ等しいところから、面積よりも理解しやすい肩幅+背丈を軸 2 の因子とする。すなわち、解析的には背面面積であっても、面積での確認ができないためと、実用に供するために後者を採用した。

表 1-6-2 Visio2000 からの読取座標

	軸2	左端		右端		頸椎		下端	
		x	y	x	y	x	y	x	y
A1	-2.1767	169.0	168.5	231.0	165.0	200.0	179.0	197.5	109.0
A2	0.2877	172.5	167.5	231.5	169.5	200.0	179.0	203.5	121.0
A3	-0.9216	171.5	170.0	231.5	166.5	200.0	179.0	198.5	119.0
A4	0.0827	171.0	171.0	230.0	170.0	199.0	178.5	202.5	116.5
A5	-0.9180	169.5	169.5	231.0	169.0	201.0	179.0	200.0	119.5
A6	-0.8622	171.5	169.0	231.0	166.0	201.5	179.0	201.0	126.0
A7	-0.0811	172.5	169.5	231.0	171.5	202.5	178.5	204.5	118.5
A8	-0.9292	171.0	166.0	233.0	164.5	202.0	178.5	203.5	115.0
A9	-0.9317	172.5	170.0	228.5	169.0	201.0	179.0	200.0	111.5
O1	2.0653	174.0	175.0	227.5	173.5	201.0	179.0	199.5	122.5
O2	-0.2279	171.0	171.5	231.0	169.5	201.0	179.0	201.0	120.0
O3	-1.5181	173.5	167.0	229.0	166.0	200.0	178.5	201.0	106.5
O4	0.6291	177.5	174.0	227.5	174.0	206.0	179.0	200.0	117.5
O5	0.9514	174.5	171.5	227.0	173.5	202.0	179.0	198.5	125.0
O6	1.0621	172.5	172.5	227.0	167.5	199.5	179.0	196.5	115.0
O7	0.2283	171.5	175.0	228.5	169.0	197.5	179.0	194.5	116.0
O8	-1.1397	173.5	170.0	232.0	169.0	202.0	179.0	201.0	112.5
O9	0.9259	174.0	174.0	224.0	173.5	200.0	179.0	198.5	118.5
O10	-1.0829	171.0	166.5	227.5	167.5	201.0	179.0	202.5	113.5
O11	0.6353	171.5	170.0	228.5	169.0	199.5	178.5	201.0	121.0
O12	-0.4135	171.0	169.5	227.5	169.0	200.0	178.5	196.0	117.5
O13	0.3132	174.0	170.0	228.5	171.5	202.5	179.0	202.5	119.0
O14	-0.4726	170.0	167.5	229.5	170.0	200.0	179.0	204.0	119.0
O15	0.4717	171.5	167.5	230.0	169.0	202.0	179.0	200.0	114.0
O16	0.9107	173.5	174.5	227.5	172.0	199.5	179.0	197.5	116.5
O17	0.8653	174.0	173.5	230.0	173.5	201.0	179.0	198.5	120.0
O18	1.0873	173.5	171.0	229.0	170.0	199.0	179.0	201.0	121.0
O19	0.6233	171.0	167.5	229.0	164.5	200.0	176.0	197.5	111.0
O20	-0.7559	171.0	168.5	227.5	165.0	201.0	179.0	199.0	121.0
O21	-0.0303	172.5	167.5	230.0	165.0	201.5	179.0	202.0	115.0
O22	0.5012	172.0	170.0	228.5	170.0	202.0	179.0	202.0	119.0
O23	0.8207	176.0	169.5	228.5	169.5	201.5	179.0	201.5	122.5

表 1-6-3 データと相関係数

	軸2	肩幅	背丈	和	積	比
A1	-2.1767	62.1	70.0	132.1	4349.7	0.8866
A2	0.2877	59.0	58.1	117.1	3430.2	1.0160
A3	-0.9216	60.1	60.0	120.1	3607.2	1.0014
A4	0.0827	59.0	62.1	121.1	3664.4	0.9502
A5	-0.9180	61.5	59.5	121.0	3659.9	1.0335
A6	-0.8622	59.6	53.0	112.6	3157.6	1.1240
A7	-0.0811	58.5	60.0	118.6	3514.0	0.9750
A8	-0.9292	62.0	63.5	125.5	3939.3	0.9764
A9	-0.9317	56.0	67.5	123.5	3781.0	0.8297
O1	2.0653	53.5	56.5	110.0	3025.0	0.9469
O2	-0.2279	60.0	59.0	119.0	3542.0	1.0175
O3	-1.5181	55.5	72.0	127.5	3997.0	0.7709
O4	0.6291	50.0	61.8	111.8	3089.6	0.8092
O5	0.9514	52.5	54.1	106.7	2843.0	0.9709
O6	1.0621	54.7	64.1	118.8	3506.5	0.8542
O7	0.2283	57.3	63.1	120.4	3614.9	0.9087
O8	-1.1397	58.5	66.5	125.0	3891.3	0.8797
O9	0.9259	50.0	60.5	110.5	3026.1	0.8262
O10	-1.0829	56.5	65.5	122.0	3702.3	0.8625
O11	0.6353	57.0	57.5	114.5	3279.1	0.9911
O12	-0.4135	56.5	61.1	117.6	3454.0	0.9243
O13	0.3132	54.5	60.0	114.5	3271.2	0.9087
O14	-0.4726	59.6	60.1	119.7	3581.1	0.9903
O15	0.4717	58.5	65.0	123.5	3805.5	0.8999
O16	0.9107	54.1	62.5	116.6	3380.3	0.8645
O17	0.8653	56.0	59.1	115.1	3307.0	0.9483
O18	1.0873	55.5	58.0	113.5	3221.4	0.9565
O19	0.6233	58.1	65.0	123.1	3777.8	0.8928
O20	-0.7559	56.6	58.0	114.6	3285.2	0.9754
O21	-0.0303	57.6	64.0	121.6	3683.6	0.8993
O22	0.5012	56.5	60.0	116.5	3390.0	0.9417
O23	0.8207	52.5	56.5	109.0	2966.3	0.9292
相関係数		-0.6332	-0.5041	-0.7190	-0.7211	-0.0310

ところで、グラフィックスツールで得られた寸法は縮小されているため、実寸法と異なる

るところから、寸法に対する補正が必要となる。これに対しては、特徴点の中の頸椎点座標とカットした腰椎部のy軸間の距離と、背丈 $\sqrt{(x_3 - x_4)^2 + (y_3 - y_4)^2}$ とを対比することによって倍率を求め、実寸法に換算した。なお、A1のデータは異常値とみなし、31点について換算値を求める。

表 1-6-4 実寸法換算データ

	Visio2000			特徴点座標		
	頸椎y	下端y	差	頸椎y	下端y	実寸法
A1	179.0	109.0	70.0	1432.9	881.2	551.7
A2	179.0	121.0	58.0	1439.8	1043.3	396.5
A3	179.0	119.0	60.0	1436.4	1029.5	406.9
A4	178.5	116.5	62.0	1412.3	995.0	417.3
A5	179.0	119.5	59.5	1436.4	1036.4	400.0
A6	179.0	126.0	53.0	1429.5	1070.9	358.6
A7	178.5	118.5	60.0	1429.5	1022.6	406.9
A8	178.5	115.0	63.5	1420.3	989.3	431.0
A9	179.0	111.5	67.5	1434.1	982.4	451.7
O1	179.0	122.5	56.5	1236.4	860.5	375.9
O2	179.0	120.0	59.0	1457.1	1060.5	396.6
O3	178.5	106.5	72.0	1395.0	950.2	444.8
O4	179.0	117.5	61.5	1315.7	905.4	410.3
O5	179.0	125.0	54.0	1226.0	864.0	362.0
O6	179.0	115.0	64.0	1308.8	881.2	427.6
O7	179.0	116.0	63.0	1412.3	988.1	424.2
O8	179.0	112.5	66.5	1398.5	950.2	448.3
O9	179.0	118.5	60.5	1301.9	895.0	406.9
O10	179.0	113.5	65.5	1329.5	888.1	441.4
O11	178.5	121.0	57.5	1257.1	867.4	389.7
O12	178.5	117.5	61.0	1298.5	888.1	410.4
O13	179.0	119.0	60.0	1305.4	898.5	406.9
O14	179.0	119.0	60.0	1336.4	932.9	403.5
O15	179.0	114.0	65.0	1350.2	915.7	434.5
O16	179.0	116.5	62.5	1381.2	964.0	417.2
O17	179.0	120.0	59.0	1319.1	922.6	396.5
O18	179.0	121.0	58.0	1277.8	888.1	389.7
O19	176.0	111.0	65.0	1336.4	898.5	437.9
O20	179.0	121.0	58.0	1353.6	964.0	389.6
O21	179.0	115.0	64.0	1343.3	908.8	434.5
O22	179.0	119.0	60.0	1332.9	926.0	406.9
O23	179.0	122.5	56.5	1322.6	943.3	379.3

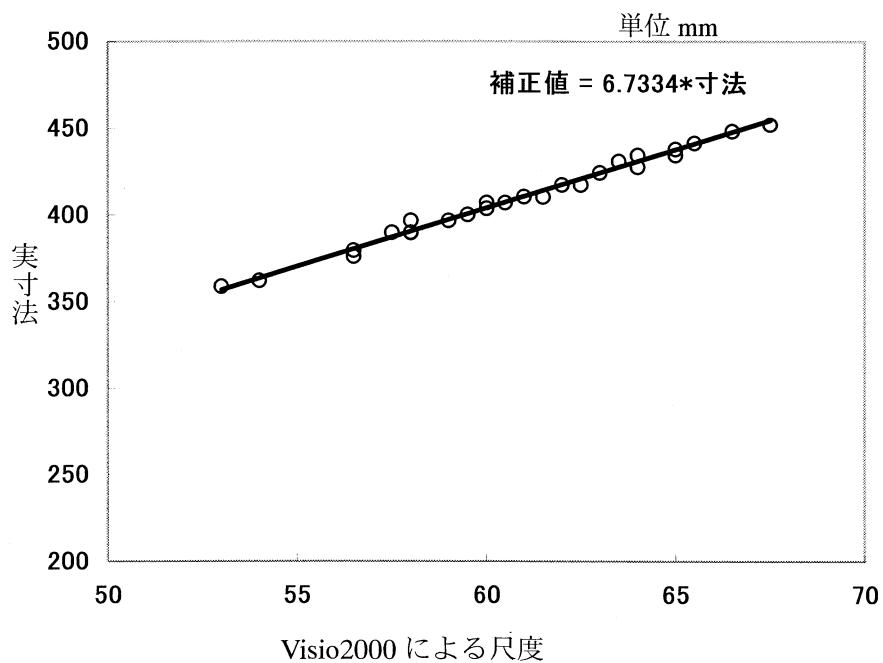


図 1-6-7 実寸法のための換算係数

これから得た倍率をもとに第 2 軸の特定化を行った結果は、相関係数 0.72 である。

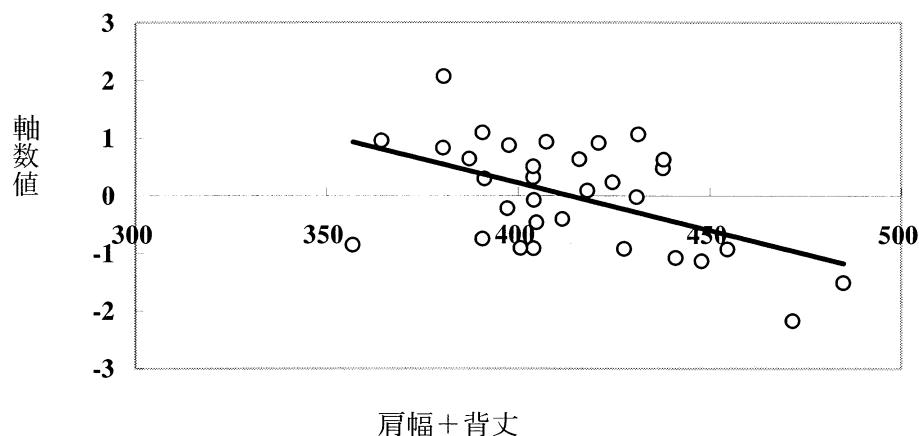
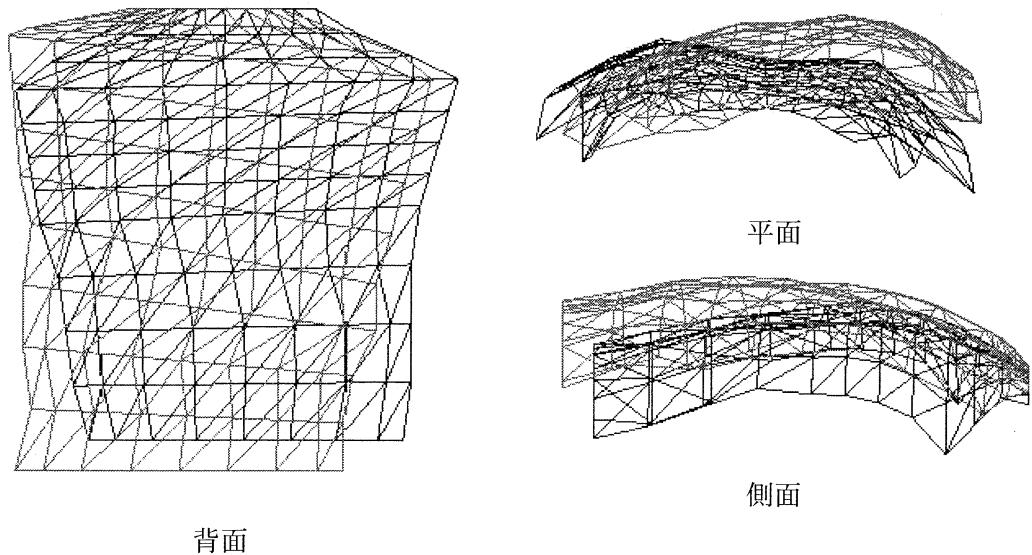


図 1-6-8 第 2 軸相関図

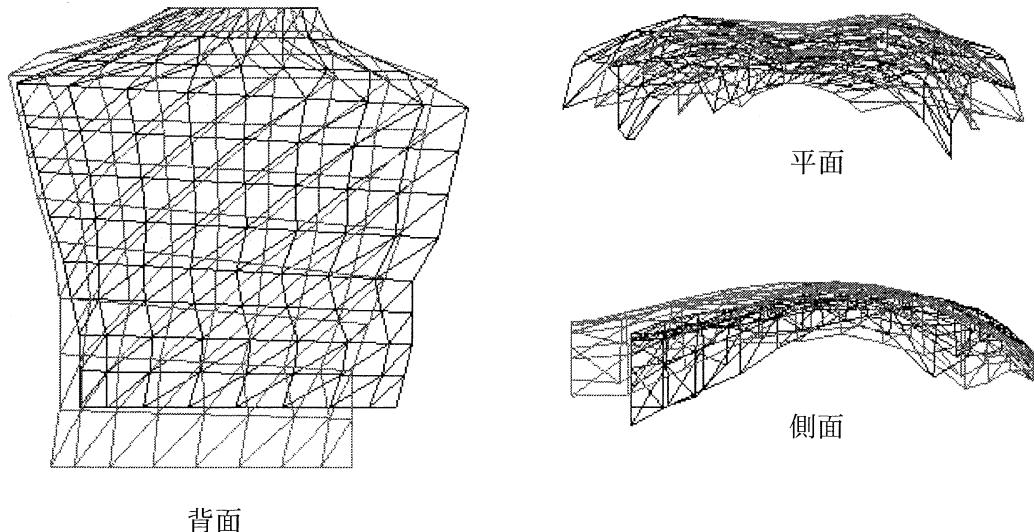
1.6.3 第3軸の特定化

第3軸についても距離間の離れた個体同士を目視することによって、因子を想起しながら定量的に因子を特定化する。形態間距離がそれぞれ $|A2-O7|=2.8622$ 、 $|A6-O12|=2.5573$ 、 $|O8-O20|=1.4471$ となる3つの比較図をもとに検討する。

Body:A2- O7



Body:A6-- O12



Body:O8-O20

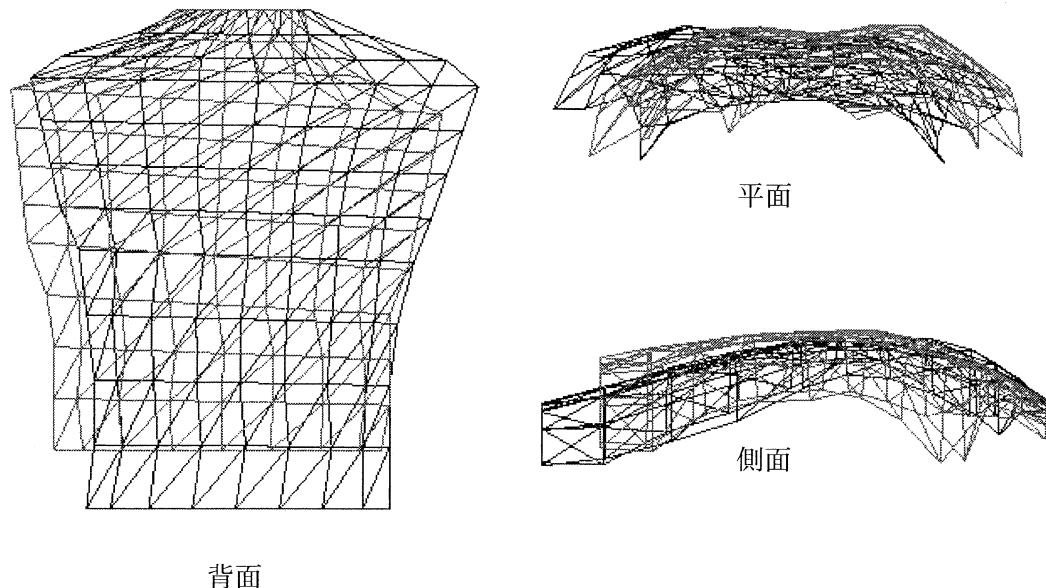


図 1-6-9 モデリングの形状（3 比較図）

第 1 軸、第 2 軸でも表れていた特徴として、下の図のように平面図では肩甲骨を結ぶ直線が水平ではなくなっていることを検討する必要がある。また、正中線が左右にずれていることも考える必要がある。

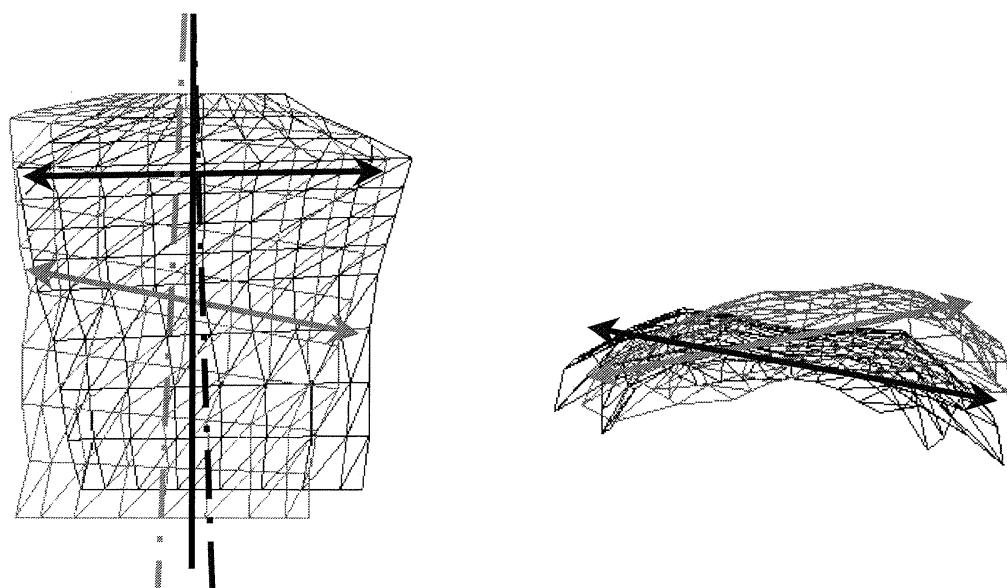


図 1-6-10 第 3 軸の因子抽出

そこで、平面図では軸 1 と同様に肩甲骨を結ぶ直線が水平ではなくなっているときの尺度として、肩甲骨を結ぶ直線と水平線とのなす角度を求め、相関を見る。また、正中線が左右にずれに関しては、肩甲骨を結ぶ直線との角度の影響があれば、ずれに対して角度を用いる。もし、その角度が影響なければ正中線とのずれのみを尺度化することによって因子を単純化できる。

(1) 角度との相関

肩甲骨を結ぶ直線と水平線とのなす角度や正中線すなわち体軸が水平線あるいは垂直線と対して回転角度で表示し、それぞれの相関をみた。

表 1-6-5 角度との相関結果

	軸3	左肩突起部		右肩突起部		頸椎点		下部点		体軸角度	偏心角度
		x	y	x	y	x	y	x	y		
A1	0.9227	169.0	168.5	231.0	165.0	200.0	179.0	197.5	109.0	87.95	-3.23
A2	-1.1920	172.5	167.5	231.5	169.5	200.0	179.0	203.5	121.0	93.45	1.94
A3	0.3596	171.5	170.0	231.5	166.5	200.0	179.0	198.5	119.0	88.57	-3.34
A4	0.5020	171.0	171.0	230.0	170.0	199.0	178.5	202.5	116.5	93.23	-0.97
A5	0.6020	169.5	169.5	231.0	169.0	201.0	179.0	200.0	119.5	89.04	-0.47
A6	-1.2480	171.5	169.0	231.0	166.0	201.5	179.0	201.0	126.0	89.46	-2.89
A7	-0.7269	172.5	169.5	231.0	171.5	202.5	178.5	204.5	118.5	91.91	1.96
A8	-0.7913	171.0	166.0	233.0	164.5	202.0	178.5	203.5	115.0	91.35	-1.39
A9	0.5838	172.5	170.0	228.5	169.0	201.0	179.0	200.0	111.5	89.15	-1.02
O1	0.3227	174.0	175.0	227.5	173.5	201.0	179.0	199.5	122.5	88.48	-1.61
O2	-0.4515	171.0	171.5	231.0	169.5	201.0	179.0	201.0	120.0	90.00	-1.91
O3	-0.0916	173.5	167.0	229.0	166.0	200.0	178.5	201.0	106.5	90.80	-1.03
O4	-0.1179	177.5	174.0	227.5	174.0	206.0	179.0	200.0	117.5	84.43	0.00
O5	-0.2032	174.5	171.5	227.0	173.5	202.0	179.0	198.5	125.0	86.29	2.18
O6	0.4088	172.5	172.5	227.0	167.5	199.5	179.0	196.5	115.0	87.32	-5.24
O7	1.6702	171.5	175.0	228.5	169.0	197.5	179.0	194.5	116.0	87.27	-6.01
O8	-0.5463	173.5	170.0	232.0	169.0	202.0	179.0	201.0	112.5	89.14	-0.98
O9	0.7472	174.0	174.0	224.0	173.5	200.0	179.0	198.5	118.5	88.58	-0.57
O10	-0.2781	171.0	166.5	227.5	167.5	201.0	179.0	202.5	113.5	91.31	1.01
O11	0.3183	171.5	170.0	228.5	169.0	199.5	178.5	201.0	121.0	91.49	-1.01
O12	1.3093	171.0	169.5	227.5	169.0	200.0	178.5	196.0	117.5	86.25	-0.51
O13	-0.9272	174.0	170.0	228.5	171.5	202.5	179.0	202.5	119.0	90.00	1.58
O14	-0.4909	170.0	167.5	229.5	170.0	200.0	179.0	204.0	119.0	93.81	2.41
O15	-0.5670	171.5	167.5	230.0	169.0	202.0	179.0	200.0	114.0	88.24	1.47
O16	1.2027	173.5	174.5	227.5	172.0	199.5	179.0	197.5	116.5	88.17	-2.65
O17	0.1005	174.0	173.5	230.0	173.5	201.0	179.0	198.5	120.0	87.57	0.00
O18	-0.4183	173.5	171.0	229.0	170.0	199.0	179.0	201.0	121.0	91.97	-1.03
O19	0.1442	171.0	167.5	229.0	164.5	200.0	176.0	197.5	111.0	87.80	-2.96
O20	0.9008	171.0	168.5	227.5	165.0	201.0	179.0	199.0	121.0	88.03	-3.54
O21	-0.8429	172.5	167.5	230.0	165.0	201.5	179.0	202.0	115.0	90.45	-2.49
O22	-0.5428	172.0	170.0	228.5	170.0	202.0	179.0	202.0	119.0	90.00	0.00
O23	-0.6591	176.0	169.5	228.5	169.5	201.5	179.0	201.5	122.5	90.00	0.00

相関係数 -0.4828 -0.5301

体軸角度とは反時計方向の角度で表示し、肩甲骨を結ぶ直線との角度を偏心角度とした。偏心角度は水平軸に対して右上がりのときは、角度が正、右下がりのときは角度が負で表示される。そして、反時計方向に 90° 回転させて水平軸となす角度とした。得られた相関係数は、体軸角度とは -0.4828、偏心角度とは、 -0.5301 である。

なお、2 点 (x_1, y_1) および (x_2, y_2) を用いて角度を求めるには、Excel 関数の Arctangent を利用した。
 $\theta = ATAN2(x_1 - x_2, y_1 - y_2) * 180 / PI()$ 。このとき角度は反時計方向で正となることに注意。

(2) 体軸の平行移動との相関

体軸の移動は、正中線に対して軸対称ではないとみる考え方である。切り出した肩突起部と正中線との距離は、肩峰点と正中線との距離に等しいと考えてもよい。従って、特徴点ファイルから次のようにして距離が得られる。

2 つの肩峰点 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) を結ぶ直線に頸椎点 (x_0, y_0) から降ろした垂線との交点の座標を M として、肩峰点との距離を求める。右肩峰点幅は、右肩峰点座標と交点 M との距離であり、左肩峰点幅は、左肩峰点座標と交点 M との距離である。得られた距離の和、差および比をとり、相関をみる。

角度との相関よりも若干良くなっている。第 1 軸、第 2 軸および第 3 軸を合わせた場合には、相関係数が 95% であり、第 1 軸と第 2 軸のみでの相関係数は 92% となっている。つまり、第 3 軸のみでは 3% 程度しか向上しない。第 1 軸と第 2 軸では得られた因子の相関係数も高くなっているのは、因子の明確さを表すものといえ、第 2 軸、第 3 軸に従って、因子の相関係数も低くなるのは当然である。

では、どの程度の相関係数であればよいのかを推定する。第 1 軸と第 2 軸で 91.64% の説明ができる。この状況が正規分布として表されたとすると、変数 $u = 1.3813$ であり、第 3 軸を加えたときには、 $u = 1.7438$ となる。この正規分布性を用いると、第 3 軸の相関係数は、0.424 程度でよいことになる。分布の形が明確でないが、正規性を考慮すれば、オーダー的には、第 1 軸や第 2 軸のように高い相関係数を求めることが困難であると考えられる。

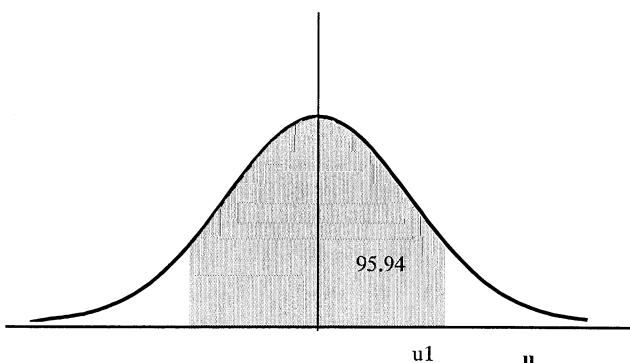


図 1-6-11 相関係数の推定

このように考えると、角度よりも軸移動による不均整の相関係数が高く、中でも、差の表示よりも比の方がよいと考えられる。

表 1-6-6 第3軸の相関結果

	左肩峰点		右肩峰点		頸椎点		左肩峰幅	右肩峰幅	差	比
	x	y	x	y	x	y				
A1	255.2	1350.2	-158.6	1336.4	44.8	1291.6	210.52	203.51	7.00	0.5085
A2	258.6	1336.4	-158.6	1339.8	34.5	1439.8	224.11	193.11	31.00	0.5372
A3	248.3	1367.4	-137.9	1350.2	51.7	1436.4	196.79	189.79	7.01	0.5091
A4	258.6	1353.6	-131.0	1350.2	51.7	1412.3	206.91	182.71	24.20	0.5311
A5	262.1	1370.9	-162.1	1370.9	58.6	1436.4	203.50	220.70	-17.20	0.4797
A6	251.7	1353.6	-144.8	1339.8	58.6	1429.5	193.22	203.52	-10.31	0.4870
A7	255.2	1370.9	-141.4	1370.9	48.3	1429.5	206.90	189.70	17.20	0.5217
A8	251.7	1341.0	-155.2	1323.8	65.5	1420.3	186.37	220.90	-34.53	0.4576
A9	248.3	1382.4	-127.6	1378.9	65.5	1434.1	182.81	193.11	-10.30	0.4863
O1	220.7	1219.1	-134.5	1205.4	69.0	1236.4	151.81	203.65	-51.84	0.4271
O2	244.8	1405.4	-151.7	1384.7	51.7	1457.1	193.36	203.68	-10.31	0.4870
O3	234.5	1315.7	-137.9	1326.0	86.2	1395.0	148.36	224.19	-75.83	0.3982
O4	210.3	1277.8	-131.0	1291.6	69.0	1315.7	141.42	200.16	-58.75	0.4140
O5	224.1	1177.8	-117.2	1195.0	72.4	1226.0	151.89	189.84	-37.95	0.4445
O6	224.1	1264.0	-134.5	1232.9	75.9	1308.8	148.76	211.19	-62.43	0.4133
O7	200.0	1401.9	-141.4	1388.1	79.3	1412.3	120.80	220.88	-100.08	0.3535
O8	237.9	1322.6	-151.7	1332.9	58.6	1398.5	179.36	210.37	-31.01	0.4602
O9	234.5	1257.1	-131.0	1250.2	79.3	1301.9	155.23	210.34	-55.11	0.4246
O10	265.5	1243.3	-100.0	1257.1	41.4	1329.5	224.26	141.50	82.76	0.6131
O11	241.4	1181.2	-141.4	1195.0	72.4	1257.1	169.11	213.94	-44.83	0.4415
O12	224.1	1229.5	-165.5	1239.8	100.0	1298.5	124.14	265.59	-141.45	0.3185
O13	244.8	1239.8	-106.9	1257.1	34.5	1305.4	210.55	141.57	68.98	0.5980
O14	248.3	1260.5	-144.8	1277.8	62.1	1336.4	186.38	207.10	-20.72	0.4737
O15	251.7	1270.9	-134.5	1288.1	48.3	1350.2	203.60	182.98	20.62	0.5267
O16	241.4	1346.7	-127.6	1336.4	69.0	1381.2	172.47	196.68	-24.21	0.4672
O17	241.4	1284.7	-131.0	1284.7	48.3	1319.1	193.10	179.30	13.80	0.5185
O18	251.7	1226.0	-124.1	1229.5	41.4	1277.8	210.31	165.51	44.80	0.5596
O19	265.5	1277.8	-127.6	1260.5	41.4	1336.4	224.32	169.16	55.15	0.5701
O20	217.2	1284.7	-155.2	1260.5	79.3	1353.6	138.19	234.99	-96.80	0.3703
O21	265.5	1270.9	-131.0	1260.5	34.5	1343.3	231.08	165.56	65.52	0.5826
O22	251.7	1270.9	-134.5	1281.2	48.3	1332.9	203.47	182.87	20.61	0.5267
O23	237.9	1260.5	-117.2	1267.4	34.5	1322.6	203.44	151.73	51.71	0.5728

相関係数 -0.5837 0.4988 -0.5866 -0.5918

また、第3軸の相関を示すと、次のようになる。

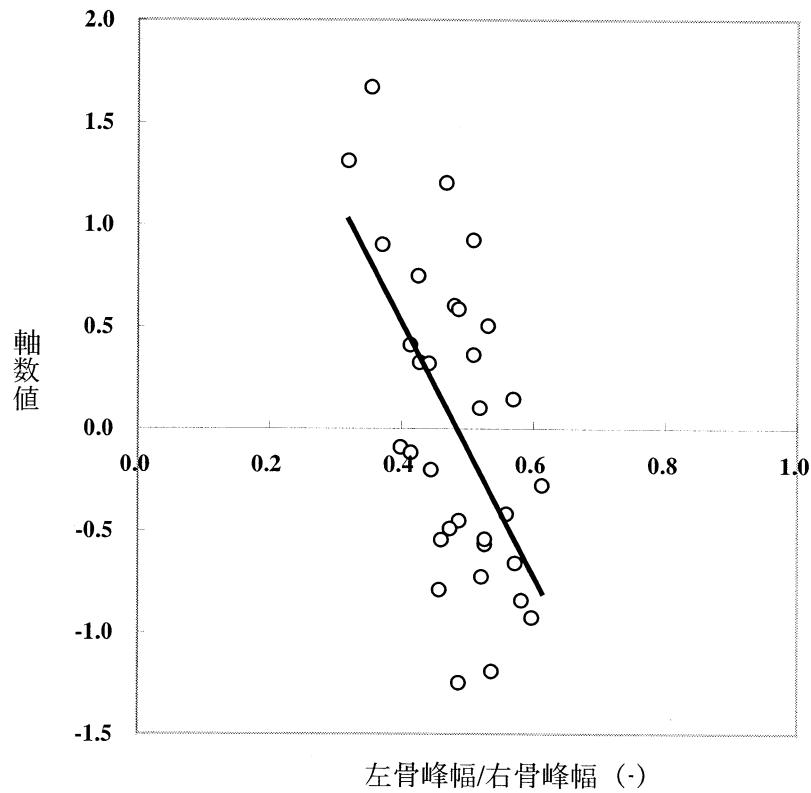


図 1-6-12 第3軸相関図

1.7 高齢者特性の分布

前節の多次元尺度法により、高齢者特性の類型化の因子として、次の3つの因子を導出した。すなわち、第1軸は高齢化にともなって、姿勢が前傾していくことを表している。第2軸は、高齢にともなって背が低くなったり、小さくなったりしていくことを表し、第3軸では、脊柱が左右いずれかに曲っていくことを示している。

設計担当者にとって重要なのは、商品開発に必要な消費者のセグメントであり、そのためにはこれらの特性の分布を知ることである。このための方法として、人間工学でよく用いられるパーセンタイル値による表記を行った。

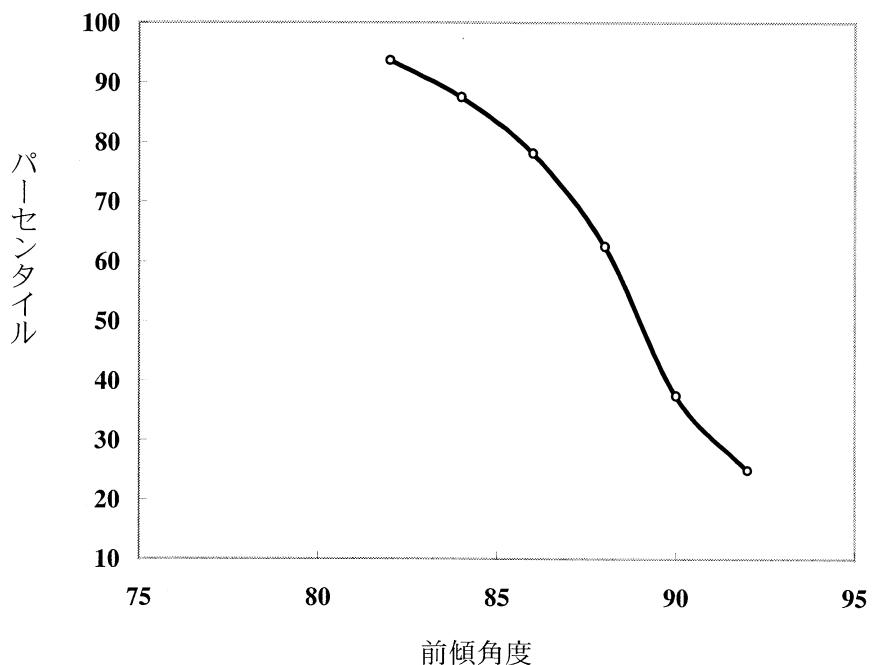


図 1-7-1 前傾角度の分布

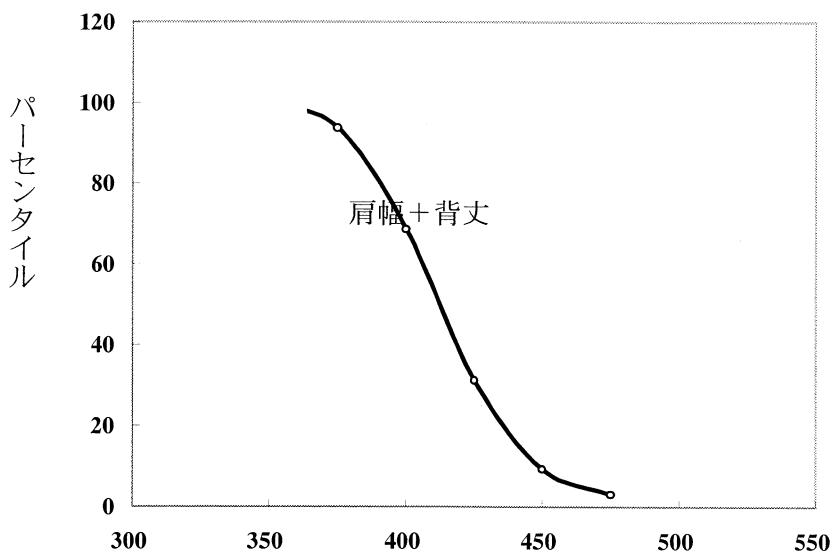


図 1-7-2 肩幅+背丈の分布

この図からみると、姿勢が 90° より大きい高齢者は全体で 40% 弱であり、後の 60% の高齢者に適合した椅子やリクライニングシートの背面には、前傾角度を考慮した設計が必要となる。

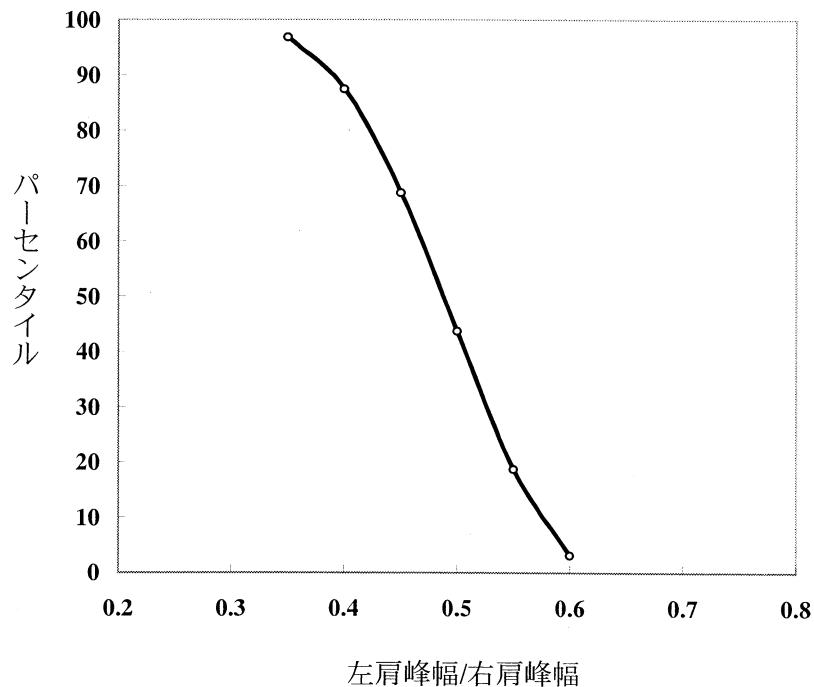


図 1-7-3 左右不均整度の分布

このような特性は、企業が製品を開発において、市場性を検討する上できわめて重要な因子に関する情報を提供するものであり、具体的な生産する商品量の決定には企業の戦略を含めた意思決定を伴うことになる。

2章 高齢者の体幹形状データからの特性抽出と 方法論の開発

2.1 開発の目的

今日、国民のほとんどは既製服を利用しているが、高齢者が衣服を求めようとすると、その寸法や形を含めて適切なデザインの製品が少ないので現状である。その原因を探ると、一つに衣服購買意欲の高い若い人々を対象とする産業傾向があげられよう。しかしそれだけではなく、高齢者用衣服設計の基盤となるデータの不備があったことは否めない事実である。HQL による高齢者の身体計測データは、これらのニーズに応える貴重なものである。特に洋服各部の「形」を改善するために必要な画像データが、全国規模で初めて集められたもので、国外でもこの種のデータへの関心が高まっている。しかし、折角のデータをアパレル等の製品設計に活かすための研究は少なく、今後多くの活用手法の開発が必要であると考えられる。たとえばシルエット、すなわち身体を外側方向から見た場合に体幹が描く輪郭線は、従来から洋服製作技術者によって観察されてきたものである。そして体型観察の結果は猪首、猫背、出腹などの言葉で言い表され、それに対応するための型紙作成法が提案してきた。しかしこれらの言葉で表される身体特徴が数量的に捉えられ表示された例はあまりなく、その結果、型紙作成法はたとえ同様な結果を期待する場合であっても、技術者間で矛盾するなどの混乱も見られた。人体と型紙の形態的関係を明らかにする必要があり、その第一歩が、衣服設計に結びつく人体特性の把握と類型化である。本研究は、画像データを用いて体幹形状の特性抽出と類型化の方法について検討し、高齢者向け既製衣料の適合性向上に結びつけようとするものである。

2.2 方法と分析 1 高齢者のシルエットの特徴抽出と類型化

2.2.1 シルエットの衣服設計上の意義

図 2-2-1 は高齢者特有の衣服着用時の姿を示している。すなわち、上着の衿から背中が少しのぞき、スカートなどの裾が後ろ下がり前上がりの状態になっている。また背中の丸くなっている人では、上着や肌着の第 1 ボタンをはめると下位のボタンが自然に左右に分かれてしまいにくい、上着の胸元がだぶつく、形が悪い、着心地が悪い、介護者が着せにくくといった問題が頻発している。これらの不具合は衣服の前と後ろのバランスが身体に合っていないことからくると思われる。具合の良い衣服を設計しようとするならば、人体を横から見たときの形、シルエットがこの問題を解く鍵であろうと思わせる。そこで 50 歳代

は高齢者と言えうには当たらないが、壮年から初老期にさしかかる次期であり、加齢に伴う推移をも観察する必要があるのであえて、50歳代から80歳代を対象とした。身体の前面と背面がえが描くシルエットを捉え、年齢的な特性を知るために20歳代の若者との比較を行い、また加齢変化を含めた個人差を特徴づける主成分を明らかにし、さらに衣服設計のいくつかの観点から検討した。

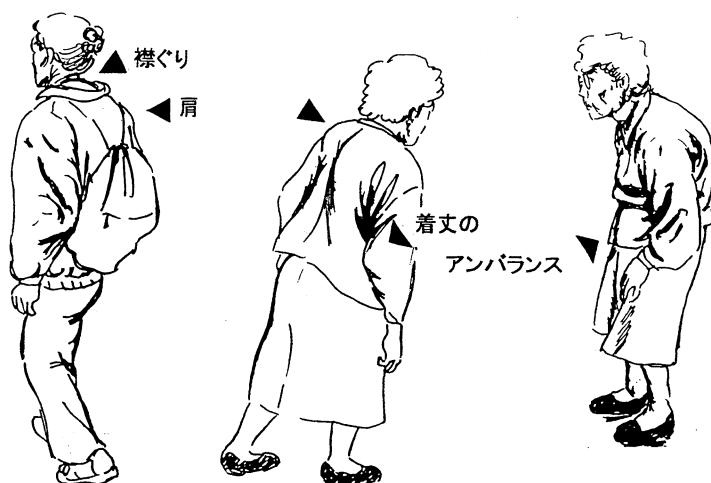


図 2-2-1 高齢の人々によくある衣服の不適合

サンプルは HQL の全国サンプルから抽出した 20 歳代、50 歳代、60 歳代、70 歳代、80 歳代の各年齢グループで各 50 名である。サンプルのうち、マークの不備なものや前面の画像と背面の画像がうまくつながらない例は解析から省いた。各サンプルの体格を HQL の大きいサンプルの体格と比較したが（表 2-2-1）、有意な差はない。したがって偏りはないものと判断される。

表 2-2-1 被験者の体格

性別・年代	項目	本資料				全国資料		
		N	MEAN	S.D.	t検定	N	MEAN	S.D.
男性20歳代	身長(cm)	47	169.7	4.7		4669	170.6	5.7
	体重(kg)	47	64.5	8.6	*	4669	65.6	9.2
男性50歳代	身長(cm)	45	164.8	4.5		1412	164.8	5.6
	体重(kg)	45	66.1	7.7		1454	64.1	8.2
男性60歳代	身長(cm)	48	159.9	4.5		453	164.8	5.6
	体重(kg)	48	58.1	7.7		453	64.1	8.2
男性70歳代	身長(cm)	39	158.5	5.9		486	158.6	5.7
	体重(kg)	39	57.0	8.5		493	56.7	8.6
男性80歳代	身長(cm)	44	155.3	5.2		178	157.1	6.9
	体重(kg)	44	51.8	6.4	*	178	54.7	7.9
女性20歳代	身長(cm)	46	158.2	5.8		3956	158.2	5.1
	体重(kg)	46	51.4	6.6		3956	50.8	6.2
女性50歳代	身長(cm)	46	152.3	5.9		1045	152.4	5.3
	体重(kg)	46	54.3	8.5		1061	53.7	7.5
女性60歳代	身長(cm)	48	148.9	4.5		689	149.7	5.4
	体重(kg)	48	52.8	5.7		689	52.8	7.5
女性70歳代	身長(cm)	38	146.6	6.2		665	146.0	5.5
	体重(kg)	38	49.6	9.3		676	49.7	7.8
女性80歳代	身長(cm)	45	144.9	4.0		150	143.5	5.3
	体重(kg)	45	49.3	8.6		150	46.9	9.0

*: p<0.05

**: p<0.01

なお、省かざるを得なかった例は、50名のサンプル中、50歳代では男5、女4例であるが、70歳代では男11例、女12例にのぼり、高齢とともに確実に人体計測を行うことが急速に難しくなること示した。サンプルから省いた理由として70歳代が多いのは、体幹の動搖によると思われる画像のゆがみである。

2.2.2 シルエットの作成

原資料は、個人のHQLによる3次元計測データで、3次元座標値データと輝度データが一体になっているため、図2-2-2に見るようにマークの位置や体表の状況を知ることができる。前面、後面の上半身と下半身の4画面の座標系を統一して使用することとなる。

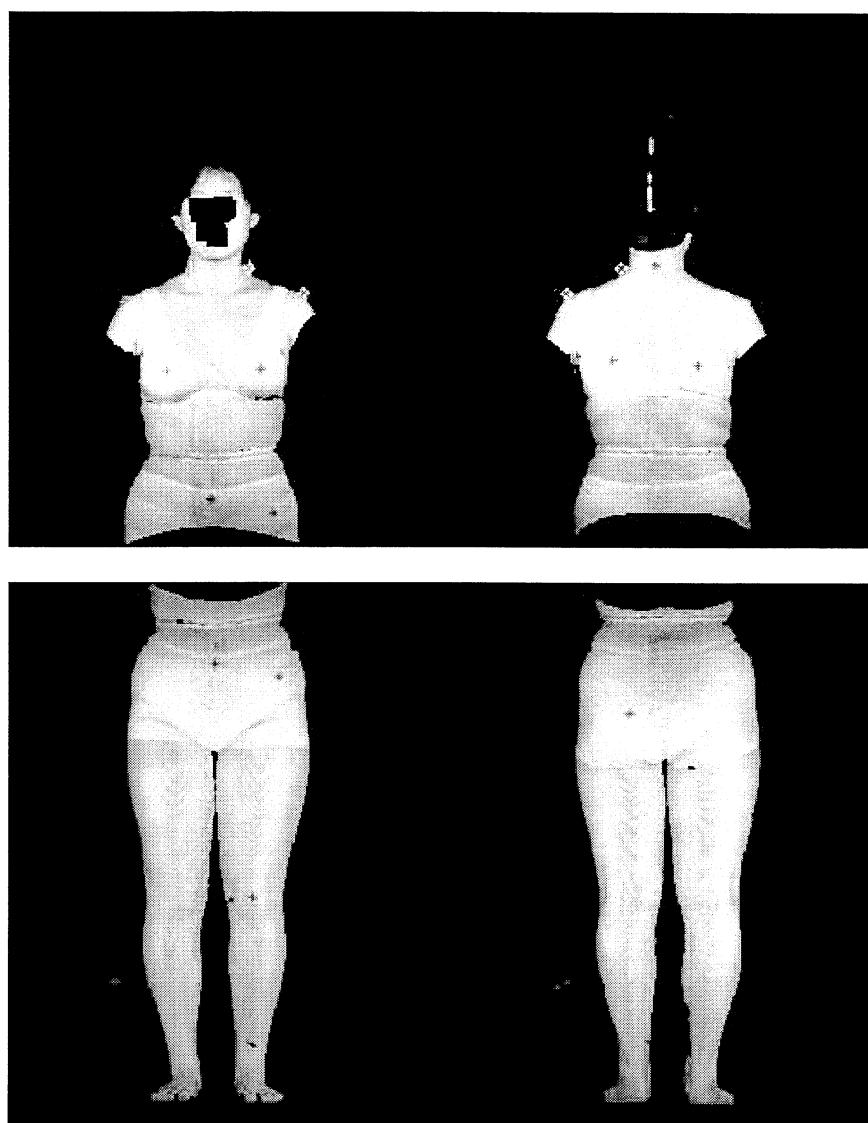


図2-2-2 資料とした画像データ（マスク後）

①マスク作成

個人のプライバシー保護のために目、鼻などを隠す。また、シルエット作成する上で不要となる上肢の腋窩点より下の部分を消去する。

②断面図と特徴点の位置確認

3D—Rugle の 2 面計測オプションを用いて、顎下から足先まで 9mm 間隔で水平断面を切り取る。切り取った各断面の形は 4 度間隔の 90 点の X・Y・Z 座標値で表されている。さらに、3D—Rugle の 1 点計測のコマンドにより、解析の基準となる特徴点の座標値を記録した。

③シルエット作成

X・Y・Z 座標を Excel に取り込み（図 2-2-3）、側面からのシルエットを描くため、各断面の Z 値の最大値・最小値を取り出す。これを YZ 平面に表すと、最大値が前面のシルエットとして、最小値が後面のシルエットとしてグラフに描かれる（図 2-2-4）。

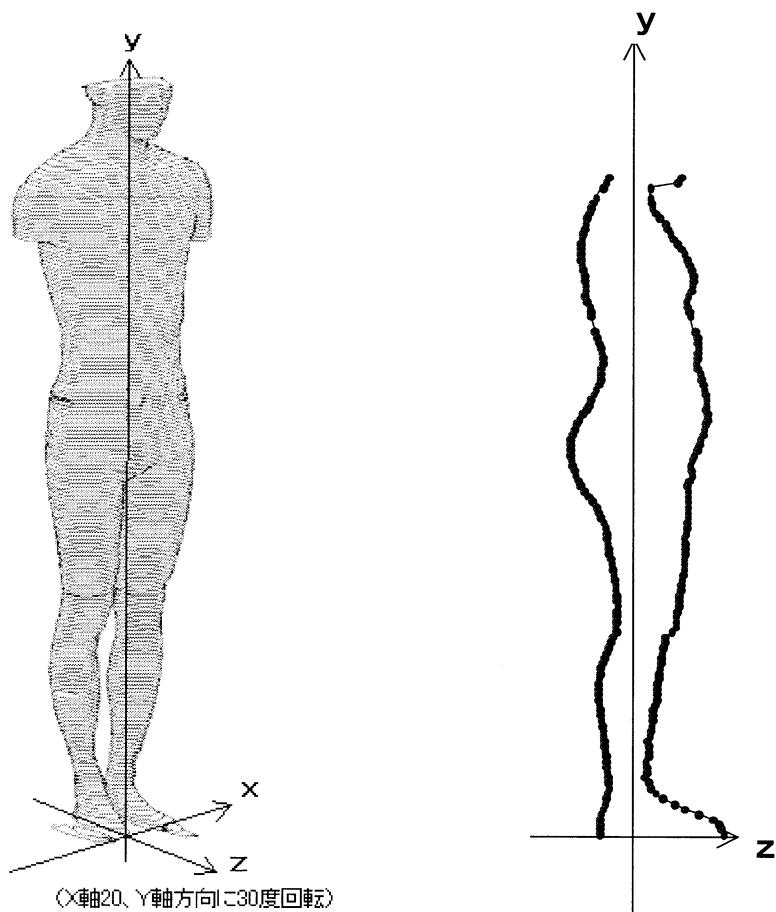


図 2-2-3 全身の 3 次データの採取

図 2-2-4 側面シルエットの抽出

2.2.3 シルエット特性の数量化

先に作成したシルエット上に図 2-2-5 に示す特徴点を定める。背側の点と前側の頸窩点、乳頭点、前ウエスト点、腹最凸点の 4 点は、それぞれが生体の構造や外形に深く関わる意義を持っている。しかし前側の、上に記した以外の点は背側の点と同レベルにある前側の点という意味だけの点である。点の名称は一部を除いて便宜的なものと考えている。

これらの特徴点における高さ、厚み、角度、シルエット長を算出した。角度については、図 2-2-6 に示すように定義した。

- A : 頸椎点・背部最凸点・後ウエスト点を結ぶ 2 線の角度。上背部の突出度
- B : 背部最凸点・後ウエスト点・殿部最凸点を結ぶ 2 線の角度。腰部の前湾
- C : 後ウエスト点・殿部最凸点・殿溝点を結ぶ殿部の突出度
- D : 殿溝点・膝窩点・踝位後点を結ぶ 2 線の角度。膝裏の角度
- E : 前ウエスト点・腹最凸点・殿位前点を結ぶ 2 線の角度。腹部の突出度
- F : 頸椎点とウエストを結ぶ直線の傾き。体幹上部の前傾の程度
- G : 頸椎点と頸窩点を結ぶ直線の水平との角度。頸付け根の前下がり度
- H : 頸窩点とウエストを結ぶ直線の傾き。体幹前面の傾斜

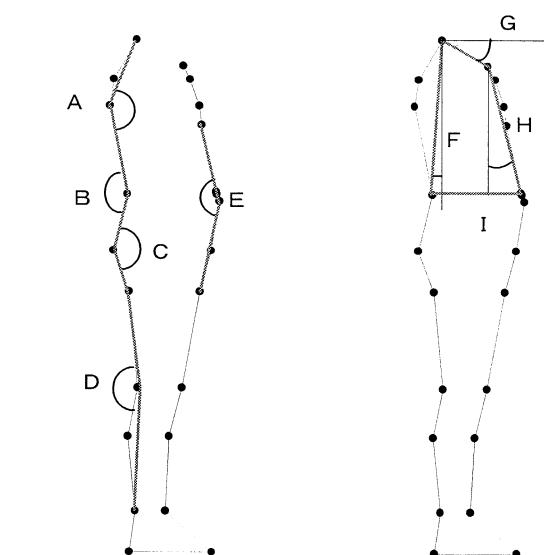
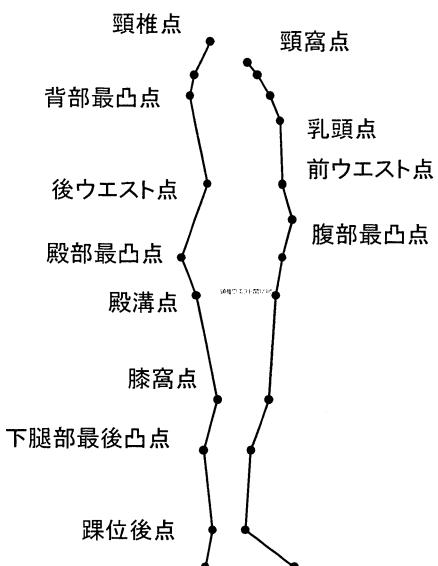


図 2-2-5 解析に用いる点の設定

図 2-2-6 シルエットの角度項目

2.2.3 シルエット特性の年齢的差異

量産を前提とする既製服の場合、その製品ターゲットの年齢的特性は大きな意味を持つ。

そのため、シルエット上の点の高さ、その位置での厚み、部位の角度について平均的な傾向を捉えておく必要がある。これらの情報は、後に述べるよな衣服寸法の調節の際に、そして人体ダミーの作製の際に生かされるものと考えられる。なお、今回資料は横断的なものなので、各年齢層による差異を加齢変化とするのは妥当ではない。定性的には変化と考えて差し支えない場合にはそのようにあらわす場合がある。

①高さ項目

年齢グループ別の平均値と標準偏差は表 2-2-2 の通りである。50 歳代以降のグループは、20 歳代に比べて年齢が進むと伴に高さ項目の値が小さくなる傾向を示す。今回のような横断資料では、各年齢グループの値に対する加齢の影響とともに時代的な環境の影響があると考えられる。ここではそのような意味で身長の差を考慮しなければならない。そこで、頸椎点の高さを 100 とするパーセンテージを求めた表 2-2-3 に示す。

表 2-2-2 シルエット上の点の高さ

男性

項目	20歳代		t検定	50歳代		t検定	60歳代	
	MEAN	S.D.		MEAN	S.D.		MEAN	
頸椎点	1437.6	51.8	***	1397.7	42.8	**	1367.5	
頸窩点	1376.3	45.8	***	1326.9	40.4	**	1296.9	
頸椎ウエスト 1/4	1333.1	49.9	***	1288.9	42.8	**	1261.8	
背最凸点	1271.3	51.8	***	1223.5	53.4	**	1190.7	
乳頭点	1218.2	42.2	***	1168.6	35.2	***	1139.1	
前ウエスト点	1028.1	50.1	***	955.5	61.1		959.9	
後ウエスト点」	1019.0	49.7	***	964.6	45.3		954.4	
腹最凸点	903.0	92.8		931.4	55.1		934.5	
殿最凸点	836.6	41.7	***	803.6	34.6		803.2	
殿溝点	716.7	40.8	***	691.1	31.0		693.6	
膝窩点	442.1	25.2	***	404.9	19.2	***	435.3	
下腿位後点	317.6	17.0	***	305.6	15.9		305.4	
踝位後点	104.6	19.4	***	92.4	9.9	***	106.9	
<hr/>								
項目	60-70		70歳代		70-80		80歳代	
	S.D.	t検定	MEAN	S.D.	t検定	MEAN	S.D.	
頸椎点	52.1	*	1343.3	56.0		1326.6	49.1	
頸窩点	51.0		1278.8	53.9		1263.2	44.9	
頸椎ウエスト 1/4	48.1		1242.1	55.4		1230.1	46.9	
背最凸点	58.2	**	1154.7	61.5		1144.5	62.8	
乳頭点	47.7	*	1112.3	49.1	**	1084.1	45.4	
前ウエスト点	50.1		941.1	57.2		956.0	52.5	
後ウエスト点」	47.3	*	931.7	48.7		938.0	45.4	
腹最凸点	52.4	***	881.8	61.7		890.9	55.7	
殿最凸点	41.5		792.7	42.5		794.6	33.0	
殿溝点	37.0	***	661.9	32.6	*	678.0	30.1	
膝窩点	26.2	***	396.0	22.0	***	437.3	22.6	
下腿位後点	20.2	***	288.5	20.0		286.1	20.2	
踝位後点	13.5	***	90.0	9.9	***	103.0	9.2	

* : p <0.05

** : p <0.01

*** : p <0.001

女性

項目	20歳代		t検定	50歳代		t検定	60歳代	
	MEAN	S.D.		MEAN	S.D.		MEAN	
頸椎点	1333.5	52.4	***	1285.8	54.9	*	1260.6	
頸窩点	1282.3	53.1	***	1226.6	53.7	*	1201.9	
頸椎ウエスト1/4	1243.2	49.4	***	1197.1	54.3	*	1173.1	
背最凸点	1185.2	53.3	***	1123.7	54.4	***	1085.7	
乳頭点	1121.3	49.0	***	1057.5	49.8	**	1027.7	
前ウエスト点	971.8	49.2	***	928.6	45.5		918.8	
後ウエスト点	971.7	44.1	***	925.3	42.8		915.8	
腹最凸点	884.7	56.7	***	826.7	40.6		835.9	
殿最凸点	782.7	37.5	***	741.7	38.1		740.6	
殿溝点	696.3	32.5	***	648.8	31.9		642.4	
膝窩点	422.7	28.9	***	387.1	23.8	*	396.8	
下腿位後点	290.8	21.4	***	274.1	16.5		271.8	
踝位後点	88.1	14.0		88.3	9.1		84.9	
項目	60-70		70歳代		70-80		80歳代	
	S.D.	t検定	MEAN	S.D.	t検定	MEAN	S.D.	
頸椎点	44.6		1241.5	56.6		1231.2	36.8	
頸窩点	41.0	*	1176.3	55.0		1173.7	35.3	
頸椎ウエスト1/4	44.0		1156.8	53.0		1145.7	38.1	
背最凸点	53.1		1062.3	66.9	*	1030.6	57.1	
乳頭点	44.4	*	1002.9	50.3	**	971.8	41.1	
前ウエスト点	39.9		909.2	45.1		915.8	28.5	
後ウエスト点	43.5		899.0	42.4		896.7	33.8	
腹最凸点	38.6	***	806.6	36.9		805.4	31.6	
殿最凸点	34.9		733.1	38.6		745.1	35.1	
殿溝点	31.8	*	625.8	31.5		622.0	25.3	
膝窩点	17.5	***	372.6	20.7	***	391.3	15.5	
下腿位後点	20.2	**	259.1	19.4	**	243.7	27.3	
踝位後点	9.0	**	89.9	7.9	***	109.9	16.9	

表 2-2-3 シルエット上の点の高さ（頸椎を 100 とした場合）

男性

項目	20歳代		t検定	50歳代		t検定	60歳代	
	MEAN	S.D.		MEAN	S.D.		MEAN	
頸椎点	100	0		100	0		100	
頸窩点	95.7	0.7	***	94.9	0.8		94.8	
頸椎ウエスト1/4	92.7	0.4	***	92.2	0.6		92.3	
背最凸点	88.4	2.0		87.5	2.7		87.1	
乳頭点	84.8	1.0	***	83.6	1.1		83.3	
前ウエスト点	71.5	1.9	***	68.3	3.2	**	70.2	
後ウエスト点	70.9	1.7	***	69.0	1.9	*	69.8	
腹最凸点	62.7	4.9	***	66.6	3.4	*	68.4	
殿最凸点	58.2	1.4	*	57.5	1.3	***	58.7	
殿溝点	49.8	1.6		49.4	1.3	***	50.7	
膝窩点	30.0	4.8		29.0	1.0	***	31.8	
下腿位後点	22.1	1.0		21.9	0.8	*	22.3	
踝位後点	7.3	1.3	**	6.6	0.7	***	7.8	
項目	60-70		70歳代		70-80		80歳代	
	S.D.	t検定	MEAN	S.D.	t検定	MEAN	S.D.	
頸椎点	0		100	0		100	0	
頸窩点	1.1		95.2	0.7		95.2	1.1	
頸椎ウエスト1/4	0.7		92.5	1.0		92.7	0.7	
背最凸点	2.4		86.0	3.3		86.2	2.9	
乳頭点	1.2		82.8	1.1	***	81.7	1.6	
前ウエスト点	2.5		70.1	3.0	**	72.1	2.8	
後ウエスト点	1.7		69.3	1.7	**	70.7	2.1	
腹最凸点	3.2	**	65.7	4.6		67.1	3.1	
殿最凸点	1.7		59.0	2.1		59.9	2.2	

殿溝点	1.3	***	49.3	1.3	***	51.1	1.4
膝窩点	1.3	***	29.5	1.4	***	33.0	1.3
下腿位後点	1.2	***	21.5	1.2		21.6	1.3
踝位後点	0.9	***	6.7	0.7	***	7.8	0.7

女性							
項目	20歳代		t検定	50歳代		t検定	60歳代
	MEAN	S.D.		MEAN	S.D.		
頸椎点	100	0		100	0		100
頸窩点	96.2	0.9	***	95.4	1.0		95.3
頸椎ウエスト1/4	93.2	0.3		93.1	0.9		93.1
背最凸点	88.9	1.7	***	87.4	2.1	**	86.1
乳頭点	84.1	1.4	***	82.2	1.4	*	81.5
前ウエスト点	72.9	1.9		72.2	1.5		72.9
後ウエスト点	72.9	1.0	***	72.0	1.2	*	72.6
腹最凸点	66.3	2.8	***	64.3	1.4	***	66.3
殿最凸点	58.7	1.4	***	57.7	1.4	**	58.8
殿溝点	52.2	1.1	***	50.5	1.3		50.9
膝窩点	31.7	1.5	***	30.1	1.4	***	31.5
下腿位後点	21.8	1.1	*	21.3	1.0		21.6
踝位後点	6.6	1.1		6.9	0.7		6.7
項目	60-70		t検定	70歳代		t検定	80歳代
	S.D.			MEAN	S.D.		
頸椎点	0			100	0		100
頸窩点	1.0	*		94.8	1.2	*	95.3
頸椎ウエスト1/4	0.6			93.2	1.6		93.1
背最凸点	2.6			85.5	2.8	**	83.7
乳頭点	1.6	*		80.8	1.4	***	78.9
前ウエスト点	2.1			73.3	2.3	**	74.4
後ウエスト点	1.6			72.4	1.7		72.8
腹最凸点	2.3	**		65.0	1.8		65.4
殿最凸点	2.3			59.1	1.9	**	60.5
殿溝点	1.4			50.4	1.6		50.5
膝窩点	0.7	***		30.0	0.9	***	31.8
下腿位後点	1.4	*		20.9	1.4	**	19.8
踝位後点	0.7	***		7.2	0.6	***	8.9

図 2-2-7 は頸椎高で基準化した各点の高さで描いた図である。各点の高さは、相対的には加齢に伴って大きな増減は認められない。その中で、男女共通には、背最凸点と乳頭点は加齢に伴い位置が相対的に下がるり 80 歳代で顕著となる。この傾向は女性で顕著である。なお、若い成人においては背最凸点は肩甲骨によって作り出されているが（松山ら 1998）、高齢女性では、脊柱部が最も後方に突出する例が増してくる。このことが関係しているかもしれない。前ウエスト点、後ろウエスト点は本人がベルトを締める位置であって衣服設計上重要な点である。これらの高さには大きな変化はないようであるが、後ろと前の関係でみると、前のウエスト点が後ろよりも高くなる現象が男女ともに 70,80 歳代に見られる。男女で傾向が異なるのは腹最凸点である。

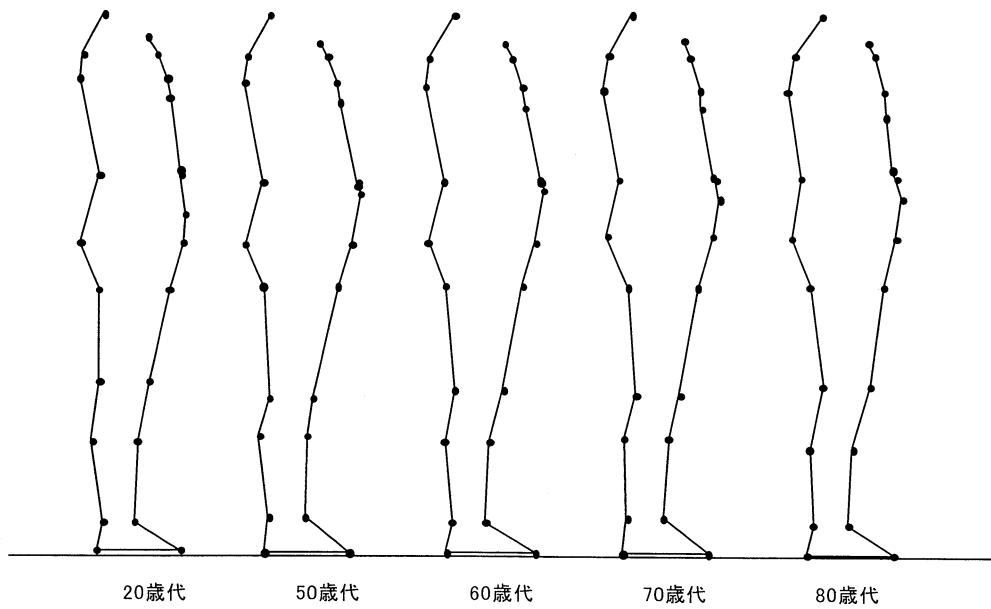


図 2-2-7-a シルエットの加齢に伴う推移－男性－
(頸椎点を 100 として基準化したシルエット)

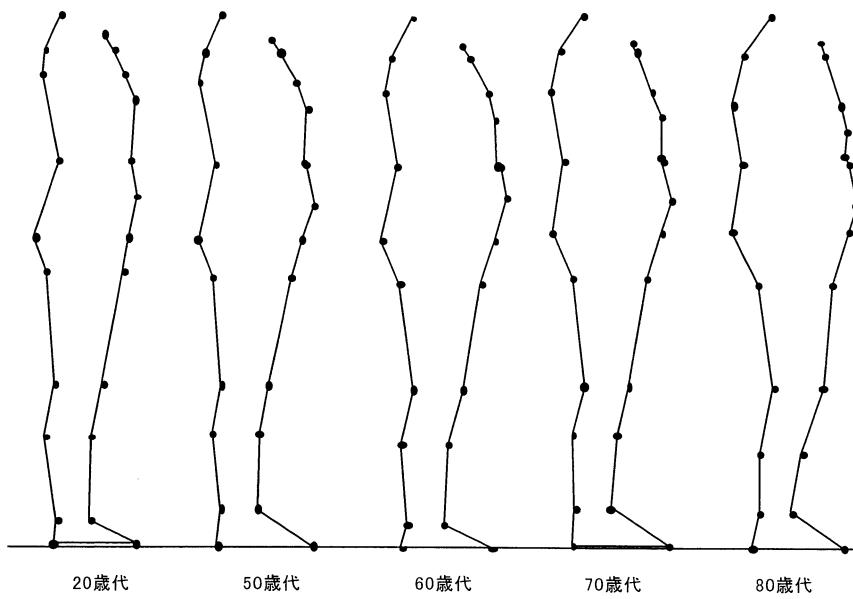


図 2-2-7-b シルエットの加齢に伴う推移－女性－
(頸椎点を 100 として基準化したシルエット)

図 2-2-8 に見られるように、男性では 20 歳代で低い位置にあった腹最凸点が 50 歳代以後で高い位置にくるのに対し、女性では、腹最凸点は、若い時期から男性よりも相対的に高い位置にあり、その後あまり変化しない。

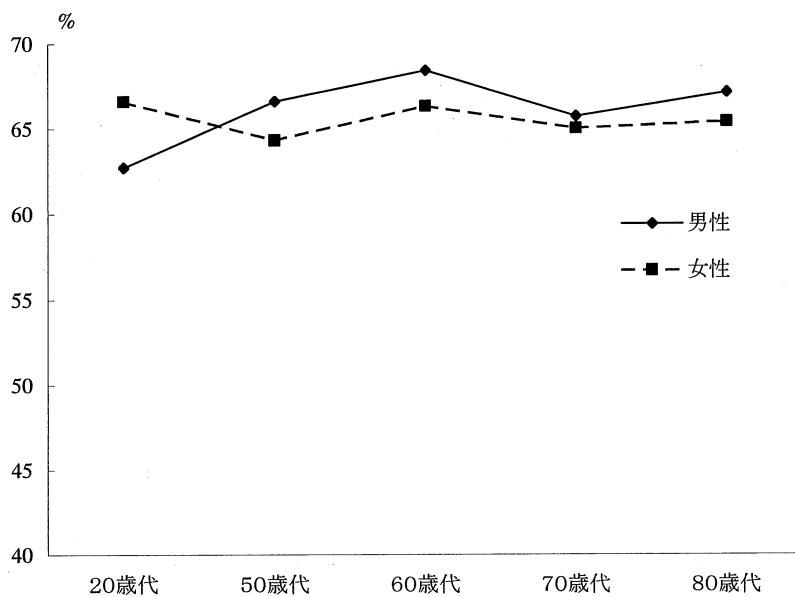


図 2-2-8 シルエット上の腹最凸点の高さの加齢に伴う推移

②厚み項目

シルエット各部の厚みは表 2-2-4 のとおりである。厚み項目では加齢に伴う変化を示唆するものがいくつかあるので、平均値を図 2-2-9 に示した。

表 2-2-4 シルエット上の各部位の厚み

男性

項目	(単位:mm)						
	20歳代 MEAN	S.D.	20-50 t検定	50歳代 MEAN	S.D.	50-60 t検定	60歳代 MEAN
頸椎ウエスト間1/4点位	187.9	15.6	**	199.2	18.4		198.7
背最凸点位	219.0	23.2	*	228.9	19.6		232.8
後ウエスト点位	204.4	23.8	***	234.8	28.1	**	233.2
殿最凸点位	257.1	16.5		262.7	20.2		256.1
殿溝点位	179.0	19.3		186.6	17.6		185.4
膝窩点位	121.5	27.2	**	106.4	11.0	***	115.5
下腿位後点位	113.8	7.7	*	117.9	7.9	***	107.7
踝位後点位	80.4	12.1	***	93.1	9.0	***	79.1
60-70 70歳代 70-80 80歳代							
項目	S.D.	t検定	MEAN	S.D.	t検定	MEAN S.D.	
頸椎ウエスト間1/4点位	20.8		197.1	20.5	**	185.3 21.2	
背最凸点位	25.1		232.3	29.3		223.4 22.0	
後ウエスト点位	32.8		233.4	37.9		221.0 36.3	
殿最凸点位	25.1		254.0	32.4		242.3 28.8	
殿溝点位	26.8	**	167.4	27.9		170.9 25.2	
膝窩点位	10.5	*	104.7	16.4		110.9 12.3	
下腿位後点位	10.2		106.5	10.4	**	100.0 8.7	
踝位後点位	10.9	***	90.4	10.8	***	79.3 7.5	

女性

項目	20歳代		t検定	50歳代		t検定	60歳代	
	MEAN	S.D.		MEAN	S.D.		MEAN	
頸椎ウエスト間1/4点位	161.5	17.5	***	175.0	18.1		174.7	
背最凸点位	197.0	19.7	***	223.3	26.4		232.2	
後ウエスト点位	171.1	19.6	***	208.1	34.8	**	229.6	
殿最凸点位	222.5	17.7	***	241.1	27.9	*	250.9	
殿溝点位	183.1	14.5		179.8	20.1		180.2	
膝窩点位	113.0	15.9	*	107.3	10.3		111.5	
下腿位後点位	107.5	8.7		109.4	8.9	**	104.1	
踝位後点位	79.5	8.4	**	84.5	6.7	*	80.8	
項目	60-70		t検定	70歳代		t検定	80歳代	
	S.D.			MEAN	S.D.		MEAN	S.D.
頸椎ウエスト間1/4点位	18.0			173.9	22.9		174.2	19.5
背最凸点位	23.7			228.2	27.2		234.9	33.3
後ウエスト点位	26.5			222.1	38.6		230.9	37.5
殿最凸点位	17.7			248.5	35.0		255.3	35.6
殿溝点位	17.3	**		167.7	25.4		163.9	21.8
膝窩点位	11.7	***		101.1	13.7	*	108.0	11.5
下腿位後点位	8.6	**		97.9	9.7	*	93.2	10.0
踝位後点位	7.1			79.5	7.2	***	69.1	8.2

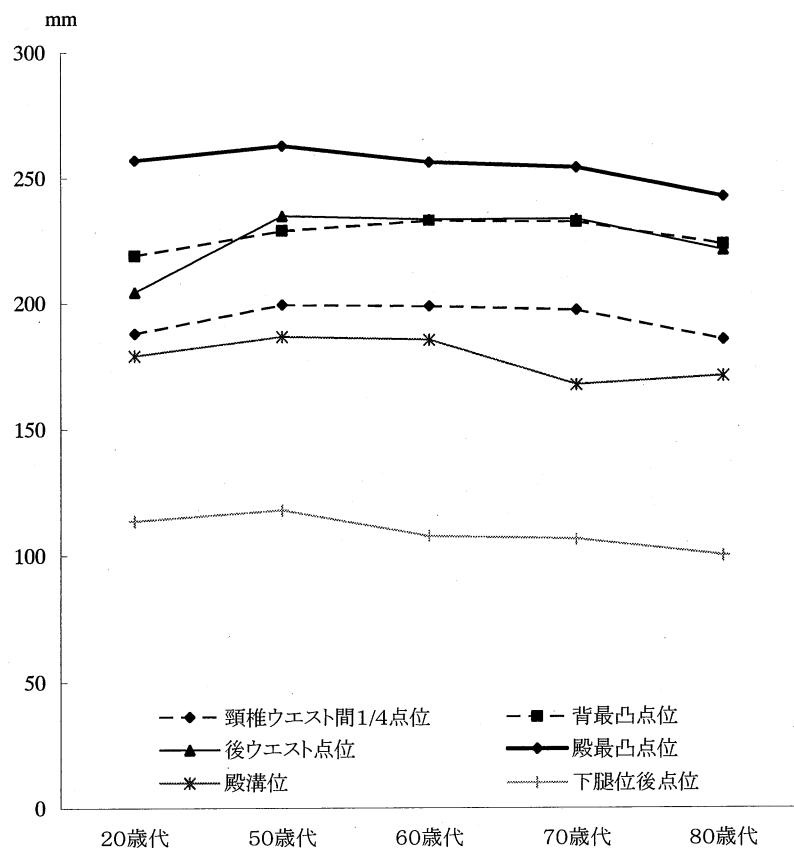


図 2-2-9-a

シルエットの厚みの加齢に伴う推移 (男性)

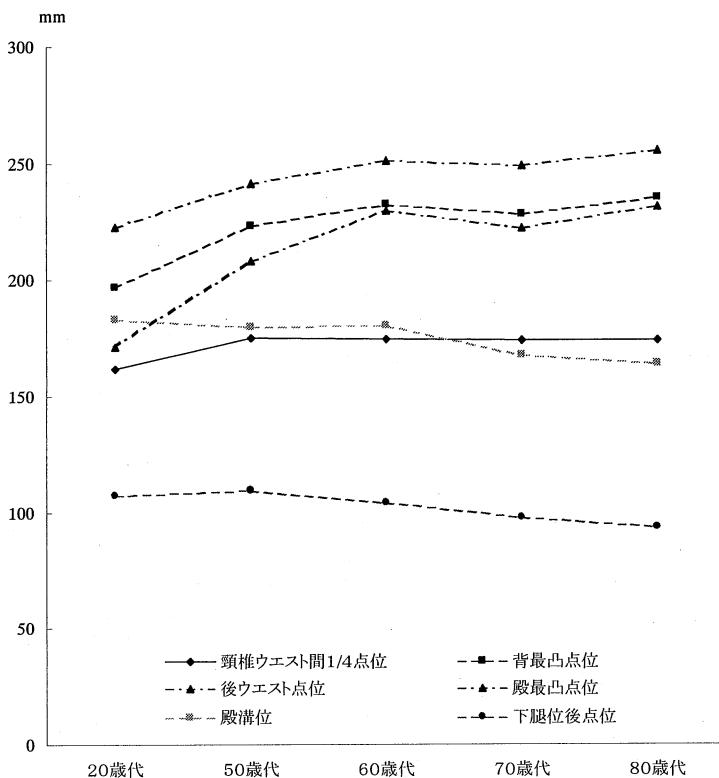


図 2-2-9-b シルエットの厚みの加齢に伴う推移（女性）

頸椎ウエスト間 1/4 点とは頸部の前湾から背部の後湾へかかるあたりである。この頸椎ウエスト間 1/4 点、背最凸点、後ウエスト点のレベルはいずれも体幹上部に当たる。これらの部位の厚みは、男性では 50 歳代～70 歳代は 20 歳代よりも厚く、80 歳代で減少している。女性ではこれらの体幹上部の厚みは 50 歳代以降 20 歳代よりも厚く 80 歳代でも減少しない。殿最凸点位では男性では厚みに増減が見られないが、女性では 50 歳代以降 20 歳代よりも厚く 80 歳代でも減少しない。膝窩点位、下腿位点では、男女ともに厚みは 20 歳代よりも小さく、女性では減少傾向を示すと思われる。

③角度項目

シルエット上の点がなす角度は表 2-2-5 のとおりである。加齢に伴う推移を図 2-2-10 に示すが、統計的に有意でない隣り合う年齢グループ間の差も含めて、男女共通の傾向が見られる。すなわち、上背部の突出の角度 A、膝裏の角度 D、腹部の突出角度 E、体幹上部全体の傾斜を示す角度 F では加齢に伴い値が減じ、上背部は突出する傾向に、膝はのびきらず屈曲する傾向に、腹部は突出傾向に、体幹上部が前傾を大きくする傾向にあると思われる。一方、後ろウエストの湾曲の角度 B、殿部の突出の角度 C は値が増し、これらの部位の平板化傾向を示す。角度 G は頸付け根の前下がり度、角度 H は体幹前面の傾斜であるが、50、

60歳代で増加の後減少が見られる。

表 2-2-5 シルエット上の角度

男性

項目	(単位 度)						
	20歳代 MEAN	S.D.	20-50 t検定	50歳代 MEAN	S.D.	50-60 t検定	60歳代 MEAN
上背部の突出 角度A	149.5	4.6		148.6	4.7		147.5
腰部の前湾 角度B	154.7	5.0		154.4	3.8		155.1
殿部の突出 角度C	144.5	6.3		144.0	4.7		145.7
膝の裏の角度 角度D	175.0	4.1		174.7	3.4		173.2
腹部の突出 角度E	169.4	7.2	***	157.5	6.8		157.7
体幹上部の前傾 角度F	-1.7	2.8		-2.3	2.9		-3.4
頸付根の前下がり度 角度G	28.9	5.5		30.4	6.8		30.5
前面の傾斜 角度H	13	2.9		14.2	3.4		14.2
			60-70	70歳代		70-80	80歳代
項目	S.D.	t検定	MEAN	S.D.	t検定	MEAN	S.D.
上背部の突出 角度A	6.1		149.0	5.7		148.1	4.9
腰部の前湾 角度B	5.1		158.1	7.4	**	162.8	6.9
殿部の突出 角度C	5.7		146.4	6.2	**	150.9	6.9
膝の裏の角度 角度D	4.8		170.9	5.6		169.4	5.2
腹部の突出 角度E	7.6		157.5	8.2		160.6	9.6
体幹上部の前傾 角度F	3.1		-4.3	3.3	*	-7.1	6.4
頸付根の前下がり度 角度G	7.9		29.0	6.0		31.0	9.3
前面の傾斜 角度H	4.5		12.8	5.8		10.2	6.7

女性

項目	20歳代						
	MEAN	S.D.	t検定	20-50 MEAN	S.D.	50-60 t検定	60歳代 MEAN
上背部の突出 角度A	152.8	5.1		151.6	5.0		151.3
腰部の前湾 角度B	152.2	5.5	**	156.4	6.3	**	160.2
殿部の突出 角度C	145.8	5.2		144.7	5.2	*	147.6
膝の裏の角度 角度D	174.5	3.2		174.9	4.1	***	170.6
腹部の突出 角度E	167.0	5.9	***	154.5	8.7		155.4
体幹上部の前傾 角度F	-0.4	3.2	**	-2.3	3.2	***	-5.5
頸付根の前下がり度 角度G	26.5	6.3		27.8	6.0		29.3
前面の傾斜 角度H	11.7	3.9	**	14.6	4.4		15.8
			60-70	70歳代		70-80	80歳代
項目	S.D.	t検定	MEAN	S.D.	t検定	MEAN	S.D.
上背部の突出 角度A	6.5	**	147.1	7.9		149.6	9.5
腰部の前湾 角度B	6.7		160.5	6.5	*	163.8	7.5
殿部の突出 角度C	7.5		147.1	6.4	***	168.7	8.7
膝の裏の角度 角度D	6.4		169.5	6.7	**	165.5	6.8
腹部の突出 角度E	8.0		155.1	6.1	*	158.7	8.3
体幹上部の前傾 角度F	4.0	*	-7.6	5.0	*	-4.7	6.1
頸付根の前下がり度 角度G	8.6		31.4	7.9		27.9	9.0
前面の傾斜 角度H	5.0	*	13.1	6.9		11.1	6.2

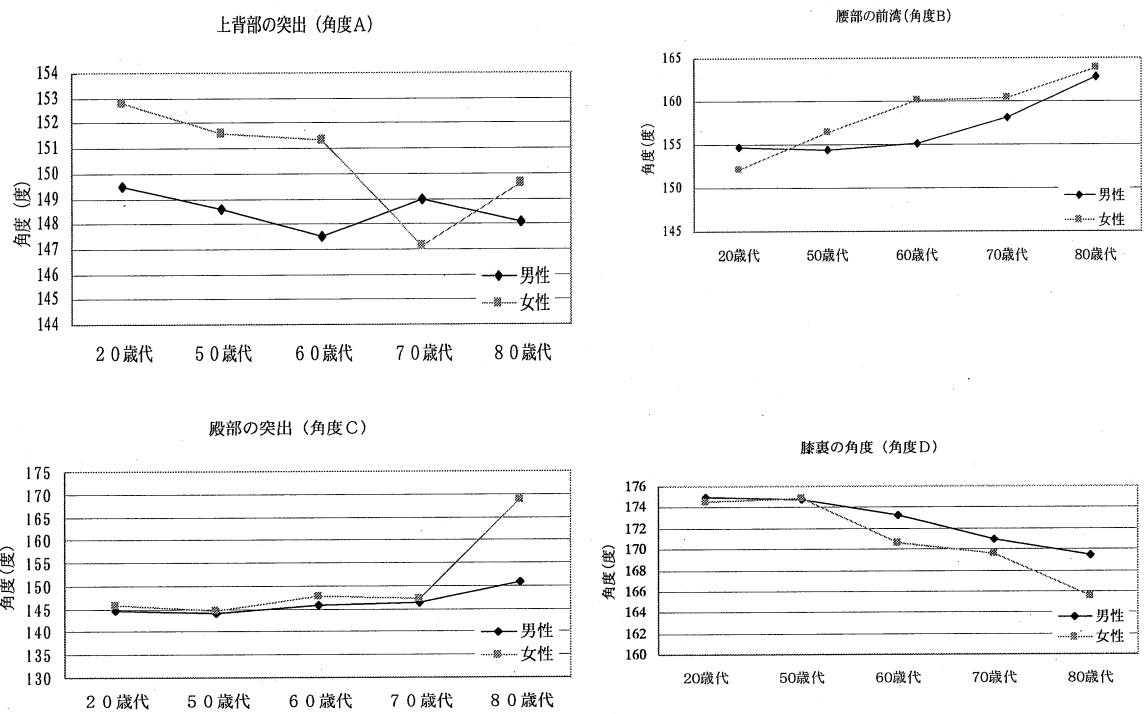


図 2-2-10-a シルエット上の角度の年齢に伴う推移 (a)

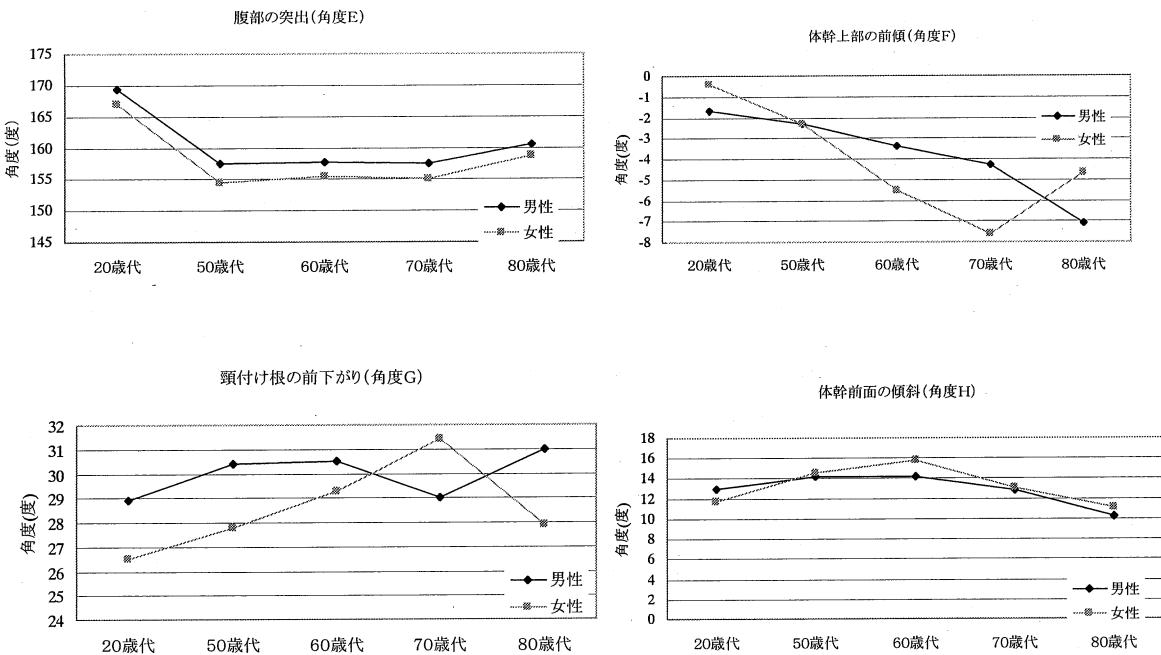


図 2-2-10-b シルエット上の角度の年齢に伴う推移 (b)

表 2-2-6 は 20 歳代との差の有意性をあらわしたものであるが、比較的早い年齢で有意差となるのは、後ろウエストの湾曲の角度 B、腹部の突出の角度 E、体幹上部全体の傾斜を示す角度 F であり、遅い年齢グループで 20 歳代と有意差がでてくるものは、上背部の突出の角度 A、殿部の平板化傾向を示す角度 C と分かる。また、男性よりも女性の方が早い時点で有意さがでており、シルエット形状の変化が早女性で男性よりも早期に生じることを示している。

表 2-2-6 シルエット上の角度の 20 歳代との差の有意水準

項目		50歳代	60歳代	70歳代	80歳代
上背部の突出	角度A				
腰部の前湾	角度B		*	***	
殿部の突出	角度C			***	
膝の裏の角度	角度D		**	***	
腹部の突出	角度E	***	***	***	***
体幹上部の前傾	角度F		**	***	***
頸付根の前下がり度	角度G				
前面の傾斜	角度H			*	

項目		50歳代	60歳代	70歳代	80歳代
上背部の突出	角度A			***	*
腰部の前湾	角度B	**	***	***	***
殿部の突出	角度C			***	
膝の裏の角度	角度D		***	***	***
腹部の突出	角度E	***	***	***	***
体幹上部の前傾	角度F	**	***	***	***
頸付根の前下がり度	角度G			**	
前面の傾斜	角度H	**	***		

* : p <0.05 ** : p <0.01 *** : p <0.001

④衣服寸法への応用

上記①、②、③の結果は、加齢とともにシルエットに沿った寸法の前と後ろのバランスが変化することを示唆した。表 2-2-7 はシルエットに沿って図られる衣服寸法の年齢グループ別の値であり、図 2-2-11 はそのグラフである。高齢女性用衣服の寸法調節では、これらの結果を踏まえることにより適合性を向上させることができるであろう。

表 2-2-7 シルエット上の項目の前後差－女性－

単位：mm

	25-29歳 (n:44)			50歳代(n:46)			60歳代 (n:47)			
	MEAN	SD	t 検定	MEAN	SD	t 検定	MEAN	SD	t 検定	
背丈	373.8	17.1		374.7	24.4	**	361.2	22.8		
前中心丈	328.7	25.5		321.3	26.6	**	304.5	29.3	*	
前後差	45.1	25.9		53.3	29.4		56.8	36.1	*	
後ウエストから床面	980.3	44.2	***	930.6	42.7		919.7	43.6		
前ウエストから床面	982.1	61.0	***	932.7	46.3		927.9	41.6		
前後差	-1.8	34.5		-2.1	20.9		-8.2	33.7		
後総丈	1354.1	52.6	***	1305.2	55.7	*	1280.9	44.8		
前総丈	1310.8	70.7	***	1254.0	54.3	*	1232.4	46.7	*	
前後差	43.3	40.5		51.2	19.9		48.6	28.3	**	
頸椎点と頸窩点の高さの差	51.1	12.0	**	59.2	13.5		58.7	12.6	*	
後ウエストと前ウエストの差	-0.1	23.9		-3.3	18.6		-2.9	28.0		
<hr/>										
<hr/>										
70歳代(n:38)			80歳代(n:43)							
MEAN	SD	t 検定	MEAN	SD		MEAN	SD			
背丈	365.5	31.1		358.0	28.8					
前中心丈	287.9	40.7		277.2	39.0					
前後差	77.6	38.7		80.8	48.3					
後ウエストから床面	902.0	42.7		899.8	34.2					
前ウエストから床面	915.1	46.7		922.1	30.2					
前後差	-13.1	29.7		-22.3	30.7					
後総丈	1267.5	57.7		1257.8	37.0					
前総丈	1203.0	59.4		1199.3	45.6					
前後差	64.5	24.8		58.5	34.1					
頸椎点と頸窩点の高さの差	65.2	15.4	*	57.4	15.6					
後ウエストと前ウエストの差	-10.1	25.3		-18.6	26.2					

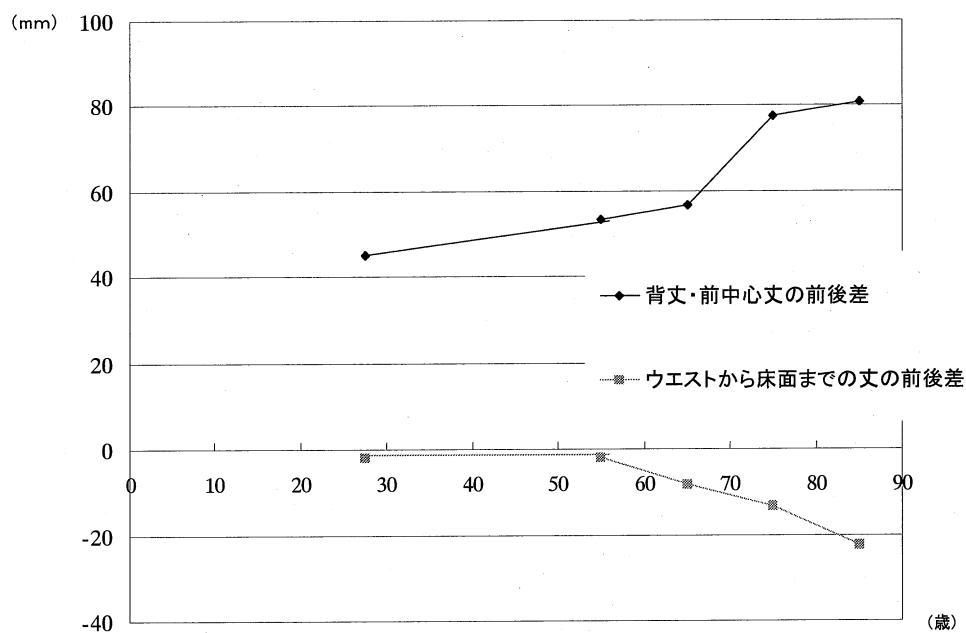


図 2-2-11 シルエット上の丈の前後差（後-前）の加齢に伴う推移

2.2.4. シルエット形状の個人的差異

衣服は最終的に個人が着用するものなので、個人へ向けた設計指針をも用意しておく必要がある。一つの試みとして、シルエットに関わる情報を活用することで、いわゆるサイズでは解消しにくい洋服の不適合を解く鍵になる形状特性の抽出を行う。まず、30項目に年齢を加えた31項目を用いて主成分分析を行い、これらの項目でもたらされる情報の大まかな整理を行い、その後、洋服の不適合の問題に直接関わる形状特性抽出を念頭に置いて主成分分析を行う。

①シルエット形状に関する主成分分析 I

表2-2-8は、高さに関わる11項目、厚みに関わる6項目、角度に関わる9項目、衣服の丈に関わる4項目の、合計30項目に年齢を加えた31項目による主成分分析の結果である。固有値1以上の主成分は8個得られている。各主成分に対する因子負荷量の値を手がかりとして、それぞれにどのような情報が要約されているのかを探る。

表2-2-8 50歳代から80歳代女性のシルエットの主成分分析 I

			PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7	PC8
高さ	頸椎点の高さ	Y3	0.901	0.102	-0.163	0.049	0.055	0.308	0.059	-0.092
	背部最凸点の高さ	Y5	0.779	-0.161	-0.122	0.212	-0.131	0.123	0.286	-0.210
	後ウエスト点の高さ	Y6	0.880	0.060	-0.079	-0.028	0.408	-0.069	0.056	-0.105
	殿部最凸点の高さ	Y7	0.721	0.181	0.011	-0.233	-0.106	-0.132	-0.114	0.356
	殿溝点の高さ	Y8	0.900	-0.007	-0.040	0.152	0.139	0.001	0.037	0.016
	膝窩点の高さ	Y9	0.781	0.047	0.033	0.201	0.035	0.004	-0.191	0.077
	下腿部最凸点の高さ	Y10	0.462	0.149	0.121	0.530	0.047	-0.090	0.401	-0.002
	前ウエスト点の高さ	Y21	0.822	0.043	0.347	-0.106	-0.044	-0.021	-0.126	-0.241
	乳頭点の高さ	Y23	0.829	-0.133	-0.285	0.216	-0.011	0.100	0.052	-0.188
	頸窩点の高さ	Y26	0.902	0.040	-0.267	0.038	0.026	0.097	0.042	-0.087
厚み	腹部最凸点の高さ	Y33	0.733	0.183	-0.129	0.337	-0.082	-0.002	-0.080	0.162
	背部最凸点の高さでの厚み	Z0524	-0.135	0.860	0.131	-0.037	0.130	-0.026	-0.046	0.153
	後ウエスト点の高さでの厚み	Z0620	-0.008	0.920	0.017	-0.057	0.009	0.002	-0.145	-0.121
	殿部最凸点の高さでの厚み	Z0719	-0.022	0.865	-0.070	-0.219	0.082	-0.075	0.235	0.050
	殿溝点の高さでの厚み	Z0817	0.188	0.641	-0.278	0.114	0.216	0.133	0.411	-0.272
	膝窩点の高さでの厚み	Z0916	0.270	0.720	-0.124	0.253	0.054	-0.066	-0.146	0.059
角度	下腿部最凸点の高さでの厚み	Z1015	0.239	0.598	-0.123	0.359	0.151	0.060	0.317	-0.221
	上背部の突出	角度A	0.092	0.152	-0.541	-0.002	0.544	-0.200	-0.323	-0.071
	腰部の前湾	角度B	0.123	-0.033	-0.089	-0.263	0.073	-0.074	-0.808	-0.039
	殿部の突出	角度C	-0.093	0.089	0.263	-0.750	-0.091	-0.225	-0.143	0.121
	膝の裏の角度	角度D	0.125	0.067	0.176	0.752	-0.106	-0.323	0.027	0.087
	腹部の突出	角度E	-0.134	-0.016	-0.141	-0.073	0.108	0.003	0.057	0.862
	体幹上部の前傾	角度F	0.028	0.360	0.002	0.022	0.799	0.034	-0.104	0.192
	頸付根の前下がり度	角度G	0.163	-0.110	0.285	0.015	0.047	0.715	0.074	-0.033
	前面の傾斜	角度H	0.024	0.439	-0.117	0.306	-0.267	-0.170	0.374	-0.474
丈	ウエストラインの前上がり度	角度I	-0.228	-0.092	0.534	-0.095	-0.649	0.080	-0.246	-0.125
	背丈*		-0.123	0.000	0.814	-0.048	-0.370	0.373	-0.052	-0.020
	前中心丈*		0.105	0.097	0.074	0.057	-0.576	0.750	-0.026	0.114
	背丈と前中心丈*		0.220	0.068	-0.919	0.098	0.039	0.079	0.044	0.104
	ウエストから床面までの前後差		-0.001	-0.038	0.712	-0.102	0.200	0.436	0.350	-0.008
	年齢	AGE	-0.219	0.007	0.313	-0.723	-0.064	-0.192	-0.193	0.244
固有値			7.5	4.2	3.4	2.7	2.3	1.9	1.9	1.6
寄与率 (%)			24.2	13.4	11.0	8.8	7.4	6.0	6.0	5.2
累積寄与率 (%)			24.2	37.7	48.7	57.5	64.9	71.0	77.0	82.2

* : シルエット状の特徴点から算出した値

・第1主成分は各点の高さ項目をまとめている。高さ項目は数が多く情報の

重複もあるために固有値の大きな主成分となっている。

- ・第2主成分はシルエット各部の厚みで特にウエストよりも上の因子負荷量が大きい。

第3主成分以下には、角度や衣服丈に関する項目が分散して負荷している。第1と第2主成分は、人体の部分形状というよりはいわゆるサイズを内容とする項目と考えられるので、洋服の不適合の問題に直接関わる形状特性抽出を目的とする分析ではこれらを除外する。

表2-2-9は、形状特性抽出を目的とする主成分分析の結果である。

表2-2-9 50歳代から80歳代女性のシルエットの主成分

		PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
上背部の突出	角度A	-0.692	-0.017	0.115	0.526	-0.089
腰部の前湾	角度B	0.053	-0.181	0.167	0.875	0.096
臀部の突出	角度C	0.274	-0.550	0.086	0.373	0.312
膝の裏の角度	角度D	-0.059	0.173	-0.016	-0.243	-0.766
腹部の突出	角度E	-0.187	-0.147	0.028	-0.168	0.482
体幹上部の前傾	角度F	-0.105	0.127	0.770	0.130	0.253
頸付根の前下がり度	角度G	-0.031	0.945	-0.029	-0.063	-0.153
前面の傾斜	角度H	-0.025	0.937	0.002	-0.065	-0.178
ウエストラインの前上がり度	角度I	0.895	-0.072	-0.252	0.115	-0.062
背丈*		0.343	0.369	-0.669	-0.150	0.239
前中心丈*		-0.759	0.242	-0.522	-0.028	0.100
背丈と前中心丈*		0.942	0.025	0.033	-0.075	0.068
ウエストから床面までの前後差		-0.855	0.106	0.243	-0.228	0.070
年齢		0.346	-0.440	0.337	0.207	0.517
固有値		3.841	2.581	1.601	1.431	1.402
寄与率(%)		27.437	18.436	11.432	10.224	10.013
累積寄与率(%)		27.437	45.873	57.306	67.529	77.542

* : シルエット状の特徴点から算出した値

なお、各主成分の意義を理解する一助として、各主成分スコアの最大と最小の例を図2-2-12に示している。

・第1主成分は、ウエストラインを側方から見た時の傾斜、すなわちウエストラインがどのくらい前上がりになるか、前中心丈が短くその結果背丈と前中心丈の差が大きくなるか、ウエストから床までの衣服丈の前後差が大きいかどうかに関わる主成分と考えられる。

・第2主成分は、頸付根が前下がりになっており、体幹前面の傾斜が大きいかどうかの主成分でと思われる。

・第3主成分は、脚長に関わる主成分と思われる。

・第4主成分は腰部の前湾の程度に、第5主成分は体幹上部の前傾の程度に、

第6主成分は年齢にと、それぞれ1項目のみに負荷する。

このような結果から、高齢女性の衣服をシルエットに適合したものにするための特性項目として、第1主成分の意味するところが重要であることが分かる。これらを具体的な項目、たとえば背丈と前中心丈、前ウエストから床面までの丈、後ろウエストから床面まで

の丈などに置き換えて、衣服設計に取り込めばよい。年齢の要素は、平均的な情報を元に設計する高齢者向け既製服では明かな形態的意味があったが、個別に設計する衣服の場合にはあまり重要ではないことがわかった。

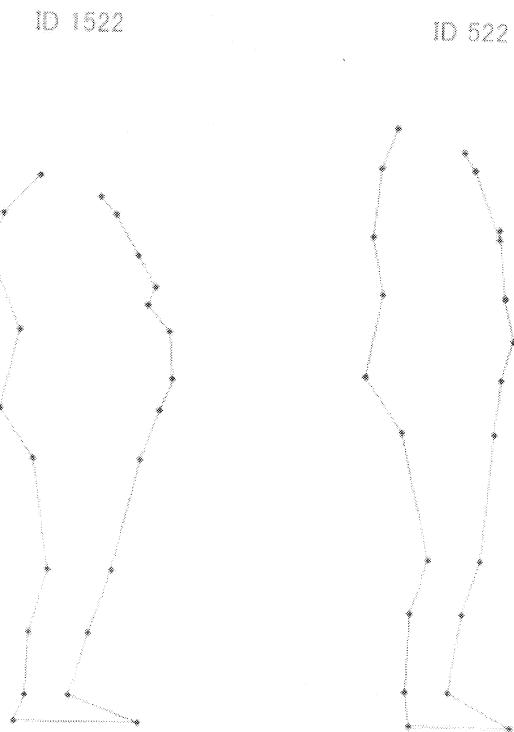


図 2-2-12 第 1 主成分スコアの最大・最小例

2.3まとめ

人体の立体形状データは、衣服製造分野ではニーズの高いものである。その活用の仕方は、製品の種類によって、人体の部分に限局される場合もあるだろうが、全身的なデータが必要とする場合もある。今回の分析例は、ジャケット、ワンピースドレス、コート、ガウン、寝間着、肌着などの服種で利用可能なものと思われる。

第2部 高齢者に適合した製品設計における留意すべき 特性項目の抽出・類型化手法開発

数値化された特性データを用いた年齢・性別等の属性による解析および文献・現状調査等の結果を用い、製品設計における加齢に伴う留意すべき特性項目の抽出を行う。抽出された特性項目を中心とし、具体的な製品設計・開発に応用できる類型化手法を開発する。

3章 高齢者に適合した製品設計における留意すべき 特性項目の抽出・類型化

－異なる特性間の関連性による類型化手法開発に関する調査研究－

3.1 研究の目的

製品設計に応用すべき人間特性データは、第4章に示すように徐々に整備されつつある。しかし、これらデータはそのままの形で製品の設計値として適応できるわけではない。検討すべき以下の課題がある。

①人間特性データの測定条件とそれを適用しようとする製品の使用条件とは異なる：

たとえば、消火器のグリップ操作力の許容限度を設定するために、既存の握力データをそのまま適用するのは誤りである。なぜならば、握力を測る際の握力計のグリップ形状や握り方と、消火器を扱う際のそれらとは同じではなく、さらにグリップを握ると同時にその下にぶら下がるタンクも保持しなければならないからである。あるいは、デスクトップパソコンのディスプレイの適正高さを操作者の眼の高さを基準として決定したい場合、データとして座位眼高（座位姿勢での座面から瞳孔までの距離）という標準化した身体寸法計測項目が存在する。しかし、その値を直接用いることはできないだろう。なぜならば、座位眼高は椅子に深く腰掛けて背すじをまっすぐ伸ばした姿勢で測られる値であるが、実際にパソコンを扱うユーザは誰もそんな姿勢をとらないからである。

②ひとつの人間特性データだけが影響を及ぼしているわけではない：

たとえば、食器棚の適正な高さの上限を知りたい場合、想定されるユーザ層の身長分布がそれを決定するためのデータとして用いられるかもしれない。しかし、体格的な要因だけが棚の高さを規定しているわけではない。特に高齢ユーザを対象とする場合には、関節の柔軟性も大きな考慮点になる。すなわち、同じ身長でも、身体の柔らかい若年者は腕を大きく伸ばし頸部を十分後屈させて上方の食器がとれるのに対し、高齢者にはそれが困難である場合もある。

③人間特性データには容易に取得可能なものとそうでないものがある：

たとえば、上記②の例において棚の適正な高さを決めるのは、実は身長そのものではなくユーザが腕を前上方に伸ばしてモノをとる際の床面から指の付け根までの高さである。しかし、身長データは多く存在するが、後者のようなデータは存在しない。

以上 3 つの解決すべき課題に共通するのは、人間特性データを変換したり、人間特性を類型化し選択しながら、設計値に落とし込まなければならないということである。つまり、ほとんどのデータは「生」では使えず「調理」が必要になる。さらに、人間特性データは個別に計測されているが、これらデータ相互の関連性については身体寸法相互の相関など、限られた領域において明らかにされているのみである。実際に製品を設計する際に直接使えるデータ、あるいはどのようなデータをどのように「調理」すべきかを示した具体的な方針は整っていないのが現状である。

そこで、これらの方法を開発するためのひとつの事例調査研究を試みた。設計値とそれを規定するであろう複数の異なる人間特性データとの関連性について統計的手法をツールとして調査し、設計値を推定するための方法開発の糸口を探った。そして、そのための高齢者を含む人間特性の類型化の方向や可能性、およびその限界を検討した。

人間特性データの分類や再構成を縦割りの類型化とすれば、本章で扱う内容は横割りの類型化に相当する。

3.2 方法

3.2.1 事例サンプルデータ

(社) 人間生活工学研究センターで実施された「人間特性計測に関する基盤研究(2000)」で収集されたデータをサンプルとして用いた。データは 10 歳代後半から 80 歳代までの男女 533 名の身体特性データおよびアンケートデータである。今回は設計値の事例として「可達域」をとりあげ、身体寸法、関節可動域、生活動作等の異なる特性との関連性について多変量解析を行ない、類型化の可能性を検討した。

用いたデータは、以下の 4 種類である。

- ①可達域・・・空間のどの範囲に指先が届くかを計測したもの。
- ②身体寸法・・・22 項目にわたる身体各部位の寸法データ。
- ③関節可動域・・・24 項目にわたるゴニオメーターを用いた角度データ。
- ④日常動作・・・日常生活に関するアンケート結果。

なお、可達域に関しては「楽に手が届く」「少し努力して手が届く」「できるだけ努力して手が届く」という知覚も含めた計測データを用いることで、製品設計においてより実態に近いデータを利用している(図 3-2-1)。関節可動域については、痛みを感じず、手を添えたりせずに被験者自身が無理なく動かせる範囲を計測している。全被験者数は 533 名であるが、4 つの身体特性データのうち一部が欠如している被験者が存在するため、分析

内容によって被験者数は異なる。その設定条件および測定条件については表3-2-1に示した。

3.2.2 可達域の測定条件

用いた可達域の測定方法（（社）人間生活工学研究センター、1998）を＜補足＞に掲載した。

3.2.3 構成

研究は次の2つの分析から構成された。

- ①分析1：可達域と身体特性値との関連性
- ②分析2：可達域と日常動作アンケートとの関連性

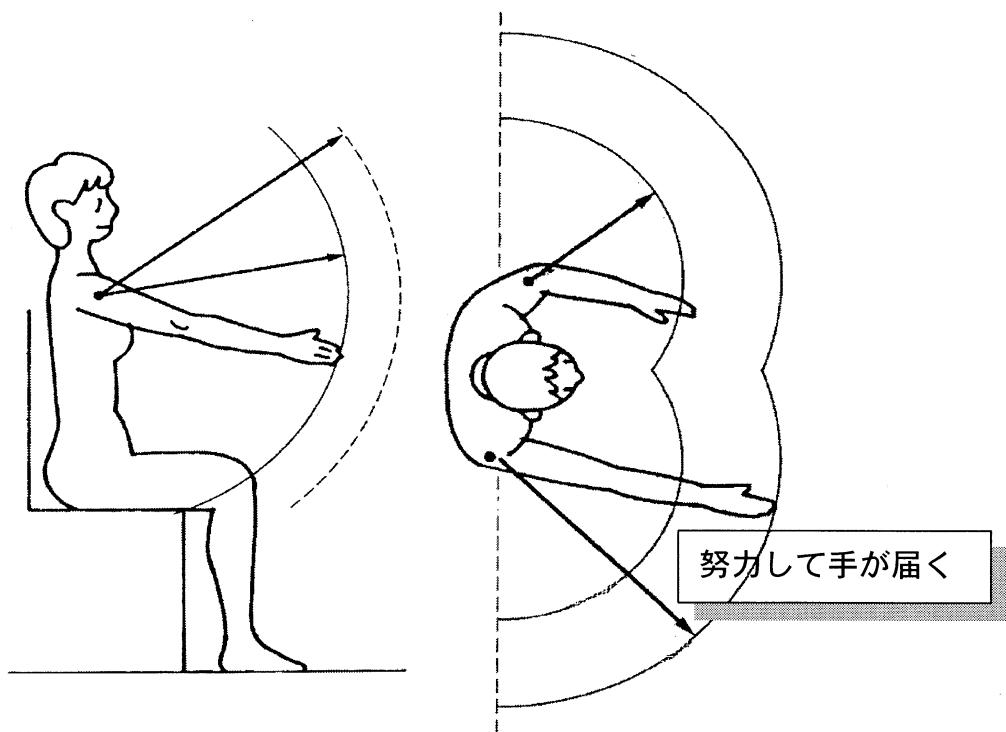


図3-2-1 可達域

表 3-2-1 可達域の設定条件

条件名*	「やりにくくなる」限界高さ（上限）に設定したときの計測板の高さ 「やりやすい」高さに設定したときの計測板の高さ 椅子の高さを座位身体寸法計測時の「座りやすい座面高さ」に合わせた時の補正量
H90 - 90	「上限高さ・記録板角度 90°」条件における、0° 方向への可達域
H90 - 60	「上限高さ・記録板角度 90°」条件における、30° 方向への可達域
H90 - 30	「上限高さ・記録板角度 90°」条件における、60° 方向への可達域
H90+00	「上限高さ・記録板角度 90°」条件における、90° 方向への可達域
H90+30	「上限高さ・記録板角度 90°」条件における、120° 方向への可達域
H90+60	「上限高さ・記録板角度 90°」条件における、150° 方向への可達域
H90+90	「上限高さ・記録板角度 90°」条件における、180° 方向への可達域
H60 - 90	「上限高さ・記録板角度 60°」条件における、0° 方向への可達域
H60 - 60	「上限高さ・記録板角度 60°」条件における、30° 方向への可達域
H60 - 30	「上限高さ・記録板角度 60°」条件における、60° 方向への可達域
H60+00	「上限高さ・記録板角度 60°」条件における、90° 方向への可達域
H60+30	「上限高さ・記録板角度 60°」条件における、120° 方向への可達域
H60+60	「上限高さ・記録板角度 60°」条件における、150° 方向への可達域
H60+90	「上限高さ・記録板角度 60°」条件における、180° 方向への可達域
H30 - 90	「上限高さ・記録板角度 30°」条件における、0° 方向への可達域
H30 - 60	「上限高さ・記録板角度 30°」条件における、30° 方向への可達域
H30 - 30	「上限高さ・記録板角度 30°」条件における、60° 方向への可達域
H30+00	「上限高さ・記録板角度 30°」条件における、90° 方向への可達域
H30+30	「上限高さ・記録板角度 30°」条件における、120° 方向への可達域
H30+60	「上限高さ・記録板角度 30°」条件における、150° 方向への可達域
H30+90	「上限高さ・記録板角度 30°」条件における、180° 方向への可達域
H00 - 90	「上限高さ・記録板角度 0°」条件における、0° 方向への可達域
H00 - 60	「上限高さ・記録板角度 0°」条件における、30° 方向への可達域
H00 - 30	「上限高さ・記録板角度 0°」条件における、60° 方向への可達域
H00+00	「上限高さ・記録板角度 0°」条件における、90° 方向への可達域
H00+30	「上限高さ・記録板角度 0°」条件における、120° 方向への可達域
H00+60	「上限高さ・記録板角度 0°」条件における、150° 方向への可達域
H00+90	「上限高さ・記録板角度 0°」条件における、180° 方向への可達域
M00 - 90	「適正高さ・記録板角度 0°」条件における、0° 方向への可達域
M00 - 60	「適正高さ・記録板角度 0°」条件における、30° 方向への可達域
M00 - 30	「適正高さ・記録板角度 0°」条件における、60° 方向への可達域
M00+00	「適正高さ・記録板角度 0°」条件における、90° 方向への可達域
M00+30	「適正高さ・記録板角度 0°」条件における、120° 方向への可達域
M00+60	「適正高さ・記録板角度 0°」条件における、150° 方向への可達域
M00+90	「適正高さ・記録板角度 0°」条件における、180° 方向への可達域

* 可達域条件名の表記

左端の記号 H : 上限高さ, M : 適正高さ
左側の数字 記録板角度
右側の数字 腕を伸ばす方向 (記録位置は記録紙前端と利き手側の肩峰点を通る矢状面

の交点を原点としたときの 30 度きざみで 7 方向 (補足参照)。身体の正面に対し左側がマイナス方向で右側がプラス方向。)

各条件名の後に手の伸ばし具合の教示を表わす記号がつく

MIN : 楽に, MID : 少し努力して, MAX : できるだけ努力して

<補足>

可達域の測定

((社) 人間生活工学研究センターのホームページ

<http://www.hql.or.jp>に掲載された内容をそのまま掲載)

1. 目的

機器や装置のスイッチを上面から押す場合を想定し、作業しやすい高さ、これ以上高くなると操作しにくくなる限界の高さ、これ以上低くなると操作しにくくなる限界の高さにおいて、楽に操作できる範囲、少し努力したときに操作できる範囲、できるだけ努力したときに操作できる範囲を計測した。

2. 計測項目・内容・計測条件

計測姿勢は立位および椅座位、作業台高さは適正高さ、上限および下限高さとし、利き手側の第3指先点が楽に届く範囲、少し努力して届く範囲、できるだけ努力して届く範囲の計測を行った。

記録位置は、記録紙前端と利き手側の肩峰点を通る矢状面の交点を原点としたときの 0°30°60°90°120°150°180°の 7 方向とした。

作業しやすい範囲の計測条件と項目・内容を表に示す。

表 1 作業しやすい範囲の計測条件と項目・内容

姿勢	作業台高さ	条件	記録位置
----	-------	----	------

立位	上限	楽に手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
立位	上限	少し努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
立位	上限	できるだけ努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
立位	適正	楽に手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
立位	適正	少し努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
立位	適正	できるだけ努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
立位	下限	楽に手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
立位	下限	少し努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
立位	下限	できるだけ努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
座位	上限	楽に手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
座位	上限	少し努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
座位	上限	できるだけ努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
座位	適正	楽に手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
座位	適正	少し努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
座位	適正	できるだけ努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
座位	下限	楽に手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
座位	下限	少し努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°
座位	下限	できるだけ努力して手が届く	0°30°60°90°120°150°180°

3. 計測装置

前記の操作しやすい高さ計測装置と同じ構造の台に記録板を取り付け、記録板上の記録紙に到達位置を記録した。記録板は可達域の計測にも使用できるよう、角度を変えることができる構造とした。

4. 計測方法

(1) 測定手順

- ・測定内容の教示 立位での測定 座位での測定
- ・この計測では、作業しやすい範囲だけでなく、計測方法が同一の「手が届く範囲（可達域）」の計測」もあわせて行う。

(2) 測定内容の教示（例）

- ・この計測は、どれくらいの範囲まで手が届くかということと、どれくらいの範囲なら作業が楽にできるのかを、作業台の高さや角度を変更しながら測定します。
- ・測定した結果は日常使う製品などの設計に使います。普段、楽な時、少し努力した時、できるだけ努力した時にどのようにしているかを想像しながら、無理をせずに、マークを付けてください。

(3) 立位での測定

- ・作業台を立位上限高さにあわせ、記録板角度を 90° （垂直）にする。
- ・体と作業台が軽く接し、利き手側肩峰点を通る矢状面が記録板の原点を通る位置に立ってもらう。場所が決定したら、足の位置を床にマークし、記録板と肩峰点の間隔をマルチン計測器で計測、記録する。
- ・記録板に表示してある黒線 (0° 、 30° 、 60° 、 90° 、 120° 、 150° 、 180° の 7 本) の上で、楽に手が届くところ、少し努力して手が届くところ、できるだけ努力して手が届くところに手を伸ばしてもらい、感じをつかんでもらう。このとき、一つの動作が終わったら手を体の側に戻した後、次の動作に移る。
- ・なお、両足が床面と接していれば、体を自由に使ってよい。

○上限高さ・記録板角度 90° での計測

- ・被験者の利き手側第 3 指先端にマーカーを装着する。
- ・記録板の 0° から 180° までの線上で「楽に届く」位置にマークを付ける。このとき、一つの動作が終わったら手を体の側に戻した後、次の動作に移る。(以下、同様)
- ・計測員はマークの側にどの計測に相当するか番号を付していく。(以下、同様)
- ・楽に届く位置が終了したら、 0° の方向で「少し努力して手が届く」「できるだけ努力して手が届く」位置にマークを付ける。
- ・ 0° が終わったら同様にして 30° から 180° まで順次マークを付ける。

○その他の条件での計測

- ・上限高さ・記録板角度 90° での計測が終わったら、被験者は控え場所に戻る。
- ・記録板角度を 60° に変え、マーカーを変更(別の色にする)した後、被験者は再度計測位置に立ち、足位置を前回の計測と同じ位置に合わせる。
- ・上限高さ・記録板角度 90° と同様の手順で、手が届く位置にマークを付ける。
- ・以下同様にして、上限高さ・記録板角度 30° 、上限高さ・記録板水平、適正高さ・記録板水平、下限高さ・記録板水平の順に手が届く位置にマークを付ける。
なお、角度または高さを変えるたびに、マーカーの色を変更する。

(4) 座位での測定

- ・新しい記録紙と交換する。
- ・椅子の高さを座位身体寸法計測時の「座りやすい座面高さ」に合わせる。
- ・以下、立位と同様にして、手が届く位置にマークを付ける。

(5) 終了

- ・すべての計測が終了していることを確認し、被験者に終了を通知する。
- ・記録紙の原点とマークまでの距離を実測し、記録シートに記録する。

計測装置のイメージを図に示す。

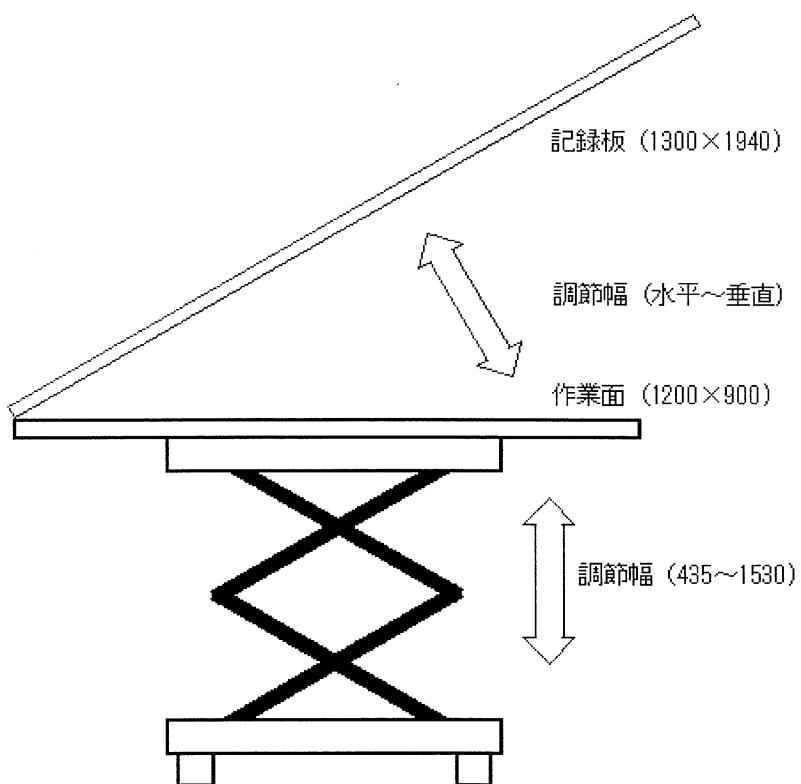


図 1 作業しやすい範囲計測装置（イメージ）

3.3 分析1：身体寸法・柔軟性と可達域との関係

3.3.1 身体寸法と可達域

(1) 分析目的

可達域と相関の強い身体寸法を調べ、身体寸法から可達域を推測する可能性と有効性を明らかにする。また、立位と座位での相関の違いを明らかにする。

(2) 方法

被験者数：男女533名のうち、欠損値のない530名（表3-3-1）である。

表3-3-1 被験者数

年代	合計	男性	女性
16～19	28	13	15
20～29	95	50	45
30～39	95	40	55
40～49	71	29	42
50～59	49	21	28
60～69	81	48	33
70～79	91	45	46
80以上	20	13	7
合計	530	259	271

使用データ：用いた身体寸法項目は次表に記載。これらのうち左右に関するデータが存在するもの（上肢拳上指先端高、上肢長、等）に関しては、利き腕のデータのみ使用した。可達域に関しては、立位と座位両方のデータを用いて比較を行うこととした。

（可達域条件の表記において、初めの記号は「H：上限高さ」「M：適正高さ」である。次の数字は記録板角度を示す。それ以降の数字は腕を伸ばす方向を表し、記録位置は記録紙前端と利き手側の肩峰点を通る矢状面の交点を原点としたときの30度きざみで7方向である（補足参照）。身体の正面に対し左側がマイナス方向で右側がプラス方向である。最後の記号は手の伸ばし具合の教示を表し「MIN：楽に」「MID：少し努力して」「MAX：できるだけ努力して」である。）

分析方法：相関分析法

(3) 結果と考察

まず、身体寸法と作業台高さとの関係において、立位に比べ座位では身体寸法と作業しやすいと感じる作業台高さとの相関が弱くなることが分かった(表3-32)。これは、座った状態では身体の大きさによる作業台高さの個人差が、立位のときより小さくなることを示している。

身体寸法と可達域との相関については、相対的に相関係数が高くなる傾向にある可達域条件についてのみ表3-3-3に示した。一般に、座位の方が立位より相関がやや強い結果が得られた。また、可達域同士の相関でも、やはり座位の方が立位よりやや強い相関を示していた(表3-3-4、表3-3-5)。これは、立位では可達域に身体のひねりや伸び上がりなど身体寸法以外の因子が大きく影響していることによると思われる。

しかし、いずれの場合も可達域と各身体寸法との間に強い相関は見られなかった。可達域と相関が強い身体寸法として指極や上肢長があげられるが、それも決して強い相関とは言えない。この原因は、上肢の伸ばし具合を被験者の知覚的判断に任せているため、同じ「できるだけ手を伸ばす」という教示に対しても、腕のみを使うか上体も使うかで、手の届く範囲がかなり違ってくるからであると考えられる。

以上の結果から、単純に身体の大きい人や上肢の長い人ほど作業域が広いというわけではないことが分かる。

さらに、重回帰分析により可達域と相関の高い説明変数の抽出を試みたが、重相関が単相関から大幅に改善される説明変数の組み合わせはほとんど見られず、その係数自体も低いため、それ以上の分析は実施しなかった。

なお、その他の可達域条件を含む全ての可達域と身体寸法との相関行列を求めたが、その表示に膨大な紙面を要するため、それらのデータが収録された電子ファイルのリストを本章の最後に記載した(一連の電子ファイルは(社)人間生活工学研究センターおよび大阪市立大学に所蔵)。

表3-3-6には全ての身体寸法間の相関行列を掲載した。

表 3-3-2 身体寸法と作業台高さの相関係数表

	座位・上限高	座位・適正高	立位・上限高	立位・適正高
体重	0.3233	0.2703	0.4222	0.3986
立位身長	0.4621	0.4233	0.6102	0.6066
立位上肢拳上指先端高	0.4500	0.4220	0.5684	0.5668
立位肩峰高	0.4550	0.4268	0.5899	0.5991
立位肘頭下縁高	0.4617	0.4409	0.5899	0.6102
立位上前腸骨棘高	0.4000	0.3910	0.5498	0.5572
指極	0.4315	0.3725	0.5538	0.5236
上肢長	0.3993	0.3518	0.5316	0.5049
肩峰点～肩峰点	0.3179	0.2271	0.4154	0.3799
自然立位	0.4648	0.4353	0.6012	0.6063
座面高	0.3454	0.2893	0.4636	0.4457
座高	0.4491	0.4070	0.5674	0.5746
自然座高	0.4389	0.4034	0.5370	0.5390
座位上肢拳上指先端高	0.4445	0.4121	0.5512	0.5637
座位肩峰高	0.4086	0.4026	0.4923	0.5168
座位肘頭下縁高	0.3019	0.3201	0.3393	0.3963
関節裂隙高	0.3740	0.3579	0.5057	0.5007
外果下端	0.1297	0.1747	0.1834	0.1773
足長	0.3877	0.3589	0.5220	0.4920
第3指長	0.1970	0.1802	0.2594	0.2566
第2-4指間	0.0687	0.0643	0.0570	0.0847
第2-4指間(広)	0.1477	0.1417	0.1868	0.2135

表 3-3-3 身体寸法と可達域の相関係数表

	座位			立位		
	H90-30MAX	H90+00MAX	H90+30MAX	H90-30MAX	H90+00MAX	H90+30MAX
体重	0.3665	0.3708	0.3393	0.2219	0.1881	0.1837
立位身長	0.5281	0.5832	0.5407	0.3555	0.3355	0.3185
立位上肢拳上指先端高	0.5402	0.5983	0.5603	0.3900	0.3684	0.3653
立位肩峰高	0.5108	0.5701	0.5244	0.3460	0.3320	0.3183
立位肘頭下縁高	0.4819	0.5459	0.5112	0.3147	0.3035	0.2995
立位上前腸骨棘高	0.4865	0.5462	0.5049	0.3544	0.3535	0.3258
指極	0.5321	0.5930	0.5504	0.3945	0.3826	0.3656
上肢長	0.5151	0.5663	0.5186	0.3786	0.3685	0.3461
肩峰点～肩峰点	0.3988	0.4269	0.4409	0.2998	0.2664	0.2564
自然立位	0.5332	0.5865	0.5374	0.3647	0.3460	0.3273
座面高	0.4053	0.4692	0.4223	0.2893	0.3012	0.2679
座高	0.4956	0.5342	0.4979	0.3218	0.2872	0.2805

表 3-3-4 座位での同記録板条件における可達域相関係数表

	H90-90MIN N	H90-60MIN N	H90-30MIN N	H90+00MIN N	H90+30MIN N	H90+60MIN N	H90+90MIN N
H90-90MIN	1						
H90-60MIN	0.9359	1					
H90-30MIN	0.7926	0.9085	1				
H90+00MIN	0.6772	0.8117	0.9570	1			
H90+30MIN	0.6250	0.7401	0.8814	0.9417	1		
H90+60MIN	0.6012	0.6747	0.7657	0.8153	0.9157	1	
H90+90MIN	0.5493	0.5657	0.5831	0.6157	0.7450	0.8929	1

表 3-3-5 立位での同記録板条件における可達域相関係数表

	H90-90MIN N	H90-60MIN N	H90-30MIN N	H90+00MIN N	H90+30MIN N	H90+60MIN N	H90+90MIN N
H90-90MIN	1						
H90-60MIN	0.8473	1					
H90-30MIN	0.5802	0.7959	1				
H90+00MIN	0.4008	0.6646	0.9000	1			
H90+30MIN	0.3580	0.5867	0.8112	0.9214	1		
H90+60MIN	0.3496	0.4712	0.5763	0.6676	0.8396	1	
H90+90MIN	0.2838	0.2597	0.2408	0.2931	0.5133	0.8146	1

表 3-3-6 身体寸法間の相関係数

	体重	立位身長	立位上肢拳上指先端高	立位肩峰高	立位肘頸下縁高	立位上前腸骨棘高	指極	上肢長	肩峰点～肩峰点	自然立位	座面高
体重	1.0000										
立位身長	0.6323	1.0000									
立位上肢拳上指先端高	0.5901	0.9254	1.0000								
立位肩峰高	0.6538	0.9728	0.9158	1.0000							
立位肘頸下縁高	0.6349	0.9440	0.8790	0.9555	1.0000						
立位上前腸骨棘高	0.5022	0.8996	0.8644	0.8902	0.8528	1.0000					
指極	0.6180	0.9222	0.9123	0.9036	0.8458	0.8832	1.0000				
上肢長	0.5865	0.9027	0.8781	0.8990	0.8211	0.8727	0.9508	1.0000			
肩峰点～肩峰点	0.6560	0.6663	0.6284	0.6355	0.6432	0.5879	0.6735	0.5919	1.0000		
自然立位	0.6189	0.9875	0.9244	0.9669	0.9365	0.8991	0.9178	0.8956	0.6590	1.0000	
座面高	0.4874	0.7926	0.7466	0.7860	0.7465	0.7776	0.7824	0.7902	0.5838	0.7849	1.0000

	体重	立位身長	立位上肢拳	立位肩峰高 上指先端高	立位肘頭	立位上前	指極	上肢長	肩峰点～ 下緣高	自然立位	座面高
座高	0.6272	0.9276	0.8387	0.8930	0.8820	0.7502	0.8097	0.7750	0.6370	0.9179	0.6403
自然座高	0.6397	0.9031	0.8155	0.8739	0.8608	0.7254	0.7883	0.7571	0.6171	0.9002	0.6192
座位上肢拳上指先端高	0.5902	0.8902	0.9051	0.8685	0.8440	0.7904	0.8776	0.8252	0.6623	0.8864	0.6736
座位肩峰高	0.6095	0.8131	0.7290	0.8342	0.8324	0.6558	0.6934	0.6861	0.5385	0.8059	0.5116
座位肘頭下緣高	0.4313	0.5234	0.4357	0.5423	0.6188	0.3249	0.3404	0.3053	0.3677	0.5151	0.2192
関節裂隙高	0.5484	0.8500	0.8166	0.8429	0.8023	0.8503	0.8403	0.8447	0.5915	0.8490	0.8144
外果下端	0.3110	0.4095	0.3581	0.4032	0.3864	0.3639	0.4001	0.3933	0.3158	0.3927	0.4106
足長	0.6325	0.8506	0.7941	0.8366	0.8079	0.7897	0.8531	0.8398	0.6419	0.8396	0.6779
第3指長	0.3682	0.5540	0.5058	0.5579	0.5183	0.5333	0.6020	0.6348	0.4464	0.5573	0.5052
第2-4指間	0.3690	0.2637	0.2199	0.2844	0.2642	0.1928	0.2755	0.2909	0.3222	0.2480	0.2958
第2-4指間(広)	0.2613	0.3294	0.3258	0.3204	0.3107	0.3033	0.3418	0.3437	0.2961	0.3171	0.3047
	座高	自然座高	座位上肢拳 上指先端高	座位肩峰高	座位肘頭 下緣高	関節裂隙高	外果下端	足長	第3指長	第2-4指間	
体重											
立位身長											
立位上肢拳上指先端高											
立位肩峰高											
立位肘頭下緣高											
立位上前腸骨棘高											
指極											
上肢長											
肩峰点～肩峰点											
自然立位											
座面高											
座高	1.0000										
自然座高	0.9694	1.0000									
座位上肢拳上指先端高	0.8661	0.8379	1.0000								
座位肩峰高	0.8845	0.8750	0.7725	1.0000							
座位肘頭下緣高	0.6793	0.6691	0.5357	0.7826	1.0000						
関節裂隙高	0.7136	0.6981	0.7480	0.6202	0.2865	1.0000					
外果下端	0.3769	0.3765	0.3489	0.3681	0.2305	0.3836	1.0000				
足長	0.7777	0.7558	0.7836	0.6998	0.4160	0.7612	0.3844	1.0000			
第3指長	0.4635	0.4501	0.4982	0.4267	0.1898	0.5352	0.2296	0.6636	1.0000		
第2-4指間	0.2599	0.2595	0.2269	0.2782	0.2061	0.2335	0.2880	0.3970	0.3810	1.0000	
第2-4指間(広)	0.3039	0.2722	0.3767	0.2629	0.2060	0.2888	0.1694	0.4052	0.3758	0.2821	

3.3.2 上肢長と可達域

(1) 分析目的

3.3.1 で試みたサンプルデータすべてを用いた相関分析において、いずれも高い相関が見られなかった。そこで次に、他の要因に基づくグルーピングによる検討を試みる。

まず、可達域と比較的相関の強かった上肢長がほぼ同じであるにもかかわらず、可達域が1.5倍以上異なる被験者のグループを比較することにより、可達域への影響を検討する。

(2) 方法

被験者数： 条件に該当する女性40名（表3-3-7）である。

- ・ 可達域 600～800mmの被験者 28名
(可達域狭)
- ・ 可達域 1000～1200mmの被験者 12名
(可達域広)

表3-3-7 被験者数

年代	合計	可達域狭	可達域広
16～19	0	0	0
20～29	7	5	2
30～39	11	5	4
40～49	4	2	2
50～59	3	2	1
60～69	2	1	1
70～79	10	8	2
80以上	5	5	0
合計	42	28	12

使用データ： 上肢長が600～700mmである女性被験者のうち、座位：H90-60MAXの可達域が600～800mmのグループと1000～1200mmのグループのデータを使用した（図3-3-1）。なお、座位：H90-60MAXの可達域を用いたのは、上肢長との相関が最も強かったためである。

分析方法： 相関分析法

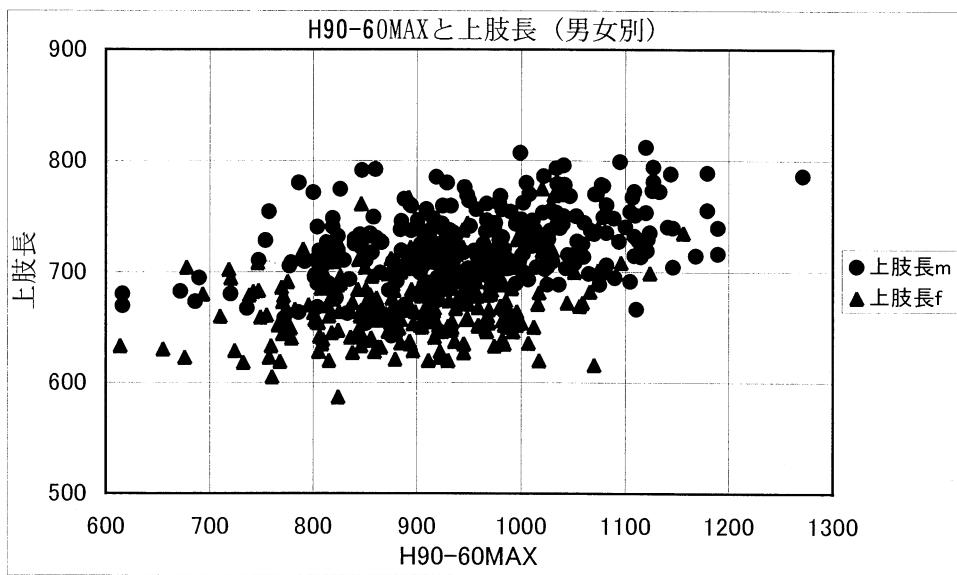


図 3-3-1 上肢長と可達域の男女別分布図（m : 男性, f : 女性）

(3) 結果と考察

可達域が 1000～1200 mm のグループ（可達域広）は、600～800 mm のグループ（可達域狭）に比べ、全体的に上肢長以外の身体寸法が大きく、関節可動域も大きい傾向にあった（表 3-3-8～9 と図 3-3-2～3）。上肢長以外の身体寸法では、立位身長と指極において有意差が認められた。

また、上肢長以外の身体寸法がほぼ同じであれば、可達域が 1000～1200 mm（可達域広）の方が 600～800 mm（可達域狭）に比べ関節可動域が大きい傾向にあった。このうち、肩関節に有意差が認められた。

以上の結果から、上肢長が同じであってもその他の身体寸法が大きいグループの方が、また、体格がほぼ同じであっても関節可動域の大きい（関節の柔らかい）グループの方が、可達域は広い傾向にあるといえる。

なお、グループ化したデータの相関行列のデータが収録された電子ファイルのリストを本章最後に記載した。

表 3-3-8 可達域の違いと身体寸法 (単位 : mm)

	可達域が狭い人		可達域が広い人	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
体重	50.00	5.18	50.02	8.70
立位身長	1514.61	66.34	1563.86	58.41

指極	1497.00	70.15	1545.86	69.75
上肢長	653.80	25.48	665.85	27.60
肩峰点～肩峰点	319.00	21.28	325.00	16.10
座高	819.00	41.50	839.92	27.71
座位肘頭下縁高	230.50	27.36	239.57	25.85
外果下端	51.64	4.82	51.85	5.61

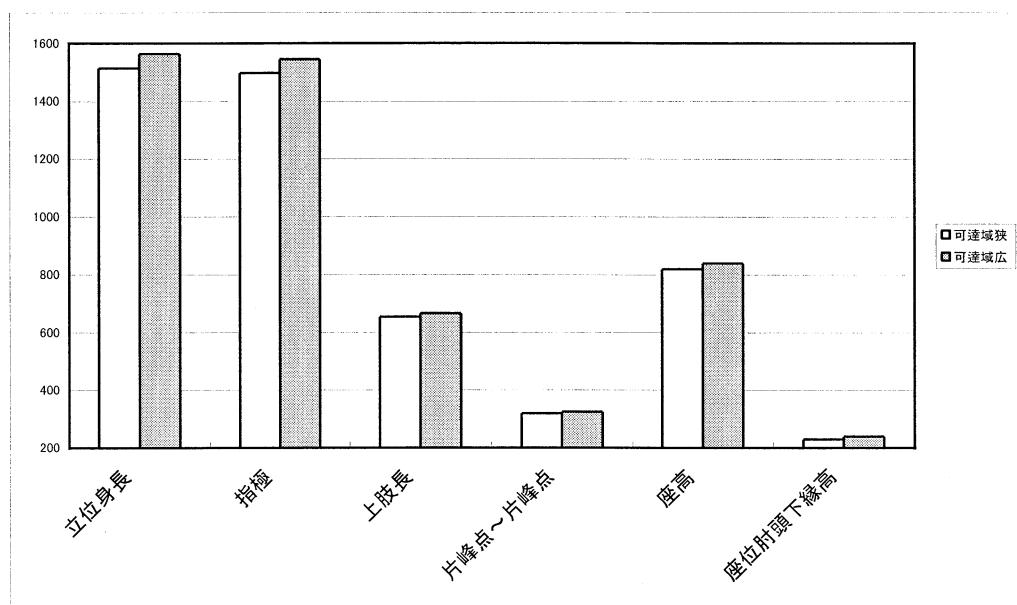


図 3-3-2 可達域の違いと身体寸法

表 3-3-9 可達域の違いと関節可動域

	可達域が狭い人		可達域が広い人	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
肩関節の屈曲	162.32	12.58	170.00	5.54
” の伸展	53.03	11.41	57.10	11.04
” の内転	49.28	13.99	63.21	17.82
” の外旋	64.64	14.58	77.14	10.13
股関節の外転	50.35	14.90	64.28	15.67
” の内転	36.60	10.36	47.14	13.11

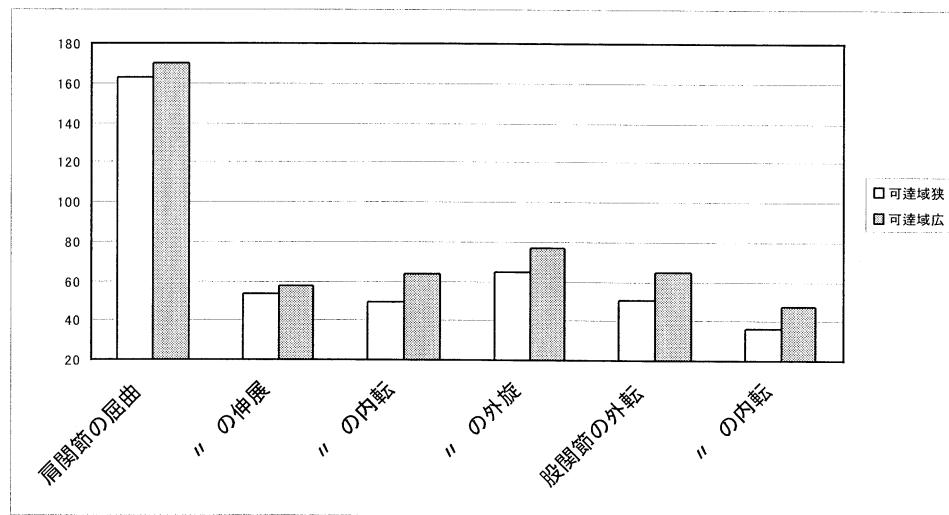


図 3-3-3 可達域の違いと関節可動域

3.3.3 関節可動域と可達域

(1) 分析目的

各関節可動域のうち、特に可達域に影響しているものの有無を調べ、柔軟性と可達域との関係について明らかにする。

(2) 方法

被験者数： 男女 533 名のうち、欠損値のない 530 名（表 3-9-10）である。

表 3-9-10 被験者数

年代	合計	男性	女性
16~19	28	13	15
20~29	95	50	45
30~39	95	40	55
40~49	71	29	42
50~59	49	21	28
60~69	81	48	33
70~79	91	45	46
80 以上	20	13	7
合計	530	259	271

使用データ : 関節可動域のうち左右に関するデータが存在するものに関しては、利き腕のデータのみを使用した。可達域に関しては、立位と座位両方のデータを使用した。

分析方法 : 相関分析法

(3) 結果と考察

身体寸法と同様、可達域と各関節可動域との間に強い相関は見られなかった。表 4.8 には、相対的に強い相関の見られた関節可動域と可達域条件との相関係数を示す。最も可達域と相関が強い関節は肩関節であるが、それも決して強い相関とは言えなかった。これは、もともと関節可動域の値が、被験者によってそれほど顕著に違いの現れるものではないことが関係していると考えられる。

なお、その他の可達域条件を含む全ての可達域と関節可動域との相関行列を求めたが、その表示に膨大な紙面を要するため、それらのデータが収録された電子ファイルのリストを本章の最後に記載した（一連の電子ファイルは（社）人間生活工学研究センターおよび大阪市立大学に所蔵）。

表 3-3-11 関節可動域と可達域の相関係数表

	肩関節の屈曲	肩関節の伸展	肩関節の内転	肘関節の伸展	前腕の回内	前腕の回外
H90-90MAX	0.1429	0.1467	0.1503	0.129	0.0992	0.0586
H90-60MAX	0.1801	0.1798	0.1839	0.1402	0.0837	0.0906
H90-30MAX	0.1819	0.1727	0.1825	0.1681	0.0246	0.0712
H90+00MAX	0.1865	0.1804	0.1867	0.1777	-0.0038	0.0286
H90+30MAX	0.1669	0.1587	0.1983	0.1849	0.0254	-0.0008
H90+60MAX	0.1501	0.1441	0.1951	0.1642	0.0585	0.0064
H90+90MAX	0.1827	0.1457	0.2014	0.1687	0.0643	0.0156
H60-90MAX	0.1439	0.1513	0.1647	0.1195	0.086	0.0577
H60-60MAX	0.1724	0.1706	0.1796	0.1295	0.0512	0.0752
H60-30MAX	0.1377	0.1542	0.1758	0.146	0.0434	0.0669
H60+00MAX	0.1468	0.1607	0.1733	0.1596	0.0372	0.0492
H60+30MAX	0.1633	0.1395	0.1817	0.1637	0.0517	0.0222
H60+60MAX	0.162	0.1268	0.1894	0.1501	0.0859	0.0096
H60+90MAX	0.2044	0.1555	0.2105	0.1475	0.1117	0.0392

3.3.4 柔軟性の高さと可達域

(1) 分析目的

3.3.3 で試みたサンプルデータすべてを用いた相関分析において、身体寸法に比べ、いずれも関節可動域との相関はあまり見られなかった。そこで、各関節可動域がすべて平均以上のグループと平均以下のグループの可達域を比較することで、柔軟性の違いによる可達域への影響の有無をより詳細に調べる。

(2) 方法

被験者数： 条件に該当した男女 45 名（表 3-3-12）である。

- ・ 関節可動域がすべて平均以上の被験者 22 名
(関節柔：柔軟性が高い)
- ・ 関節可動域がすべて平均以下の被験者 23 名
(関節硬：柔軟性が低い)

結果的には、関節柔はいずれも 50 歳代以下であり、関節硬はそのほとんどが 60 歳代以上だった。

表 3-3-12 被験者数

年代	合計	関節柔		関節硬	
		男	女	男	女
16~19	1	1	0	0	0
20~29	11	8	2	0	1
30~39	6	3	2	0	1
40~49	5	2	3	0	0
50~59	2	1	0	0	1
60~69	6	0	0	4	2
70~79	10	0	0	7	3
80 以上	4	0	0	4	0
合計	45	15	7	15	8

使用データ： 各関節可動域がすべて平均以上の被験者群を柔軟性が高いグループ、平均以下の被験者群を柔軟性が低いグループとし、それぞれのグループの被験者について身体寸法・関節可動域・可達域のデータを使用した。身体寸法と関節可動域データのうち左右に関するデータが存在するものに関しては、利き腕のデータのみを使用した。

また、座位の方が立位での可達域より身体特性との相関が強かったため、分析に用いた可達域は座位のデータのみである。

分析方法： 相関分析法

(3) 結果と考察

関節可動域に基づく柔軟性の違いによるグルーピングの結果、全体的に各グループ内で可達域と身体寸法あるいは関節可動域との間の強い相関が観察された。

関節の柔らかい被験者グループについて、可達域と相対的に相関の高い身体寸法との組み合わせ結果を表 3-3-13 に示した。このうち、外果下端高が全可達域と比較的強い相関を示した。相関係数が 0.7 以上の組み合わせも数例見られた。また、関節可動域との相関については、同様に表 3-3-14 に示した。このうち、前腕の回内が全可達域と比較的強い相関を示した。

次に関節の硬い被験者グループについて、可達域と相対的に相関の高い身体寸法との結果を表 3-3-15 に示した。H60 MIN を除き、指極、上肢長、座位上肢拳上指先端高は比較的強い相関を示した。相関係数が 0.8 以上を示す組み合わせも数例見られた。また、関節可動域との相関について、表 3-3-16 に示した。しかし、いずれの場合も相関はあまり見られなかった。

関節の柔らかいグループに比べ、硬いグループの可達域と身体寸法との相関係数が全体的にやや高い傾向にあり、逆に関節可動域との相関係数が明らかに低くなった。これは、関節の硬い被験者では、身体の伸展など関節の動きではなく体格の大小が可達域により大きな影響を及ぼしていることを裏付けている。しかし、今回の分析では対象被験者が、関節の柔らかいグループでは 20~40 歳代が、関節の硬いグループでは 60 歳代以上が中心となっているため、これらの結果を単に柔軟性の違いによるものと考えるのではなく、年齢による体力や平衡感覚の衰えなど他の影響因子も考慮する必要があると思われる。

また、両グループに共通の特徴として、プラス方向の可達域（身体左側）の方がマイナス方向の可達域（身体右側）よりも身体寸法との相関が相対的に強い傾向が見られた。これは、全被験者において可達域と身体寸法との相関を求めた場合（3.3.3）よりも明らかな傾向を示しており、可達域と身体寸法との相関係数も全体に高い値が得られた。この結果より、マイナス方向ではプラス方向に比べ身体のひねりが加わる分、可達域と身体寸法との相関は薄れるが、その際の身体のひねり具合は関節の柔軟性によってある程度決定されるからだといえる。

表 3-3-13 関節柔被験者の身体寸法と可達域相関表

	指極	座高	座位上肢拳上指先端高	外果下端
H60+00MIN	0.3982	0.3544	0.4328	0.6616
H60+30MIN	0.5274	0.4467	0.5444	0.7284
H60+60MIN	0.5384	0.4950	0.5623	0.7395
H60+90MIN	0.5665	0.5342	0.5924	0.7495
H00+00MIN	0.3858	0.2388	0.3997	0.7276
H00+30MIN	0.3338	0.2845	0.3953	0.7077
H00+60MIN	0.3279	0.3247	0.4014	0.7177
H00+90MIN	0.4050	0.3731	0.4529	0.6927
H90+00MID	0.6421	0.4931	0.5760	0.5780
H90+30MID	0.6414	0.5260	0.5950	0.6526
H90+60MID	0.5981	0.5826	0.6129	0.7167
H90+90MID	0.5204	0.5690	0.5646	0.6250
H90-90MAX	0.2930	0.4108	0.4026	0.3738
H90-60MAX	0.3831	0.4925	0.4623	0.4817
H90-30MAX	0.5646	0.5773	0.5881	0.5684
H90+00MAX	0.6789	0.5821	0.6576	0.6265
H90+30MAX	0.6821	0.6271	0.6889	0.6916
H90+60MAX	0.6006	0.6852	0.6753	0.6775
H90+90MAX	0.4854	0.6164	0.5855	0.5247

表 3-3-14 関節柔被験者の関節可動域と可達域相関表

	肩関節の屈曲	肩関節の内転	手部の尺屈	前腕の回内	前腕の回外
H60+00MIN	0.3858	-0.1960	0.3242	0.5011	0.3778
H60+30MIN	0.4852	-0.2967	0.4007	0.5423	0.3717
H60+60MIN	0.5177	-0.4135	0.4832	0.6002	0.3653
H60+90MIN	0.5143	-0.4753	0.4775	0.6434	0.3451
H30+30MIN	0.4316	-0.5658	0.4538	0.6687	0.3536
H30+60MIN	0.5314	-0.5894	0.4987	0.5505	0.3320
H30+90MIN	0.4872	-0.5929	0.4401	0.6249	0.3643
H00+30MIN	0.4247	-0.5887	0.4416	0.6426	0.4753
H00+60MIN	0.4431	-0.5974	0.5061	0.7090	0.5743
H00+90MIN	0.5200	-0.5668	0.4472	0.6675	0.4808
M00+00MIN	0.5356	-0.4916	0.5123	0.4300	0.4167
M00+30MIN	0.5598	-0.5208	0.5502	0.5349	0.5101
M00+60MIN	0.5530	-0.5235	0.5801	0.5405	0.4579
M00+90MIN	0.5739	-0.4981	0.5499	0.5749	0.4117
H30+30MID	0.3913	-0.2475	0.4947	0.4812	0.1612
H30+60MID	0.2821	-0.2732	0.5877	0.5057	0.1096
H30+90MID	0.2531	-0.3264	0.5451	0.5459	0.0751

表 3-3-15 関節硬被験者の身体寸法と可達域相関表

	指極	上肢長	座位上肢拳上指先端高	外踝下端
H60+00MIN	0.1922	0.3207	0.3323	0.1301
H60+30MIN	0.1891	0.3301	0.2875	0.0643
H90+00MID	0.8360	0.8438	0.8514	0.5431
H90+30MID	0.8095	0.8419	0.7104	0.4011
H90+60MID	0.6384	0.7014	0.5999	0.3497
H60+00MID	0.6943	0.7185	0.8090	0.4532
H60+30MID	0.6957	0.7347	0.7131	0.3518
H90-90MAX	0.3999	0.3777	0.6105	0.2734
H90-60MAX	0.4261	0.3829	0.6471	0.3379
H90-30MAX	0.6899	0.6552	0.8234	0.5078
H90+00MAX	0.8534	0.8526	0.8619	0.5787
H90+30MAX	0.8069	0.8250	0.7306	0.4593
H90+60MAX	0.6469	0.7165	0.6296	0.4101
H60+00MAX	0.7272	0.7406	0.8112	0.4869
H60+30MAX	0.7209	0.7606	0.6969	0.4004

表 3-3-16 関節硬被験者の関節可動域と可達域相関表

	肩関節の屈曲	肩関節の内転	手部の尺屈	前腕の回内	前腕の回外
H60+00MIN	0.0624	0.2929	0.2760	0.4630	0.1844
H60+30MIN	-0.0044	0.3101	0.3102	0.4235	0.1945
H60+60MIN	0.0256	0.2969	0.2885	0.3411	0.1854
H60+90MIN	0.1152	0.1850	0.2504	0.3246	0.1013
H30+30MIN	0.0441	0.2879	0.3545	0.4609	0.2694
H30+60MIN	-0.0211	0.3054	0.2896	0.3412	0.2375
H30+90MIN	0.0465	0.2886	0.2488	0.3396	0.1880
H00+30MIN	0.0034	0.2531	0.1294	0.4857	0.2657
H00+60MIN	-0.0120	0.2196	0.1729	0.4444	0.2034
H00+90MIN	-0.0070	0.2706	0.2178	0.4075	0.2052
M00+00MIN	0.1513	0.2291	0.1290	0.4681	0.2139
M00+30MIN	0.0937	0.2523	0.1173	0.4409	0.2121
M00+60MIN	0.0619	0.2821	0.1382	0.4142	0.2034
M00+90MIN	0.0082	0.3332	0.1539	0.3741	0.1501
H30+30MID	0.1314	0.4477	0.3524	0.3520	0.2710
H30+60MID	0.1062	0.4311	0.3375	0.2868	0.2349
H30+90MID	0.1551	0.3683	0.3296	0.2293	0.1979

3.4 日常生活動作による類型化の試み

3.4.1 日常生活アンケートによる類型化調査

(1) 分析目的

日常生活に関するアンケート調査結果を用い、日常生活における行動特性による類型化の可能性を予備的に探る。

(2) 方法

被験者数： サンプルデータのうち、欠損値のないデータからさらに無作為に抽出した男女 50 名（表 3-4-1）である。すべてのデータを用いなかつたのは、この調査がひとつの予備的な試みであることと、用いた多変量解析ソフトの限界によるものである。

表 3-4-1 被験者数

年代	合計	男性	女性
15～19	4	2	2
20～29	6	1	5
30～39	13	2	11
40～49	7	1	6
50～59	0	0	0
60～69	2	1	1
70～79	14	8	6
80 以上	4	3	1
合計	50	18	32

使用データ： 「日常生活に関するアンケート調査」の結果を使用した(補足参照)。アンケート対象者は、いずれも身体特性データの被験者である。

分析方法： 数量化理論Ⅲ類

アンケート調査データが Yes/No 形式であるため、今回は数量化理論Ⅲ類を用いることにより、被験者が有する属性や各状態から、その関連性や類型化の可能性を探った。

<補足>

((社) 人間生活工学研究センター, 2000)

日常生活に関するアンケート調査

身体機能調査へのご参加ありがとうございます。

このアンケートでは、ご参加くださいます皆様の日常生活をお聞きします。
調査の結果をより有効に活用するために使わせていただきますので、
どうぞご協力をお願いいたします。

- ・プライバシーは責任を持って厳重に守らせていただきます。
 - ・アンケート結果を名前と共に公表することはありません。
 - ・アンケートの内容は普段の生活に関するものです。
- あまり深く考えずに、ごく気楽にお答えください。

もし、わかり難い質問や、どう答えたらいかわからぬ項目がありましたら、空欄のまま残しておいて下さい。

調査の当日に、担当者から御説明させていただきます。

まず最初に枠線の中をご記入ください

氏 名	男 女
明治 昭和 大正 西暦	年 月 日生

測定者記入欄 被験者 No.

測定日 平成 年 月 日
平成 年 月 日

社団法人 人間生活工学研究センター
大阪市北区堂島1丁目2-5 堂北ダイビル3階

普段の生活から考えて、下の行動は楽にできるでしょうか。

はい・いいえ でお答えください。

- | | | |
|----|------------------------------|----------|
| 1 | 支えなしで椅子やベッドから立ち上がることができる | (はい・いいえ) |
| 2 | 正座をすることができる | (はい・いいえ) |
| 3 | 支えなしで正座から立ち上がることができる | (はい・いいえ) |
| 4 | 仰向きに寝転んだ姿勢から、そのまま立ち上がることができる | (はい・いいえ) |
| 5 | テレビやエアコンのリモコンが使える | (はい・いいえ) |
| 6 | ワイシャツやブラウスのボタンをはめるのは苦手である | (はい・いいえ) |
| 7 | ワイシャツやブラウスのボタンを素早くはめることができる | (はい・いいえ) |
| 8 | 靴紐を結ぶのは苦手である | (はい・いいえ) |
| 9 | 靴紐を素早く結ぶことができる | (はい・いいえ) |
| 10 | ワインクできる | (はい・いいえ) |
| 11 | 立ったままズボンやスカートがはける | (はい・いいえ) |
| 12 | 立ったままで靴下がはける | (はい・いいえ) |
| 13 | 立ったままで靴紐が結べる | (はい・いいえ) |
| 14 | 素早く着替えることができる | (はい・いいえ) |
| 15 | 缶入飲料のふたを指であけることができる | (はい・いいえ) |
| 16 | 袋入のお菓子を破らないで、引っぱって開封できる | (はい・いいえ) |
| 17 | 敷布団を押入に片付ける | (はい・いいえ) |
| 18 | 杖を使って歩いたほうが楽である | (はい・いいえ) |
| 19 | 歩くときに杖は必要ない | (はい・いいえ) |
| 20 | 小走りで走ることがある | (はい・いいえ) |
| 21 | 歩くときに、人波に遅れることはない | (はい・いいえ) |
| 22 | バス停ひとつくらいなら歩いてしまう | (はい・いいえ) |
| 23 | 30分程なら休憩をとらずに歩き回る | (はい・いいえ) |
| 24 | 2時間程なら休憩をとらずに歩き回る | (はい・いいえ) |
| 25 | 手すりがないと階段の昇り降りが不安である | (はい・いいえ) |
| 26 | 手すりがあっても使わないで、階段を昇り降りする | (はい・いいえ) |
| 27 | 時には走って階段の昇り降りをする | (はい・いいえ) |
| 28 | 何もつかまらずに電車で15分ほど立っている | (はい・いいえ) |
| 29 | バスのステップを昇り降りすることは困難ではない | (はい・いいえ) |
| 30 | 滑りやすいところで、よく転ぶ | (はい・いいえ) |
| 31 | 滑りやすいところで、転びそうになる | (はい・いいえ) |

普段の生活について、お尋ねします。

1. 新聞や本、雑誌などを読むとき次のようなことを感じることがありますか

- a. 文字が小さくて読みにくい (はい・いいえ)
- b. しばらく読んでいると、眼が疲れたりかすんだりする (はい・いいえ)

2. 家庭内での生活で次のようなこと感じことがありますか

- a. 服や靴下などを選ぶとき、色がわかりにくいことがある (はい・いいえ)
- b. 実際に、左右の靴下の色が違っていたことがある (はい・いいえ)
- c. 廊下など薄暗い場所は歩きにくい (はい・いいえ)
- d. タレントや俳優などの若い人のしゃべり方は早口でわかりにくいと思う (はい・いいえ)
- e. テレビやラジオの音量が大きいと周りの人から言われることがある (はい・いいえ)
- f. テレビなどは聞き取りやすい方向に座ったり、イヤホンなどを使う (はい・いいえ)
- g. 電話で話しているときに、つい、声が大きくなってしまう (はい・いいえ)
- h. 電話で話すときには、聞いていないほうの耳を手でふさぐ (はい・いいえ)
- i. 人の話を、聞き返すことがときどきある (はい・いいえ)

3. 外出されたときに、下のようなことを感じことがありますか。

- a. 数年前より、街灯やヘッドライトを眩しく感じる (はい・いいえ)
- b. 明るい場所から暗い場所に移動するとき戸惑う (はい・いいえ)
- c. 駅などで駅名や運賃標示などが読みにくい (はい・いいえ)
- d. ときどき、人の話が聞き取りにくくなることがある (はい・いいえ)
- e. 病院などの呼び出しの声を聞きそびれるのではないかと不安である (はい・いいえ)
- f. 人ごみの中では、アナウンスを聞き取りにくく感じる (はい・いいえ)

4. 聴力の矯正状態についてお尋ねします

- a. 補聴器をお持ちですか (はい・いいえ)
- b. 補聴器を普段からお使いですか
(使っている・必要なときだけ使う・使っていない)

(3) 結果と考察

数量化理論III類により得られたサンプルスコアおよびその散布図を表 3-4-2 および図 3-4-1 に示した。サンプルスコアの数値が近い被験者ほど、アンケートで同じような回答をする傾向にある。第1と第2の軸の名称は、それぞれ動作速度と感覚の鋭さに対応させることができた。このうち、感覚は特に聴覚に基づく要因が対応する。これは、聴覚そのものが類型に影響を及ぼしているというよりは、身体機能の衰えが聴覚の衰えと強くリンクしており、その結果としての聴覚の軸が設定できたと解釈すべきであると思われる。これについては、さらに検討していく必要がある。

今回はサンプル数が限られているため、アンケート結果に基づく被験者の類型化がクリアになされたわけではないが、動作および感覚という2つの基本的な因子の上に各被験者をある程度割りつけることが可能であることが示唆された。

表 3-4-2 サンプルスコア

被験者 No.	X 軸方向	Y 軸方向	被験者 No.	X 軸方向	Y 軸方向
1	0.1149	-0.0181	26	0.2429	0.0252
2	0.1193	0.0233	27	0.2472	-0.0951
3	0.2028	-0.0697	28	0.1217	-0.1040
4	0.3300	-0.1092	29	0.3197	0.0497
5	0.1130	0.0133	30	0.4053	-0.0282
6	0.2160	0.0813	31	0.0996	-0.0154
7	0.2461	-0.1265	32	0.1472	-0.1793
8	0.2878	-0.0509	33	0.1268	0.0136
9	0.2949	-0.2205	34	0.1284	0.0194
10	0.1896	-0.0878	35	0.2121	0.0469
11	0.1613	-0.1609	36	0.2078	0.0731
12	0.1584	-0.1197	37	0.2944	0.0062
13	0.1057	-0.0135	38	0.2324	-0.1806
14	0.1254	-0.0525	39	0.2208	0.0582
15	0.0996	-0.0154	40	0.3893	0.0783
16	0.1448	-0.1995	41	0.3624	-0.1039
17	0.1345	-0.0832	42	0.5039	-0.1034
18	0.1176	-0.0629	43	0.1771	-0.0547
19	0.1616	0.0726	44	0.1787	-0.1425
20	0.1654	-0.1144	45	0.2975	0.1451
21	0.1903	-0.0183	46	0.2341	0.1540
22	0.1193	0.0233	47	0.1856	-0.0924
23	0.1930	-0.1717	48	0.1967	0.0507
24	0.2158	0.0123	49	0.1262	0.0164
25	0.3105	-0.1936	50	0.0996	-0.0154

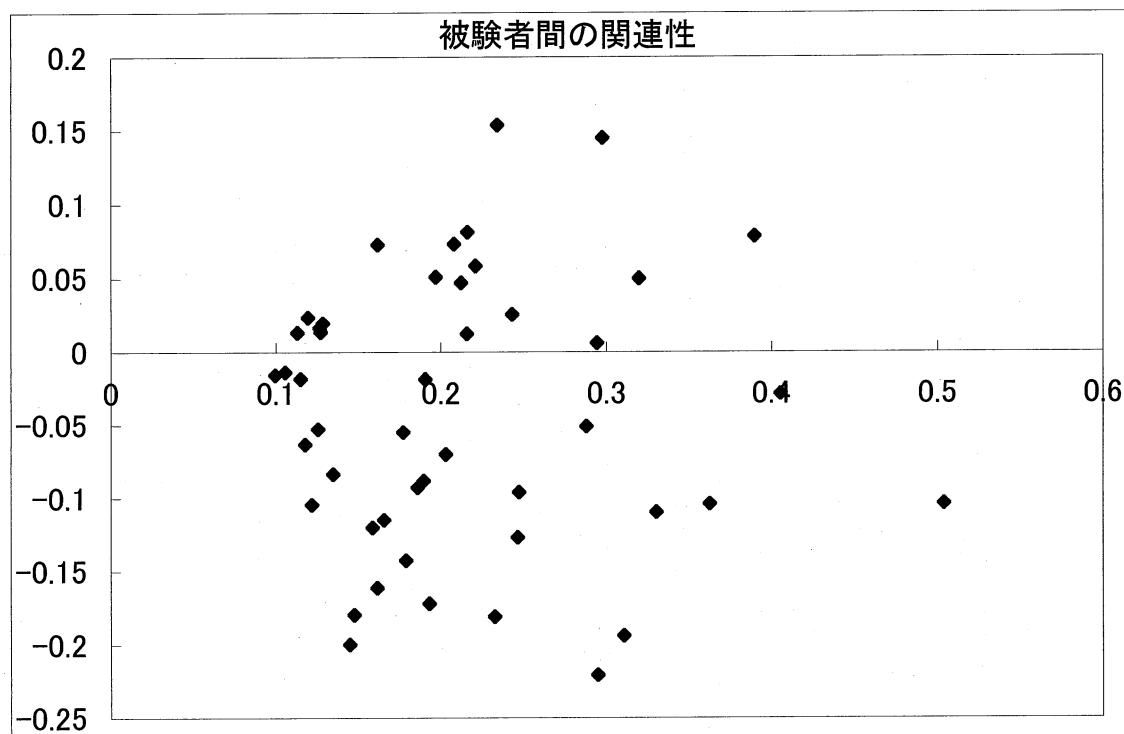


図 3-4-1 サンプルスコア散布図

3.4.2 類似グループ内の可達域との関連性

(1) 分析目的

生活アンケートでの類型化のひとつの検証として、アンケートで同じような回答をする傾向にある被験者群を抽出し、それを同じ類型とみなしてグループ化する。そして、その類似グループ内において、可達域と身体寸法もしくは関節可動域との相関を調査する。これは、客観的で物理的な身体特性データだけでなく、主観的な影響を多分に含むが複合された日常生活機能の差異がある程度可達域に影響してくると予想したからである。

(2) 方法

3.4.1 で行なった数量化理論III類のサンプルスコアおよびアンケート結果をもとに、被験者の類似グループを抽出した。

次に各グループ内で 3.3 と同じく相関分析を行なった。ここでは、ステップワイズ法による重回帰分析を試みた。

(3) 結果と考察

サンプルスコアおよびアンケート結果から、グルーピング事例として 3 つのグループ (A, B, C) を抽出した。これらはサンプルスコア散布図で近接した領域に同じグループの被験者が分布しており（図 3-4-2）、アンケート結果も各グループ内で極めて類似した結果を示している（表 3-4-3～5）。なお、表中のアンケート項目は類似性を示した主な質問項目のみ掲載されている。

各グループの特性を軸の名称で表現すれば、A は動作の速いグループ、B は感覚の鋭いグループ、C は感覚の衰えたグループと特徴づけることができる。ただし、各グループに属する被験者の年齢構成に特に偏りは見られない。これは、主観的なアンケート結果に基づくものであり客観的な指標によらないため、実際の機能レベルを忠実に反映したものではないことも要因と思われる。

次に各グループ内で可達域と身体特性データとの間の重回帰分析を実施した。ステップワイズの変数減少法を用いて行なった結果、いずれも強い重相関（または単相関）が見られた（表 3-4-6～8）。

A グループでは、上肢長と H90+60MAX の可達域との相関がかなり強かったため、この可達域条件を目的変数、主な身体寸法を説明変数として重回帰分析を行ったところ、上肢長との単回帰式が最も関連性の高い組み合わせとして得られた（表 3-4-6）。

B グループでは、身体寸法と H90-30MID との相関が強かったため、この可達域条件を目的変数として重回帰分析を行ったところ、複数の身体寸法との間の重回帰式が得られた。ただし、有意なレベルには至らなかった。

同様にして、C グループでは 2 つの可達域条件について複数の重回帰式が得られた。

なお、各グループとも肩関節を中心とする関節可動域との相関が強い可達域も見られたが有意な回帰式を得ることはできなかった。

以上の結果は、可達域の大小が单一の要因のみで規定されるのではなく、複数の身体特性指標および複合された動作機能に大きく影響を受けていることを裏付けるものである。また、前節 3.3 での相関分析で高い相関係数の結果がほとんど得られなかつたが、これはサンプルデータの身体機能的バラツキがあまり大きくなかったことによると思われる。本節 3.4 で被験者を生活動作機能でグルーピングすることにより、はじめて強い相関の組み合わせが得られたことになる。

ただし、ここに示した結果は少數のサンプルデータと試行的な多変量解析による試験事例であり、これがただちに実用的な推定モデルを提供するものではない。将来的に、設計等への応用モデルを作成するためのひとつの可能性を提示したものである。

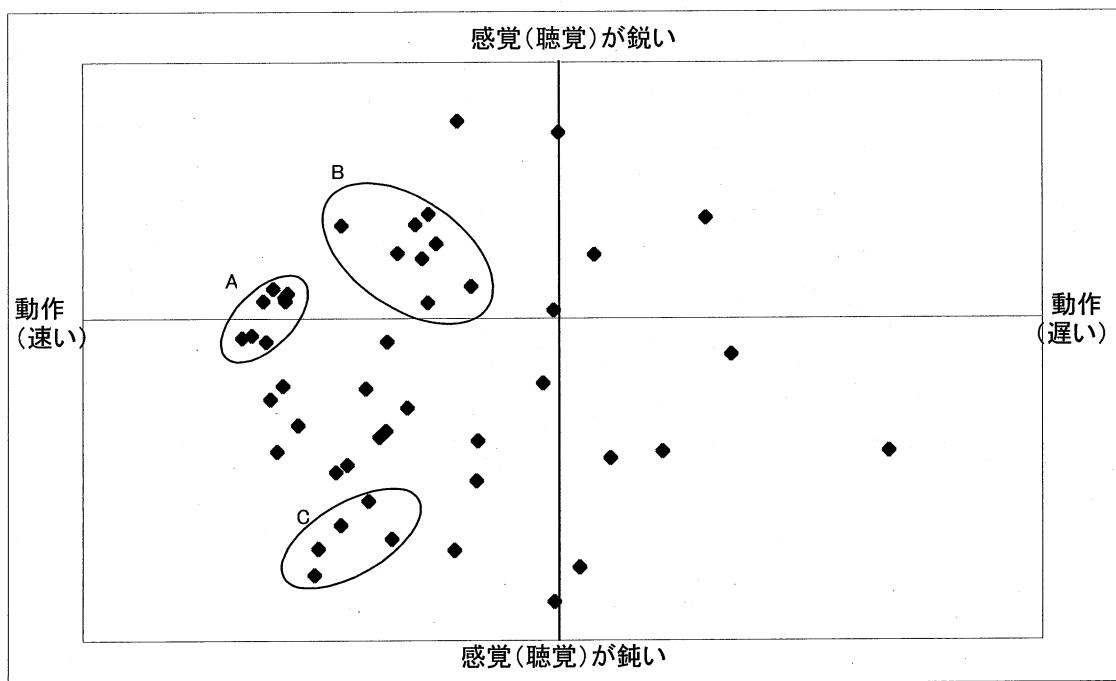


図 3-4-2 被験者の日常動作特性

表 3-4-3 A : アンケート結果 (1 : はい 2 : いいえ)

年齢	性別	4	8	9	12	13	16	22	25	26	28	2-c	2-d	2-e	2-f	2-I	3-a	3-b	3-c	3-d	3-f
29	女	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2
33	女	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
49	女	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
37	女	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2
32	女	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30	男	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
70	男	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
41	女	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
42	女	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2
79	女	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
79	男	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

表 3-4-4 B : アンケート結果 (1 : はい 2 : いいえ)

年齢	性別	1	2	3	5	6	7	10	11	14	15	17	18	19	20	21	23	29	30	2-a	2-b
45	女	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
71	女	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
71	男	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
73	女	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
31	女	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
33	女	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
71	女	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
79	男	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2

表 3-4-5 C : アンケート結果 (1 : はい 2 : いいえ)

年齢	性別	4	9	12	16	22	24	25	26	27	1-a	2-e	2-I	3-b	3-d
62	女	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1
41	男	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1
27	女	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1
40	女	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1
32	女	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1

表 3-4-6 A グループでの重回帰分析

$$[H90 + 60MAX の可達域] = 1.74 \times [上肢長] - 339.29$$

(R = 0.8356)

ステップ 3

データ数	11
重相関係数 R	0.8356
決定係数 R ²	0.6982

分散分析表

要因	偏差平方和	自由度	不偏分散	F 値	P 値	F (0.95)
回帰	44293.8	1	44293.8	20.8246	0.0014	5.1174
残差	19142.93	9	2126.99			
計	63436.73	10				

組み込まれた変数（ステップ 3）

	回帰係数	F 値
定数項	-339.29	1.7117
上肢長	1.7437	20.8246

表 3-4-7 B グループでの重回帰分析

$$[H90 - 30MID] = 5.59 \times [上肢長]$$

$$- 5.68 \times [指極]$$

$$- 4.56 \times [立位上前腸骨棘高]$$

$$- 0.51 \times [立位肘頭下縁高]$$

$$+ 1.97 \times [立位肩峰高]$$

$$+ 4.01 \times [立位上肢拳上] - 1156.36$$

(R = 0.9969)

ステップ 0

データ数 8
重相関係数 R 0.9969
決定係数 R² 0.9938

分散分析表

要因	偏差平方和	自由度	不偏分散	F 値	P 値	F (0.95)
回帰	36661.6	6	6110.28	26.5844	0.1474	233.9875
残差	229.845	1	229.845			
計	36891.5	7				

組み込まれた変数（ステップ 0）

	回帰係数	F 値
定数項	222.15	0.5199
上肢拳上	4.0077	21.8473
肩峰高	1.9744	20.3673
肘頭高	-0.5051	7.1823
上前腸骨	-4.5614	17.3141
指極	-5.6812	10.7352
上肢長	5.5946	6.2588

表 3-4-8 C グループでの重回帰分析

$$\begin{aligned}[M00+30MID] = & -3.56 \times [\text{指極}] \\ & + 6.99 \times [\text{立位上前腸骨棘高}] + 180.26 \\ & (R = 0.9161)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}[H90-30MID] = & -2.77 \times [\text{上肢長}] \\ & + 2.76 \times [\text{立位上前腸骨棘高}] + 422.65 \\ & (R = 0.9949)\end{aligned}$$

(1) ステップ 1

データ数	5
重相関係数 R	0.9161
決定係数 R ²	0.8392

分散分析表

要因	偏差平方和	自由度	不偏分散	F 値	P 値	F (0.95)
回帰	14523.4	2	7261.72	5.2179	0.1608	19.0000
残差	2783.36	2	1391.68			
計	17306.8	4				

組み込まれた変数 (ステップ 1)

	回帰係数	F 値
定数項	180.26	0.3624
上前腸骨	6.9948	10.4327
指極	-3.5553	10.2546

(2) ステップ 1

データ数	5
重相関係数 R	0.9949
決定係数 R ²	0.9898

分散分析表

要因	偏差平方和	自由度	不偏分散	F 値	P 值	F (0.95)
回帰	8027.93	2	4013.97	96.8791	0.0102	19.0000
残差	82.8655	2	42.428			
計	8110.80	4				

組み込まれた変数 (ステップ 1)

	回帰係数	F 値
--	------	-----

定数項	422.65	74.9572
上前腸骨	2.7759	121.8391
上肢長	-2.7737	78.9485

3.5 まとめ

製品や空間の形状・寸法が、それを用いるユーザの身体寸法や動作に依存する場合、こうしたユーザの身体特性データからそれらの適正な設計値を推定することが求められる。その場合、一般には取得しやすいデータからの設計値の推定がはかられるが、その前提として設計値とそれら身体特性データとの関連性（相関など）が存在しなければならない。本研究では、「身体特性データベースの構築に関する調査研究（（社）人間生活工学研究センター、1998）」で得られた老若男女500名以上の身体寸法、関節可動域、生活動作アンケートのデータをサンプルとして用い、可達域を目的変数（設計値）としたひとつのモデルケースとして両者の関連性を調査した。そして、それらの関連性をより高める被験者の類型化が可能になるのか検討を試みた。

3.3節および3.4節で行なわれた結果の概要をまとめると以下のとおりである。

分析1

(1) 身体寸法と可達域：

各身体寸法と可達域との相関は、身体寸法から可達域が推定できるほど強いものではなかった。

(2) 上肢長と可達域：

可達域と比較的相関の強かった上肢長に基づくグルーピングにより他の要因との関連を調べた。その結果、上肢長が同じでも他の身体寸法が大きいグループの方が、また体格がほぼ同じでも関節可動域の大きいグループの方が可達域が広い傾向にあり、身体プロポーションと柔軟性が大きく関わっていることがわかった。

(3) 関節可動域と可達域：

各関節可動域と可達域との相関は、あまり見られなかった。

(4) 柔軟性の高さと可達域

関節可動域に基づく柔軟性の違いによるグルーピングを行なった。その結果、身体寸法お

より関節可動域と可達域との相関の強さは増し、柔軟性の高いグループでは特に後者との相関係数が相対的に高くなり、柔軟性の低いグループでは身体寸法との相関係数は高くなつたが関節可動域との相関にあまり改善は見られなかつた。

設計値（目的変数）

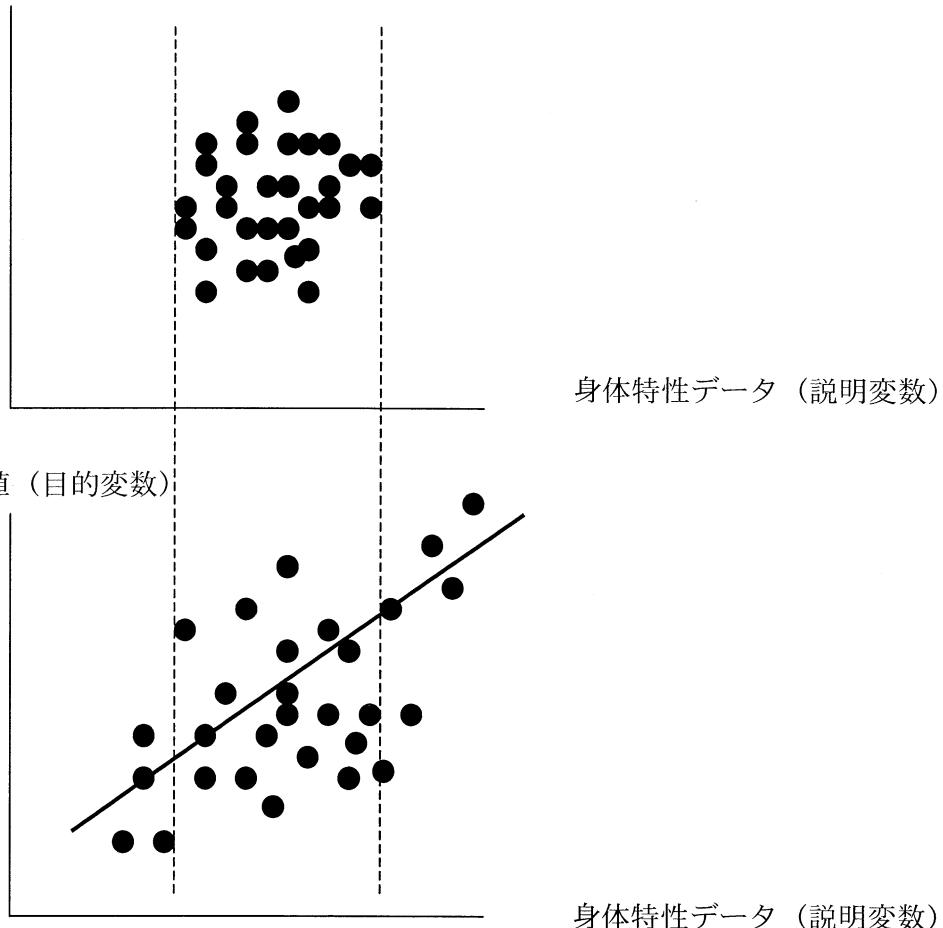


図 3-5-1 変数のバラツキが小さければ相関は強くならない

可達域は、上肢長や身長などの身体寸法と強い相関関係があると思われたが、今回の調査を通じて可達域は体格と単純な相関関係にあるわけではないことが明らかになった。これは複数の要因の相乗効果も影響しており、関節可動域も大きな影響を及ぼしていることが示された。また、腕のみを使うか上体も使うかなど被験者自身の課題達成の戦略にも依存して

いると思われる。さらに、今回用いたサンプルにおける被験者間のバラツキがそれ程大きいものではなかったことも強い要因として考えられる（図 3-5-1）。人間特性データの被験者の分布が母集団のそれよりも狭い領域だった可能性も否定できない。

分析 2

(1) 日常アンケートによる類型化の試み

日常生活における動作特性アンケート結果による類型化を試みたところ、動作速度と感覚（聴覚）能力を軸とする布置が可能なことがわかった。

(2) 類似グループ内での可達域との関連性

アンケートに類似的回答をする傾向のある被験者をグルーピングすることにより、そのグループ内での身体寸法と可達域との間に強い相関のあることが認められた。

日常生活動作で類似のパターンを示す被験者間では、身体特性と可達域との強い相関が認められる可能性が示唆された。可達域は、多くの要因の総合であるため推測は難しいものの、それが適切な類型化によりある程度可能になることが示唆された。

以上の結果から次の結論が導かれる。

- ①可達域を単一の身体特性データから推定することは困難である。これは、一般の設計値の推定においてもあてはまる。
- ②様々な要因に基づく人間特性の類型化を行なうことにより、設計値の推定精度を向上させる可能性のあることが示唆される。
- ③身体寸法データの分布が母集団の分布を反映しているかどうかが結果を大きく左右する。

謝辞

大阪市立大学 井上裕美子さんには、本調査研究に際してデータ処理および分析を担当していただいた。ここに謝意を表します。

＜電子ファイルリスト＞

紙面の関係で本報告書に解析結果をすべて網羅することはできなかった。代わりに、処理データの電子ファイル（いずれも Excel）を以下にリストアップした。必要があれば、これらは（社）人間生活工学研究センターまたは大阪市立大学で閲覧することができる。

3.3.1

- ・可達域・座位
- ・可達域・立位
- ・身体寸法利き腕修正
- ・寸法相関

3.3.2

- ・上肢長と可達域

3.3.3

- ・関節可動域と可達域相関
- ・関節可動域利き腕修正

3.3.4

- ・柔軟別関節可動域

3.4.1

- ・数量化III類
- ・アンケート結果

＜参考文献＞

- ・(財)日本規格協会・(社)人間生活工学研究センター：「民間の機能を活用した知的基盤事業（即効型知的基盤創成研究開発事業） 人間特性計測に関する基盤研究」
(2000)
- ・(社)人間生活工学研究センター：<http://www.hql.or.jp>
- ・柳井 久江：「4steps エクセル統計」,オームエス出版 (1998)
- ・杉山和雄,井上勝雄：「EXCELによる調査分析入門」,海文堂出版 (1996)

第3部 高齢者特性データベースの構築

HQL が現在保有している高齢者を含む人間特性データ（形態・寸法、動作・動態、身体機能等）を基に「高齢者特性データベース」を構築する。なお、データベースに格納するデータ収集のための計測は当事業では実施しない。また、当事業で開発された技術を用い、高齢者特性データを類型化処理するソフトをデータベースに組み込む。

4章 高齢者特性データベースの構築

4.1 データベース構築の目的

これまでHQLでは高齢者を中心に形態・寸法、動作・動態、知覚・感覚、身体機能といった人間特性データを計測し、それぞれのデータベースを構築してきた。これらのデータベースは高齢者向けの衣服の設計、什器の設計といった個々の目的には最適化されたものであるが、反面、それぞれのデータベースを検索、利用するにあたってはドメインに対する事前の知識を必要とし、自ずとその利用対象者を制限することに繋がっている。本研究では、これらの課題を解消しより使いやすくするために、”高齢者に特徴的な特性”という統一的な視点からすべてのデータを再整理し、製品分類等に従って検索できるデータベースを構築することを目的とする。

4.2 高齢者特性データの概要とデータ定義

高齢者の特性として計測を行い整備・保管されているデータは、

- 形態データ : 身体各部の寸法および全身形状
- 動態データ : 姿勢変化、移動動作および作業域・可動域
- 身体機能データ : 視覚および皮膚感覚
- 感覚データ : ストレス・疲労および温冷感
- ドキュメント : 報告書、論文等

等に大別できる。

またこれらのデータを表示、加工するソフトウェアや「コンピュータ・マネキン」といった、形態データを3次元のCADモデルとして再現できるツール（システム）も保管されており、これらすべてがデータベースの対象となる。（以上のデータ、ソフトウェア、システムを本章では「元データ」という）

実際には元データは表4-2-1「保有データ一覧〔抜粋〕」に示すように、人間感覚データベース構築モデル事業、高齢者身体機能データベース構築といった、事業またはプロジェクト毎に個々の基準で分類・ラベル付けされ、CSV、テキスト、バイナリ、HTML、エクセル、ドキュメントといった様々な形式のファイルで個別に保管されている。そのため、類似したデータであっても事業・プロジェクトにより、データ検索のための用語やデータ表示のためのビューア（読み込みの設定も含む）が異なり、利用者に当該の知識がない場合には非常に使いづらいものとなっている。

そこでまず、現在実施中の事業・プロジェクトは除き、すべての元データを洗い出し・

整理しデータ構造を定義する。元データは前述のようにこれまで実施した研究事業単位に分けられ、事業単位は個々のプロジェクト単位に分割される。

その内訳を下記に示す。

- 人体計測データ
 - ・第1回計測
 - ・高効率計測機器開発
 - ・その他
- 人間感覚データベース構築モデル事業
 - ・衣服設計支援
 - ・作業環境評価
 - ・その他
- 高齢者身体機能データベース
 - ・平成11年度補正視覚特性計測
 - ・平成11年度補正動作特性計測
- 人間感覚計測応用技術
 - ・ストレス・疲労・覚醒
 - ・環境適合性（視環境・音環境・温熱環境）
 - ・製品適合性（操作適合性・製品適合性）
 - ・総合
- コンピュータ・マネキン
 - ・第1世代
 - ・コンピュータ・マネキンの形態推定技術の研究
- 動的温熱環境の標準化
 - ・第1回計測
- その他
 - ・ユーザビリティ・サポート

次に、各プロジェクトで計測・収集されたデータを便宜的に上位の”データグループ”、下位の”データ”に階層化する。

ここでデータ構造の実体としては、”データグループ”はディレクトリまたはファイルの場合もあり、”データ”はファイルまたはファイル内的一部のデータの場合もある。

以上のように3層に階層化した元データ（事業名、プロジェクト名、データグループ名・データ名）に一意のIDを付与する。このIDはデータベースを構築・保守・増強・参照する際のデータの識別子となる。（このように3階層化しIDを付与した元データを本章では「分類テーブル」という）

表4-2-2に「分類テーブル〔抜粋〕」に”データ”的説明を加えて示す。

表4-2-1. 保有データ一覧 [抜粋]

I. エイジレス(ageless)

データ名称	ファイル名	ファイルの種類
データ整備中		

II. 人間感覚データベース構築モデル事業(feel)

データ名称	ファイル名	ファイルの種類
平成10年度 人間感覚データベース構築モデル事業 成果報告	kankaku.pdf	ドキュメント
衣料製品設計支援のための人間感覚DB	(CD-ROMの内容)	HTML
作業環境評価のための人間感覚DB	(CD-ROMの内容)	
タスク統制ソフト一式	pgm1.exe	
一次指標算出ソフト一式	pgm2.exe	
タスク統制ソフト・一次指標算出ソフト特別版	pgm3.exe	
被験者属性	zokusei.csv	
高齢者と若年者の体温調節能の特性	12002001.csv ~ 12002013.csv	CSV
被験者属性	hikensya.csv	
緊張作業時の一過性ストレス指標値	kin01.csv ~ kin40.csv	
単調作業時の一過性ストレス指標値	tan01.csv ~ tan40.csv	
生データ 緊張 A/Dデータ	*-k.bi1.z	
生データ 緊張 温度データ	*-k.bi2.z	
生データ 緊張 鼓膜温データ	*-k.bi3.z	
生データ 緊張 主観量データ	*-k.csv.z	
生データ 緊張 イベントマーク	*-k.evt.z	
(以下省略)		

III. 高齢者身体機能データベース(func)

データ名称	ファイル名	ファイルの種類
名称未設定	osaka-グレア.xls	エクセル
	osaka-暗順応.xls	
	osaka-遠距離視力.xls	
	osaka-近距離視力.xls	
	osaka-色弁別（黄色）10001.xls	
	osaka-色弁別（黄色）101.xls	
	osaka-色弁別（黄色）11.xls	
	osaka-色弁別（青色）10001.xls	
	osaka-色弁別（青色）101.xls	
	osaka-色弁別（青色）11.xls	
(以下省略)		

IV. 人間感覚計測応用技術(kankaku)

データ名称	ファイル名	ファイルの種類
データ整備中		

表4-2-1. 保有データ一覧（続き）

V. 基盤整備事業(kiban)

データ名称	タイプ	ディレクトリ名／ファイル名	ファイル形式 ／ ビューワー
被験者属性	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥zokusei.xls	EXCEL
関節抵抗計測装置一次出力データ	ファイル	hle¥kiban¥kansetu¥teikou-org	CSV
人体寸法	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥sunpou.xls	EXCEL
関節抵抗曲線近似係数	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥kinji-keisu.xls	EXCEL
関節抵抗（全部位）	ファイル	hle¥kiban¥kansetu¥teikou	EXCEL
関節抵抗（左右足首）	ファイル	hle¥kiban¥kansetu¥teikou-ashi	EXCEL
関節抵抗（左右手首）	ファイル	hle¥kiban¥kansetu¥teikou-hand	EXCEL
関節抵抗（左右肘）	ファイル	hle¥kiban¥kansetu¥teikou-hiji	EXCEL
関節抵抗（左右膝）	ファイル	hle¥kiban¥kansetu¥teikou-hiza	EXCEL
関節抵抗（左右肩）	ファイル	hle¥kiban¥kansetu¥teikou-kata	EXCEL
関節抵抗（左右股）	ファイル	hle¥kiban¥kansetu¥teikou-mata	EXCEL
関節最大トルク	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥maxtolk.xls	EXCEL
自動可動域計測装置一次出力データ	ファイル	hle¥kiban¥kansetu¥vicon	BodyBuilder
自動計測関節可動域データ	ファイル	hle¥kiban¥kansetu¥vicon-csv	CSV
自動計測可動域データ総覧	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥jido-kado.xls	EXCEL
日常生活調査（I）	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥quest1.xls	EXCEL
日常生活調査（II）	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥quest2.xls	EXCEL
日常生活調査（III）	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥quest3.xls	EXCEL
日常生活調査（IV）	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥quest4.xls	EXCEL
日常生活調査（V）	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥quest5.xls	EXCEL
日常生活調査（VI）	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥quest6.xls	EXCEL
日常生活調査（VII）	テーブル	hle¥kiban¥kansetu¥quest7.xls	EXCEL
(以下 データ整備中)			

(論文／書籍)

表題	ディレクトリ名／ファイル名
成果報告書	hle¥kiban¥kansetu¥doc¥houkoku.pdf
論文1	hle¥kiban¥kansetu¥doc¥ronbun1.pdf
論文2	hle¥kiban¥kansetu¥doc¥ronbun2.pdf
論文3	hle¥kiban¥kansetu¥doc¥ronbun3.pdf

表4-2-1. 保有データ一覧 (続き)

VII. コンピュータ・マネキン(manikin)

データ名称	ファイル名	ファイルの種類
平成8年度 コンピュータ・マネキンに関する調査研究報告書	manikin.pdf	ドキュメント
平成9年度 コンピュータ・マネキンに関する国際標準規格 成果報告書	energy.pdf	
平成9年度 人間適合性評価支援技術に関する調査研究報告書	human.pdf	
コンピュータ・マネキンに関する人体モデルの形態推定技術の研究 報告	manikin.pdf	
高齢者の動作特性を反映した複合動作シミュレーション技術の研究開発	kourei.doc	
コンピュータ・マネキン Ver 1.00 インストーラ	cmv100.exe	プログラム

VIII. 動的温熱環境(onnetsu)

データ名称	ファイル名	ファイルの種類
平成11年度 成果報告書	h11-hokoku.pdf	ドキュメント

VIII. 人体計測データ(size)

データ名称	ファイル名	ファイルの種類
身体形態特性データの計測・データベース化手法に係わる標準化 報告書	taikei.pdf	ドキュメント
人体計測数値データ	size.csv	CSV
高さデータ 座位姿勢 横面 下半身	*-32.ddt.Z	バイナリ
高さデータ 座位姿勢 横面 上半身	*-30.ddt.Z	
高さデータ 頭部 前面	*-50.ddt.Z	
高さデータ 頭部 横面	*-60.ddt.Z	
高さデータ 手 甲	*-80.ddt.Z	
高さデータ 手 掌	*-70.ddt.Z	
高さデータ 立位 背面 下半身	*-26.ddt.Z	
高さデータ 立位 背面 上半身	*-24.ddt.Z	
高さデータ 立位 前面 下半身	*-22.ddt.Z	
高さデータ 立位 前面 上半身	*-20.ddt.Z	
高さデータ 立位 横面 下半身	*-12.ddt.Z	
高さデータ 立位 横面 上半身	*-10.ddt.Z	
3次元貼り合わせデータ 全身	11000600.3d.Z	
輝度データ 座位姿勢 横面 下半身	*-32.idt.Z	
輝度データ 座位姿勢 横面 上半身	*-30.idt.Z	
輝度データ 頭部 前面	*-50.idt.Z	
輝度データ 頭部 横面	*-60.idt.Z	
輝度データ 手 甲	*-80.idt.Z	
輝度データ 手 掌	*-70.idt.Z	
輝度データ 立位 背面 下半身	*-26.idt.Z	
輝度データ 立位 背面 上半身	*-24.idt.Z	
輝度データ 立位 前面 下半身	*-22.idt.Z	
輝度データ 立位 前面 上半身	*-20.idt.Z	
輝度データ 立位 横面 下半身	*-12.idt.Z	
輝度データ 立位 横面 上半身	*-10.idt.Z	
計測装置の制御データ? その1	*-1.rng.Z	
計測装置の制御データ? その2	*-2.rng.Z	
計測装置の制御データ? その3	*-3.rng.Z	

表4-2-2. 分類テーブル〔抜粋〕

プロジェクト			データ				説明	ビューア／プログラム	
ID	大分類	ID	小分類	ID	データグループ	ID	データ		
size	人体計測データ	first	第1回計測	size.csv	人体計測数値データ	sid	被験者ID	被験者ID	Microsoft Excel
						area	地域	計測地の地域名	Microsoft
						pref	都道府県	計測地の都道府県名	Microsoft
						sex	性別	性別	Microsoft
						aged	年齢十進	年齢十進	Microsoft
						bdate	生年月日	生年月日	Microsoft
						kdate	計測日	計測日	Microsoft
						mbw007	体重	裸体、あるいはそれに近い着衣での身体の重	Microsoft
						mhe019	全頭高	頭頂点からオトガイ点までの垂直距離	Microsoft
						mhe020	頭耳高	頭頂点から耳珠点までの垂直距離	Microsoft
						ext001	頭頂・瞳孔高	頭頂点から瞳孔中心までの垂直距離[全頭高－眼・オトガイ高]	Microsoft Excel
						che002	頭頂・口裂高	頭頂点から口裂点までの垂直距離[全頭高－口裂・オトガイ高]	Microsoft Excel
						lhe001	眉間・オトガイ	眉間点からオトガイ点までの垂直距離	Microsoft
						lhe002	額高	耳根点からオトガイ点までの直線距離	Microsoft
						lhe003	眼・オトガイ高	瞳孔中心からオトガイ点までの垂直距離	Microsoft
						lhe004	口裂・オトガイ	口裂点からオトガイ点までの垂直距離	Microsoft
						mhe013	頭長	眉間点から後頭点までの直線距離	Microsoft
						mhe015	頭頃・鼻尖距離	頭頂点から耳尖点までの直線距離	Microsoft
						mhe014	後頭・鼻尖距離	後頭点から耳尖点までの直線距離	Microsoft
						lhe008	耳長	耳介の最大長	Microsoft
						lhe009	鼻深	鼻下点から耳尖点までの直線距離	Microsoft
						mhe016	頭幅	左右の側頭点の間の直線距離	Microsoft
						mhe017	耳珠間幅	左右の耳珠点の間の直線距離	Microsoft
						lhe005	頬弓幅	左右の頬骨弓点の間の直線距離	Microsoft
						mhe018	下顎角幅	左右の下顎角点の間の直線距離	Microsoft
						lhe006	瞳孔間距離	左右の瞳孔の間の直線距離	Microsoft
						lhe007	内眼角幅	左右の内眼角点の間の直線距離 目をあけた状態で測る	Microsoft Excel
						mhe043	頭矢状弧長	眉間点から頭頂（点）をとおり、後頭点までの体表長	Microsoft Excel
						mhe044	耳珠間頭頂弧長	一方の耳珠点から頭頂の少し前方をとおり、他方の耳珠点までの体表長	Microsoft Excel
						mhe045	頭円	眉間をとおるようにメジャーを水平にまわして測った頸の周長	Microsoft Excel
						mhe046	頸円	ノドボトケの直下で、頸の軸に直交するようにメジャーをまわして測った頸の周長（ノドボトケにメジャーが掛ってはいけない）	Microsoft Excel
						mhe047	頸付け根円	頸椎点、頸側点、鎖骨の内側上縁をとおるようメジャーをまわして測った頸の基部の周長	Microsoft Excel
						str002	身長	床面から頭頂点までの垂直距離	Microsoft
						ltr016	眼高	床面から瞳孔までの垂直距離	Microsoft
						ltr001	耳珠高	床面から耳珠点までの垂直距離	Microsoft
						ctr001	オトガイ高	床面からオトガイ点までの垂直距離[身長－全頭高]	Microsoft Excel
						ltr036	頸椎高	床面から頸椎点までの垂直距離	Microsoft
						ltr017	頸側点高	床面から頸側点までの垂直距離	Microsoft
						ltr018	肩峰高	床面から肩峰点までの垂直距離	Microsoft
						ltr019	乳頭高	床面から乳頭点までの垂直距離 子供、男性、乳頭が下垂していない女性のみについて計測する。乳房が下垂している人では乳房の最前突部の高さをとる。	Microsoft Excel
						ltr002	腋窩高	床面から（前あるいは後）腋窩点までの垂直	Microsoft
						ltr020	前ウエスト高	床面から前ウエスト点までの垂直距離	Microsoft
						ltr037	後ウエスト高	床面から後ウエスト点までの垂直距離	Microsoft
						ltr021	臍高	床面から臍点までの垂直距離	Microsoft
						ltr029	頸側・肩峰点水	頸側点と肩峰点の間の水平距離	Microsoft
						ltr030	頸側・肩峰点垂	頸側点と肩峰点の間の垂直距離	Microsoft
						ctr002	肩傾斜角	頸側点をとおる水平線と、頸側点と肩峰点を結んだ直線のなす角度[（頸側点肩峰点垂直距離/頸側点肩峰点水平距離）×100]	Microsoft Excel
						ltr031	肩峰幅	左右の肩峰点の間の水平距離	Microsoft
						mtr024	肩幅	両上肢を自然に下垂したときの、左右の上肢	Microsoft

(以下、人体計測データ 省略)

表4-2-2. 分類テーブル（続き）

プロジェクト			データ				説明	ビューア／プログラム	
ID	大分類	ID	小分類	ID	データグループ	ID	データ		
feel	人間感覚データベース構築モデル事業	cloth	衣服設計支援	zokusei.csv	被験者属性	sno	被験者No	被験者No	Microsoft Excel
						sex	性別	性別	Microsoft
						age	年齢	年齢	Microsoft
						height	身長(cm)	身長(cm)	Microsoft
						weight	体重(kg)	体重(kg)	Microsoft
		keisoku	計測データ	chosetsu	調節機能データ	高齢者と若年者の体温調節能の特性			Microsoft
						衣料製品設計支援のための人間感覚DB			Webブラウザ
		sys	システム	hdb-cloth	衣料製品設計支援のための人間感覚DB	衣料製品設計支援のための人間感覚DB			Adobe Acrobat Reader
						平成10年度 人間感覚データベース構築モデル事業 成果報告書			
		com	その他	doc	文書等	kankaku.pdf	平成10年度 人間感覚データベース構築モデル事業 成果報告書		
work	作業環境評価	hikensya.cs	被験者属性	kin01.csv	緊張作業時の一過性ストレス指標値($Fz \alpha$ パワー比)	sno	被験者No	被験者No.	Microsoft
						sex	性別	性別	Microsoft
						age	年齢	年齢	Microsoft
						cc	実験条件	実験条件2条件(時間延長負荷条件、負荷なし条件)のうち、時間延長負荷条件の実施順(1回目 or 2回目)を示す。	Microsoft Excel
		kin02.csv	緊張作業時の一過性ストレス指標値($Fz \beta$ パワー比)	kin02.csv	緊張作業時の一過性ストレス指標値($Fz \beta$ パワー比)	sno	被験者No.	被験者No.	Microsoft Excel
						sex	性別	性別	Microsoft
						age	年齢	年齢	Microsoft
						rst1	安静1	時間延長負荷条件作業前の安静時の $Fz \alpha$ パワー比 [$Fz \alpha$ パワー比 = $Fz \alpha$ 波パワー値 / (α, β, θ の総パワー値)]	Microsoft Excel
						ext	延長あり	時間延長負荷条件作業時の $Fz \alpha$ パワー比 [$Fz \alpha$ パワー比 = $Fz \alpha$ 波パワー値 / (α, β, θ の総パワー値)]	Microsoft Excel
						rst2	安静2	時間延長負荷なし条件作業前の安静時の $Fz \alpha$ パワー比 [$Fz \alpha$ パワー比 = $Fz \alpha$ 波パワー値 / (α, β, θ の総パワー値)]	Microsoft Excel
						bext	延長なし	時間延長負荷なし条件作業時の $Fz \alpha$ パワー比 [$Fz \alpha$ パワー比 = $Fz \alpha$ 波パワー値 / (α, β, θ の総パワー値)]	Microsoft Excel
		kin03.csv	緊張作業時の一過性ストレス指標値($Fz \theta$ パワー比)	kin03.csv	緊張作業時の一過性ストレス指標値($Fz \theta$ パワー比)	sno	被験者No.	被験者No.	Microsoft Excel
						sex	性別	性別	Microsoft
						age	年齢	年齢	Microsoft
						rst1	安静1	時間延長負荷条件作業前の安静時の $Fz \beta$ パワー比 [$Fz \beta$ パワー比 = $Fz \beta$ 波パワー値 / (α, β, θ の総パワー値)]	Microsoft Excel
						ext	延長あり	時間延長負荷条件作業時の $Fz \beta$ パワー比 [$Fz \beta$ パワー比 = $Fz \beta$ 波パワー値 / (α, β, θ の総パワー値)]	Microsoft Excel
						rst2	安静2	時間延長負荷なし条件作業前の安静時の $Fz \beta$ パワー比 [$Fz \beta$ パワー比 = $Fz \beta$ 波パワー値 / (α, β, θ の総パワー値)]	Microsoft Excel
						bext	延長なし	時間延長負荷なし条件作業時の $Fz \beta$ パワー比 [$Fz \beta$ パワー比 = $Fz \beta$ 波パワー値 / (α, β, θ の総パワー値)]	Microsoft Excel
(以下、人間感覚データベース構築モデル事業 省略)									

表4-2-2. 分類テーブル（続き）

プロジェクト			データ				説明	ビューア /プログラ ム	
ID	大分類	ID	小分類	ID	データグループ	ID	データ		
func	高齢者機能 データベース	h11s	H11補正視覚 特性計測	k-o-gre.csv	機能-大阪-グレア	sid	ID	被験者ID	Microsoft Excel
					機能-富山-グレア	n1x	グレアなし・照度 (1x)	グレアなし低照度環境条件下で視標面の文字が読みとれるようになった照度(1x) 最小値は10lx	Microsoft Excel
					nc	グレアなし・コン トラスト (%)	「グレアなし・照度」の条件で読みとれた文字の黒色濃度 (%)	Microsoft Excel	
					8lx	8度・照度アップ (1x)	8度入射のグレア存在下で少なくとも100%濃度の文字が読みとれた視標面照度(1x)	Microsoft Excel	
					8c	8度・コントラス ト (%)	「8度・照度アップ」の条件で読みとれた文字の黒色濃度 (%)	Microsoft Excel	
					4lx	4度・照度アップ (1x)	4度入射のグレア存在下で少なくとも100%濃度の文字が読みとれた視標面照度(1x)	Microsoft Excel	
					4c	4度・コントラス ト (%)	「4度・照度アップ」の条件で読みとれた文字の黒色濃度 (%)	Microsoft Excel	
					cmt	コメント	コメント	Microsoft Excel	
				k-o-anj.csv	機能-大阪-暗順応	sid	ID	被験者ID	Microsoft Excel
					d1x	なし・照度	低照度環境条件下で視標面の文字が読みとれるようになった照度(1x) 最小 値は1lx	Microsoft Excel	
					dc	なし・読みとりコ ントラスト	「なし・照度」の条件で読みとれた文字の黒色濃度 (%)	Microsoft Excel	
					11x	あり・照度	1分間の前順応 (10,000cd/m ²) 後10秒間で少なくとも100%濃度の文字が読みとれた視標面の照度(1x)	Microsoft Excel	
					1c	あり・読みとりコ ントラスト	「あり・照度」の条件で読みとれた文字の黒色濃度 (%)	Microsoft Excel	
					cmt	コメント	コメント	Microsoft Excel	
				k-o-fds.csv k-t-fds.csv k-o-nds.csv k-t-nds.csv	機能-大阪-遠距離 視力	sid	ID	被験者ID	Microsoft Excel
					w100	白100%	視標：白背景100%濃度、照度：1000lx の生活視力	Microsoft Excel	
					w055	白55%	視標：白背景55%濃度、照度：1000lx の生活視力	Microsoft Excel	
					w035	白35%	視標：白背景35%濃度、照度：1000lx の生活視力	Microsoft Excel	
					w015	白15%	視標：白背景15%濃度、照度：1000lx の生活視力	Microsoft Excel	
					b055	黒55%	視標：黒背景55%濃度、照度：1000lx の生活視力	Microsoft Excel	
					b035	黒35%	視標：黒背景35%濃度、照度：1000lx の生活視力	Microsoft Excel	
					b015	黒15%	視標：黒背景15%濃度、照度：1000lx の生活視力	Microsoft Excel	
					b000	黒0%	視標：黒背景0%濃度、照度：1000lx の生活視力	Microsoft Excel	
					lb1000	生活両眼1000 lx	視標：白背景100%濃度、照度：1000lx の生活視力	Microsoft Excel	
					lb100	生活両眼100 lx	視標：白背景100%濃度、照度：100lx の右眼生活視力	Microsoft Excel	
					lb10	生活両眼10 lx	視標：白背景100%濃度、照度：10lx の生活視力	Microsoft Excel	
					lr1000	生活右1000 lx	視標：白背景100%濃度、照度：1000lx の右眼生活視力	Microsoft Excel	
					ll1000	生活左1000 lx	視標：白背景100%濃度、照度：1000lx の左眼生活視力	Microsoft Excel	
					nb1000	裸眼両眼1000 lx	視標：白背景100%濃度、照度：1000lx の両目裸眼視力	Microsoft Excel	
					nr1000	裸眼右1000 lx	視標：白背景100%濃度、照度：1000lx の右眼裸眼視力	Microsoft Excel	
					nl1000	裸眼左1000 lx	視標：白背景100%濃度、照度：1000lx の左眼裸眼視力	Microsoft Excel	
					cmt	コメント	コメント	Microsoft Excel	
(以下、高齢者機能データベース 省略)									

表4-2-2. 分類テーブル（続き）

プロジェクト			データ					説明	ビューア / プログラム
ID	大分類	ID	小分類	ID	データグループ	ID	データ		
kiban	基盤整備事業	kansetu	関節抵抗計測	jido-hani.csv	自動計測可動範囲データ	sid	被験者NO	被験者NO	Microsoft Excel
						sa	肩範囲	肩の屈曲から伸展までの角度	Microsoft Excel
						ea	肘範囲	肘の屈曲から伸展までの角度	Microsoft Excel
						wa	手範囲	手首の屈曲から伸展までの角度	Microsoft Excel
				jido-kado.csv	自動計測可動域データ総覧	sid	被験者NO	被験者NO	Microsoft Excel
						sb	肩屈曲	肩の屈曲角度	Microsoft Excel
						sc	肩伸展	肩の伸展角度	Microsoft Excel
						cb	肘屈曲	肘の屈曲角度	Microsoft Excel
						ee	肘伸展	肘の伸展角度	Microsoft Excel
						wb	手伸展	手首の屈曲角度	Microsoft Excel
						we	手屈曲	手首の伸展角度	Microsoft Excel
				kinji-keisu.csv	関節抵抗曲線近似係数	sid	被験者NO	被験者NO	Microsoft Excel
						w1k2	手関節 1 回目 k2	1回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k2	Microsoft Excel
						w1k3	手関節 1 回目 k3	1回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k3	Microsoft Excel
						w1k5	手関節 1 回目 k5	1回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k5	Microsoft Excel
						w1k6	手関節 1 回目 k6	1回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k6	Microsoft Excel
						w2k2	手関節 2 回目 k2	2回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k2	Microsoft Excel
						w2k3	手関節 2 回目 k3	2回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k3	Microsoft Excel
						w2k5	手関節 2 回目 k5	2回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k5	Microsoft Excel
						w2k6	手関節 2 回目 k6	2回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k6	Microsoft Excel
						w3k2	手関節 3 回目 k2	3回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k2	Microsoft Excel
						w3k3	手関節 3 回目 k3	3回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k3	Microsoft Excel
						w3k5	手関節 3 回目 k5	3回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k5	Microsoft Excel
						w3k6	手関節 3 回目 k6	3回目の計測における手関節の関節抵抗曲線近似係数k6	Microsoft Excel
						e1k2	肘関節 1 回目 k2	1回目の計測における肘関節の関節抵抗曲線近似係数k2	Microsoft Excel
						e1k3	肘関節 1 回目 k3	1回目の計測における肘関節の関節抵抗曲線近似係数k3	Microsoft Excel
						e1k5	肘関節 1 回目 k5	1回目の計測における肘関節の関節抵抗曲線近似係数k5	Microsoft Excel
						e1k6	肘関節 1 回目 k6	1回目の計測における肘関節の関節抵抗曲線近似係数k6	Microsoft Excel
						e2k2	肘関節 2 回目 k2	2回目の計測における肘関節の関節抵抗曲線近似係数k2	Microsoft Excel
						e2k3	肘関節 2 回目 k3	2回目の計測における肘関節の関節抵抗曲線近似係数k3	Microsoft Excel
						e2k5	肘関節 2 回目 k5	2回目の計測における肘関節の関節抵抗曲線近似係数k5	Microsoft Excel
						e2k6	肘関節 2 回目 k6	2回目の計測における肘関節の関節抵抗曲線近似係数k6	Microsoft Excel
(以下、 基盤整備事業 省略)									

表4-2-2. 分類テーブル（続き）

プロジェクト			データ				説明	ビューア／プログラム	
ID	大分類	ID	小分類	ID	データグループ	ID	データ		
kanka ku	人間感覚計測応用技術	seiri	ストレス、疲労、覚醒	data	計測データ	21004201 .csv	生理的複合影響指標体系データベースー覚醒評価指標：生理・主観・遂行データ	時系列的に測定された脳波、脈波、心拍数などの値から主観的評定値を示す指標である。各生理値は5秒ごとに得られたデータである。ヴィジランス課題眠気生理的複合影響RAS(Roken Arousal Scale)脳波脈波心拍数反応時間	Microsoft Excel
						21004204 .csv	生理的複合影響指標体系データベースー'96応用事例ヴィジランス課題 覚醒評価生理データ	単調視覚探索作業において時系列的に測定された脳波、心拍数、瞬目データ。生理測度は30秒ごとの代表値、主観評定は10分ごとの代表値。ヴィジランス課題眠気生理的複合影響RAS(Roken Aroual Scale)脳波瞬目心拍数	Microsoft Excel
						21004206 .csv	生理的複合影響指標体系データベースー高負荷認知課題における主観評定	3種の複雑な認知課題を遂行した時の主観評定10分セッションの終了毎に記入された。生理的複合影響RAS(Roken Arousal Scale)主観評定眠気緊張リラックス意欲減退注意集中困難全般的活性	Microsoft Excel
						21004208 .csv	生理的複合影響指標体系データベースー覚醒評価指標（ヴィジランス課題）	単調視覚辨別作業において時系列的に測定された脳波、心拍数、瞬目、眼球運動から眼気を予測するデータ。眼気表情値、生理測度は30秒ごとの代表値、主観評定は10分（セッション）ごとの代表値。ヴィジランス課題眠気生理的複合影響RAS(Roken Arousal Scale)脳波瞬目心拍数眼球運動	Microsoft Excel
						21007204 .csv	心臓血管系ストレス指標データ（平成7年度緊張実験）	安静時およびストレス負荷課題時の心電図・血圧の計測データから、瞬時心拍・最高血圧を1拍毎に求め、50msec間隔の等時間データに変換後、50msec間隔でサンプルされた呼吸データとともに周波数解析を行ない、低周波帯域成分、呼吸周波数成分等を各々のデータについて算出したものである。周波数解析は30秒分のデータに対して行ない、5秒ずつずらして繰り返し最後まで行なう。従って、本データは5秒間隔のデータとなってい。心拍心拍変動血圧血圧変動ストレス	Microsoft Excel
						21007205 .csv	心臓血管系ストレス指標データ（平成7年度単調実験）	安静時およびストレス負荷課題時の心電図・血圧の計測データから、瞬時心拍・最高血圧を1拍毎に求め、50msec間隔の等時間データに変換後、50msec間隔でサンプルされた呼吸データとともに周波数解析を行ない、低周波帯域成分、呼吸周波数成分等を各々のデータについて算出したものである。周波数解析は30秒分のデータに対して行ない、5秒ずつずらして繰り返し最後まで行なう。従って、本データは5秒間隔のデータとなってい。心拍心拍変動血圧血圧変動ストレス	Microsoft Excel
						21007212 .csv	心臓血管系ストレス指標データ（平成8年度緊張実験血圧）	安静時およびストレス負荷課題時の心電図・血圧の計測データから、瞬時心拍・最高血圧を1拍毎に求め、50msec間隔の等時間データに変換後、50msec間隔でサンプルされた呼吸データとともに周波数解析を行ない、低周波帯域成分、呼吸周波数成分等を各々のデータについて算出したものである。周波数解析は30秒分のデータに対して行ない、5秒ずつずらして繰り返し最後まで行なう。従って、本データは5秒間隔のデータとなってい。心拍心拍変動血圧血圧変動ストレス	Microsoft Excel
						21007213 .csv	心臓血管系ストレス指標データ（平成8年度単調実験血圧）	安静時およびストレス負荷課題時の心電図・血圧の計測データから、瞬時心拍・最高血圧を1拍毎に求め、50msec間隔の等時間データに変換後、50msec間隔でサンプルされた呼吸データとともに周波数解析を行ない、低周波帯域成分、呼吸周波数成分等を各々のデータについて算出したものである。周波数解析は30秒分のデータに対して行ない、5秒ずつずらして繰り返し最後まで行なう。従って、本データは5秒間隔のデータとなってい。心拍心拍変動血圧血圧変動ストレス	Microsoft Excel
						21007214 .csv	心臓血管系ストレス指標データ（平成8年度緊張実験脈波）	安静時およびストレス負荷課題時の心電図・血圧の計測データから、瞬時心拍・最高血圧を1拍毎に求め、50msec間隔の等時間データに変換後、50msec間隔でサンプルされた呼吸データとともに周波数解析を行ない、低周波帯域成分、呼吸周波数成分等を各々のデータについて算出したものである。周波数解析は30秒分のデータに対して行ない、5秒ずつずらして繰り返し最後まで行なう。従って、本データは5秒間隔のデータとなってい。心拍心拍変動血圧血圧変動ストレス	Microsoft Excel
(以下、人間感覚計測応用技術 省略)									

4.3 高齢者特性の類型項目の体系化

高齢者を含む人間の特性は旧来から様々な分野で研究が行われており、形態学的なアプローチ、生体学的なアプローチ、医学的なアプローチ、心理学的なアプローチ、感性情報処理的なアプローチ、認知科学的なアプローチ、人工知能的アプローチといったアプローチする立場の違いから、必然的に人間の特性の分類方法（類型項目）も異なってくる。

今回構築するデータベースは上述の専門家だけではなく居住・職場環境や生活製品等の設計・製造・販売を行う中小企業にも利用対象を拡大することを企図しているため、データ検索操作（システム的には検索ツリー）を考える上で「人間生活工学的なアプローチ」による「人間特性に対応した類型項目」の設定が必要となってくる。

そこで、「高齢者特性の類型化手法の開発」に係る技術委員会において、"統一的な視点"から新たな類型項目を設定した。類型項目の設定に当ってはHQ Lに元データがあるかどうかに係わらず、今後のHQ Lの研究活動方向や人間生活工学の取り組むべき課題も見据えて決定した。

人間の特性に対応した類型項目は、まず「形態」「動態」「身体機能」「感覚」「行動・認知」という5つの抽象的なカテゴリを「寸法・形状」「力・作業能力」「姿勢・動作」「操作」「感覚」「精神的特性」「行動特性」「環境要素」という8つのカテゴリに大分類した。

次に、それぞれの大分類カテゴリを小分類カテゴリに類別した。

大分類「寸法・形状」は小分類「体重」「寸法」「形状」に、大分類「力・作業能力」は小分類「発揮力」「作業能力」に、大分類「姿勢・動作」は小分類「動作」「生活動作」に、大分類「操作」は小分類「操作成績」「反応時間」に、大分類「感覚」は小分類「視覚」「聴覚」「感覚」「皮膚感覚」「その他の体性感覚」に、大分類「精神的特性」は小分類「認知」「精神的特性」に、大分類「行動特性」は類別せず、大分類「環境要素」は小分類「気候」「照明」「その他の環境」にそれぞれ分類した。

さらに、小分類カテゴリを具体的な計測に対応する項目に類別した。

小分類「体重」「寸法」「形状」は"全身体重" "体節毎の体重・重心"、"寸法"、"3次元形状" "プロポーション・体型"に、小分類「発揮力」「作業能力」は"握力" "背筋力" "持ち上げの力" "押し引きの力" "指・手・腕の力" "脚・足の力"、"パワー" "関節トルク" "酸素摂取能力" "エネルギー代謝" "身体的疲労"に、小分類「動作」「生活動作」は"可達域・作業域" "関節可動域"、"歩行" "またぎ" "立ち・座り" "昇り・降り"に、小分類「操作成績」「反応時間」は"位置決め操作" "移動操作" "制御操作"、"単純反応時間" "選択反応時間"に、小分類「視覚」「聴覚」「感覚」「皮膚感覚」「その他の体性感覚」は"視力" "色覚" "視野" "明るさ"、"聴力レベル" "可聴域"、"嗅覚" "味覚"、"触覚" "温覚・冷覚" "痛覚"、"平衡覚" "振動覚" "位置覚・運

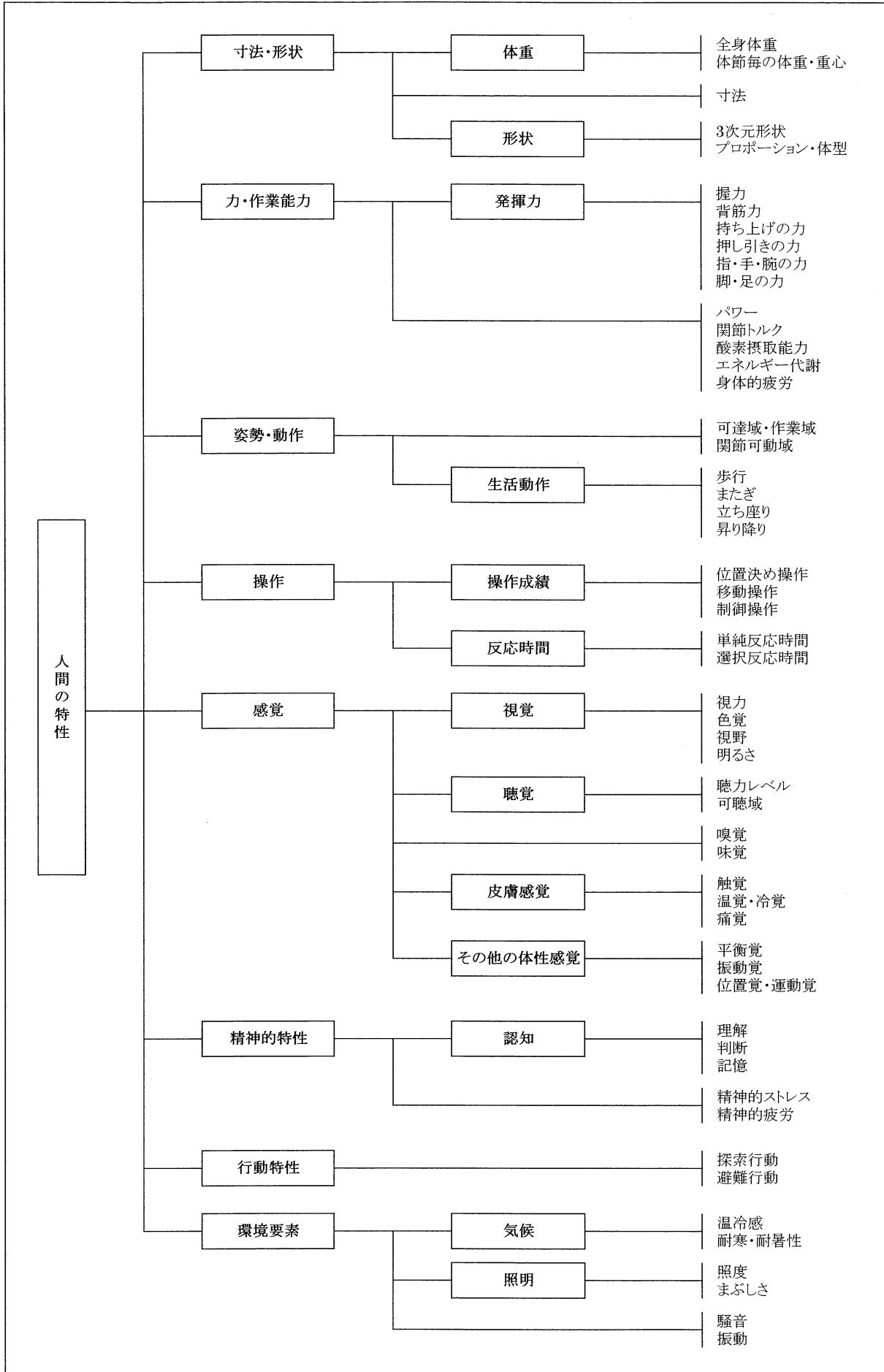
動覚”に、小分類「認知」「精神的特性」は“理解” “判断” “記憶”、“精神的ストレス” “精神的疲労”に、小分類「気候」「照明」「その他の環境」は“温冷感” “耐寒性・耐暑性”に、それぞれ対応付けた。

以上の分類体系を表 4-3-1 「類型項目の体系」に示す。

この体系はHQLにおいて個々の事業・プロジェクトで定義した類型項目とデータを「統合データベース」という視点から再定義するものであると共に、今後のHQLの研究活動の基盤となるものである。

ただし、この体系は“永続的に固定”したものではなく、今後のHQLの研究活動成果や人間生活工学の進展に応じて柔軟に追加・修正、分離・統合等の更新を行い、時代に即したものとなることが望ましいと考える。

表4-3-1. 類型項目の体系



4.4 データベースのフレームと構築

3層スキーマモデルをベースにデータベースの設計手順を示すと、

1) サービス要件・システム要件の定義

- ・データベース（DB）利用対象業界・利用対象者等の設定
- ・DB利用方法の定義
- ・入出力情報（データ）の洗い出し
- ・情報（データ）加工プロセスの定義
- ・DB利用パターン（時間帯、アクセス数他）の予測、設定

2) 概念スキーマの設計（概念設計）

- ・データ項目の定義とデータ項目間の関連性の洗い出し
- ・データベース構造の定義（リレーショナルDBの場合は表の形で）

3) 外部スキーマの設計（論理設計）

- ・プログラムの視点から処理・検索要件の定義
- ・処理・検索毎のビュー表の設計

4) 内部スキーマの設計（物理/実装設計）

- ・物理要件・性能要件（ネットワーク、OS、マシン環境等）の定義
- ・データベース管理システム（DBMS）の選定
- ・システム設計

という流れになる。

さらにシステム更新、維持管理、データ更新等の運用上の側面も含めると、

5) 運用開始（システム更新）の方法

- ・スイッチオーバーの手順とシステム停止時間
- ・他のシステムに与える影響、停止時間等

6) 運用・維持管理方法

- ・システム稼動時間（現在のWebシステムは通常24時間365日稼動）
- ・維持管理体制（コンテンツの稼動時間帯に合わせた体制）

7) 保守方法（データ更新も含む）

- ・データ更新の量と頻度（WebページとDB内容）
- ・バックアップ方法と体制

等も考慮したデータベース・システムの設計が必要となってくる。

通常データベースの場合は「要件定義」（上記1）には多大な労力と時間がかかるが、今回のデータベースの構築は、実装の観点からは従来のシステムの追加となるため割愛する。また、同様の理由で「内部スキーマの設計」（上記4）も割愛する。

さらに、「運用開始（システム更新）の方法」（上記5）、「運用・維持管理方法」（上記6）

および「保守方法（データ更新も含む）」（上記 7）についても従前と同様の運用・保守形態をとるため、本章では特に取り上げない。

4.4.1 概念スキーマの設計

概念スキーマの設計では、まず各データ項目の「データ構造」を定義し、次にデータ項目間の関連を明示すること（即ち「データベース構造」の定義）が必要になってくる。

4.2 節ではHQLのすべての元データを再整理し「分類テーブル」という形でデータ構造（ファイル形式）を定義した。（表 4-2-2「分類テーブル」参照）

また、分類テーブルではすべてのデータ項目に識別IDを付与すると共に、各データのビューアも定義した。

4.3 節では新たに統一的な視点（人間生活工学の視点）から高齢者を含む人間の特性を分類し「類型項目の体系」を設定した。

次に、「類型項目の体系」に識別IDを付与し、類型項目のデータ構造を定義する。

表 4-4-1「類型項目と識別ID」に対応関係を示す。ここで各類型項目に付与するIDは、前節で述べたように”永続的に固定”ではなく分離・統合、追加・修正もありうるという観点から類型項目の上位/下位に関係なく一意の識別子とする。

さらにデータ更新等の運用・保守時のケアレス・ミスによるトラブルを未然に防ぐという観点から「分類テーブル」のデータ項目に付したIDとは異なる識別子を付与する。

また、HQL元データの主たる特徴はその大部分が「人間を計測したデータ」であることで、類型項目とは別に被験者の「個人属性」も重要なデータ項目となる。

「個人属性」のデータ項目についても「高齢者特性の類型化手法の開発」に係る技術委員会において、プライバシー、個人の同定および公共の利益といった角度から検討し、「性別」「年齢（生年月日）」「出身地」「最終学歴」「病歴」を暫定的に設定した。

最後に、これまで定義した「分類テーブル」、「類型項目の体系」および「個人属性」を関係付ける。

これは「分類テーブル」という実データ（ファイル）と「類型項目+個人属性」という基本参照欄とのマッピングテーブルの形で表わされる。マッピングテーブルの作成に当っては類型項目・個人属性項目と実データとの相関度を 3 段階（◎：高い、○：やや高い、△：不明）に設定し対応渉れを防止した。

表 4-4-2 に"データグループ"単位での「マッピングリスト〔概要〕」を示す。

またこの表の詳細は付属資料に掲載する。なお、表中網掛け部はデータの詳細が不明であるためマッピングは行わなかった。

表4-4-2より類型項目・個人属性項目とHQL元データの対応が一覧でき、今後「人間行動適合型環境創出システム技術」の成果が類型項目の「行動特性」欄にマッピングされることになる。また、類型項目欄が空白の領域が今後のHQLの研究計画を示唆しているとも言える。

4.4.2 外部スキーマの設計

外部スキーマの設計については、今回のデータベースでは既にビューアが定義されているため、検索要件とその処理方法が中心となる。

通常のメニュー方式によるデータの特定においては、データベース利用者が「類型項目の体系」に沿ってメニュー（類型項目欄）を選択すると「マッピングリスト」に該当するデータ候補一覧が表示され、下位の類型項目を選択することによってデータ候補を絞り込み、最後に提示されたデータ候補一覧から要求するデータを選ぶ、という手順になる。（表4-4-2 参照）

なお、「製品分類からの検索」や「フリーキーワードでの検索」の要件定義については、次節に譲る。

表4-4-1. 類型項目と識別ID

人間の特性			ID
	寸法・形状 (measure)	体重 (weight) 形状 (shape)	全身体重 体節毎の体重・重心 (all.weight) (part.weight) 寸法 (dimension) 3次元形状 プロポーション・体型 (3d.shape) (proportion)
	力・作業能力 (work)	発揮力 (exhibit)	握力 背筋力 持ち上げの力 押し引きの力 指・手・腕の力 脚・足の力 (grip) (back.muscle) (lift) (pull) (arm.power) (leg.power)
	姿勢・動作 (motion)		パワー 関節トルク 酸素摂取能力 エネルギー代謝 身体的疲労 (all.power) (joint.torque) (oxygen.intake) (energy.metabolism) (physical.fatigue)
		生活動作 (life.motion)	可達域・作業域 関節可動域 歩行 またぎ 立ち座り 昇り降り (reach.area) (joint.area) (walking) (stepping) (standing) (up.down)
	操作 (operation)	操作成績 (operation.record) 反応時間 (reaction.time)	位置決め操作 移動操作 制御操作 単純反応時間 選択反応時間 (positioning.operation) (moving.operation) (control.operation) (simple.reaction) (selective.reaction)
	感覚 (feeling)	視覚 (vision) 聴覚 (hearing) 皮膚感覚 (surface) その他の体性感覚 (internal.sense)	視力 色覚 視野 明るさ 聴力レベル 可聴域 嗅覚 味覚 触覚 温覚・冷覚 痛覚 平衡覚 振動覚 位置覚・運動覚 (eyesight) (color.sight) (sight.range) (bright.sight) (hearing.level) (hearing.range) (smelling) (tasting) (tactile.sense) (thermal.sense) (pain.sense) (balance.sense) (vibration.sense) (exercise.sense)
	精神的特性 (mentality)	認知 (cognition)	理解 判断 記憶 精神的ストレス 精神的疲労 (understanding) (judgement) (memory) (mental.stress) (mental.fatigue)
	行動特性 (activity)		探索行動 避難行動 (search.act) (refuge.act)
	環境要素 (circumstances)	気候 (climate) 照明 (illumination)	温冷感 耐寒・耐暑性 (thermal.feel) (thermal.proof) 照度 まぶしさ (illumination.intensity) (dazzling) 騒音 振動 (circumstance.noise) (circumstance.vibration)

表4-4-2. マッピングリスト [概要]

4.5 製品設計のためのデータベース検索

近頃、障害者や高齢者、外国人、男女等、それぞれの違いを超えて、すべて人が暮らしやすいように、まちづくりやものづくり、環境づくりを行う「すべての人のためのデザイン」の重要性が様々な分野で説かれている。この「すべての人のデザイン」は「ユニバーサルデザイン」と呼ばれ、バリアフリーをさらに進めた考え方として、はじめからできるだけすべての人が利用できるように設計（デザイン）する、というコンセプトで世界中でその動きが広まっている。現時点でも、既にユニバーサルデザインを考慮した施設やものが回りに存在している。

この「ユニバーサルデザイン」を実現する観点からすると、人間の形状や特性等の様々なデータは製品設計には必要不可欠なものと言える。ゆえに人間工学的データが多数含まれる高齢者特性データベースは、製品設計の指針・手法に対して非常に重要な役割を担う事が期待できる。

しかし、実際に製品設計の現場を考慮すると、設計者は個々の製品自体の機能に対しては詳細な知識を持っていても、人間工学的な特性の具体的な内容やその類型項目に詳しいとは限らない。様々な製品でユニバーサルデザインを実現するためには、製品設計に関して初心者・経験者の分け隔てなく、設計する製品に関する人間工学的特性を利用できる事が望ましい。

そこで、全ての製品設計者が、そのデータを簡単に検索・利用できる仕組みが必要となる。前述の特性項目の抽出・類型化では、人間の日常生活や活動に対して類型化を行う事でデータベースの個々のデータとマッピングを行い、それら特性項目によるデータの検索ができる仕組みを構築した。

本節では製品設計を中心に考え、次の2つの検索アプローチについての仕組みを構築する。

1. 製品分類によるデータ項目の検索
2. フリーキーワードによるデータ項目の検索

以下、各々の内容について、データ項目とのマッピングや検索の具体例を踏まえながら説明する。

4.5.1 製品分類からのアプローチ

様々な特性データと具体的な個々の製品名に対する関係を検索するには、データベース内部で持つデータ項目と製品名とのマッピングが必要となるが、その項目数・作業量は膨大なものとなる。また、新しい製品が出たびにマッピングのメンテナンスを手動で行う必要が生じてくるため、検索機能としては実現し難いものとなる。

そこで、個々の製品に対するデータのマッピングではなく、そのメタレベルな情報である「製品分類」をキーとして用いた検索手法を導入する。これは、目的の製品名が属するカテゴリである「製品分類」とデータ項目とのマッピングを行う事で実現する。

設計者は、具体的な人間工学的特性の知識まで持っているとは限らないが、自分の設計している製品がどのような製品分類として位置付けられるか、すなわちメタレベルな情報の判断は可能だと言える。ゆえに、上記「製品分類」とデータ項目とのマッピングがなされていれば、メタ情報を検索キーとする事でデータベース検索が可能となる。

データ項目とマッピングするための製品分類としては、JIS規格やISO規格によるもの、グッドデザインによるもの等、様々な分類が挙げられる。しかし、JISやISOの規格による分類は、あくまでも規格のための分類であるため、製品の仕様として設計面だけではなく評価手法までを含んだ規格となっているうえ、人間中心に扱うものではない製品やも多く、これらと全てと対応付けるには無理があると言える。またグッドデザインに関しては一応の製品分類がなされているものの、デザインとして届け出があった製品に対してのみ分類化されているものであり、人間の生活に関係する製品でも分類されていないものもある事からデータ項目とのマッピングには適さないと判断される。

よって、この検索アプローチで用いた製品分類は「身体機能データ・ベースの構築に関する調査研究」で開発された製品分類をベースにすることとした。

表4-5-1に製品分類表の一部を示す。

表4-5-1 検索キーのベースとなった製品分類の例

製品分類	製品名	機能部位	留意点
0903衣類・靴 [ICS:61被服工業]	手袋	全般	<ul style="list-style-type: none"> ・着脱しやすい ・肌触りがよい ・指を曲げたり伸ばしたりしてもフィットしている
1506炊事用具	食器洗い機	全般	<ul style="list-style-type: none"> ・ドアの開閉がしやすい ・食器の出し入れがしやすい ・暗くても操作部の表示が読みやすい ・スイッチが操作しやすい ・洗剤が入れやすい ・洗净後食品屑の掃除がしやすい
1512掃除用具	掃除機	全般	<ul style="list-style-type: none"> ・スイッチが操作しやすい ・床の種類が変わっても楽に掃除ができる ・移動時に足にまとわりつかない ・狭いところでも移動しやすい ・ゴミのたまり具合の状態がわかりやすい ・ゴミ袋の取り替えが容易にできる ・コードの取り出し・収納がスムーズにできる
1515衣類の製作・手入れ用具	洗濯機	全般	<ul style="list-style-type: none"> ・暗いときにも表示が読みやすい ・操作方法がわかりやすい ・操作ボタンの位置がわかりやすい ・スイッチの操作がしやすい ・報知音が聞き取りやすい ・洗濯槽の蓋の開け閉めがしやすい ・洗濯槽から洗濯物を取り出しやすい ・使用中でも必要な音が聞こえる
1515衣類の製作・手入れ用具	乾燥機	全般	<ul style="list-style-type: none"> ・暗くても操作部の表示が読みやすい ・操作方法がわかりやすい ・操作ボタンの位置がわかりやすい ・操作がしやすい ・報知音が聞き取りやすい ・蓋の開け閉めがしやすい ・洗濯物の出し入れがしやすい ・内部の様子が見やすい ・フィルターの掃除がしやすい

表4-5-1では、製品分類として「衣類・靴」「炊事用具」「掃除用具」等を挙げているが、その中の「衣類・靴」を注目し製品名として「手袋」を事例に以降説明を行う。

次に、表4-5-1の例で示される製品分類に基づいて、データベースとの関係付けを行う。データベース項目と製品分類項目とを直接対応付ける事は困難なので、留意点の欄の内容と前節で述べた抽出・類型化された「類型項目」のマッピングを行う。理由は、生活用品等を含む製品に対し、日常生活や活動に関したもののが対応付け易いという事である。

よって、前節の「マッピングリスト」を参考に製品分類の項目と類型項目とのマッピングを行う事とした。表4-5-2に「製品分類と類型項目のマッピング例」を示す。

表4-5-2 製品分類と類型項目のマッピング例

製品分類	製品名	機能部位	留意点	類型項目
0903衣類・靴	手袋	全般	・着脱しやすい	精神的特性/認知/判断 姿勢動作/関節可動域
			・肌触りがよい	感覚/皮膚感覚/触覚 感覚/皮膚感覚/温覚・冷覚
			・指を曲げたり伸ばしたりしてもフィットしている	寸法・形状/寸法

表4-5-2では、手袋における留意点項目（「着脱しやすい」、「肌触りがよい」、「指を曲げたり伸ばしたりしてもフィットしている」の3項目）各々に対する、類型項目のマッピングを行っている。「着脱しやすい」に関しては、「着脱」という「動作」が伴う事に対し「姿勢動作／関節可動域」という類型項目が対応し、「しやすい」という利用者の「判断」が伴う事から「精神的特性／認知／判断」という類型項目が対応することとなる。同様に「肌触りがよい」に対しては皮膚感覚であるため、類型項目として「感覚／皮膚感覚／触覚」「感覚／皮膚感覚／温覚・冷覚」という2つの項目がマッピングされる。「指を曲げたり伸ばしたりしてもフィットしている」という項目は「フィット」という項目から「寸法・形状／寸法」の類型項目が挙がっている。但し「フィット」には「精神的特性／認知／判断」の内容も含まれるが、上記「着脱しやすい」で既にマッピングされているのでここでは挙げていない。

次に、類型項目と"データ"の対応を製品分類の項目へ反映すると表4-5-3に示すようになる。

表4-5-3 製品分類とデータベース項目とのマッピング例

製品分類	製品名	機能部位	類型項目	データ項目 (ファイル名)
衣類・靴 [ICS:61被服工業]	手袋	全般	精神的特性/認知/判断	.
			姿勢動作/関節可動域	Func/h11d/d-*-*.*.csv func/h11d/k-bodysize.csv
			感覚/皮膚感覚/触覚	.
			感覚/皮膚感覚/温覚・冷覚	onnetsu/first/doc kankaku/kankyo/data
			寸法・形状/寸法	size/first/size.csv size/first/link-*.*.csv func/h11d/k-bodysize.csv size/first/ddt

例えば「手袋」を設計するとして、製品分類から検索した場合の出力データは、以下のようになる。（個々のデータの詳細は、「分類テーブル」を参照のこと）

- － 高齢者機能データベース：動態データ
- － 高齢者機能データベース：形態 身体計測データ
- － 動的温熱環境の標準化：第1回計測：論文データ
- － 人間感覚計測応用技術データベース：環境適合性データ：計測データ
- － 人体計測データベース：第1回計測：人体計測数値データ
- － 人体計測データベース：第1回計測：特徴点データ（手など）
- － 人体計測データベース：第1回計測：高さデータ

以上、製品設計に対するデータベース検索技術の一つとして、設計対象の「製品分類や製品名から検索する手法」のフレームワークを構築した。なお、製品分類テーブルとデータベースとの関連を図4-5-1に示す。

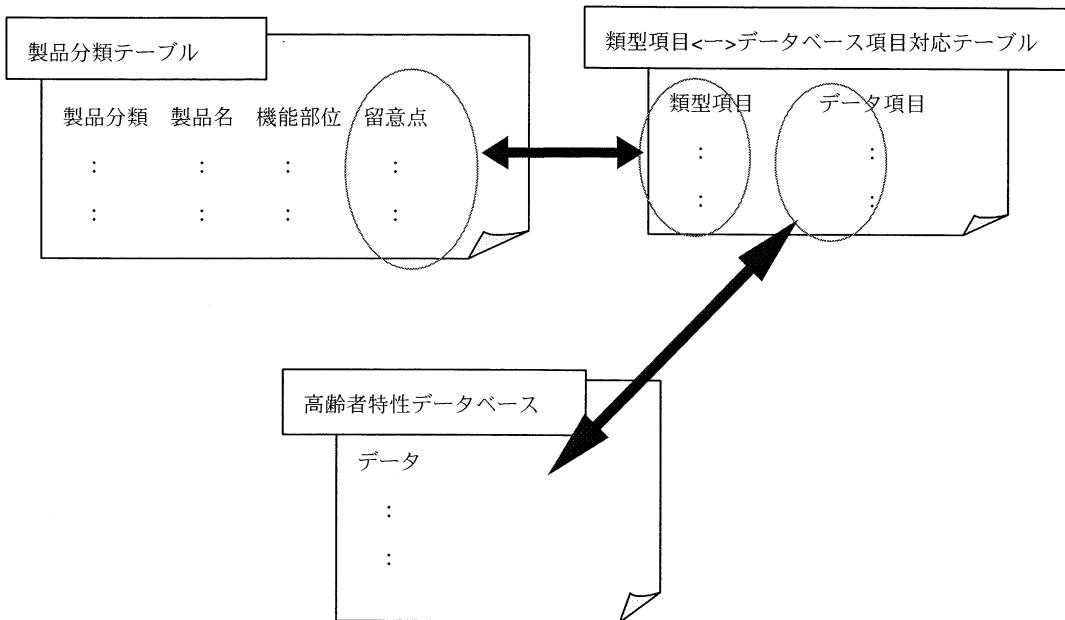


図4-5-1 製品分類とデータベースとの関連

4.5.2 フリーキーワードからのアプローチ

前述の製品分類による検索手法はメタレベルの項目を選択する事で検索を行うアプローチであるが、もう一つのアプローチとしてはフリーキーワードによる検索手法を採用した。

製品分類からの検索は、初心者でもデータの取得を容易にするためのものであるのに対し、キーワード検索の場合は、目的とする製品やデータに関する用語を自らが考える必要があるため、初心者には的を得たキーワードがなかなか思いつかない事もありえる。そのため、この検索アプローチは初心者よりむしろある程度経験を積んだ利用者が用いるべき手法と考えられる。

フリーキーワードを用いる際の利点としては、設計者が目的の製品に対するイメージを連想する事で出てくる”キーワード”で検索が行える事である。キーワードはメタレベルでもマクロレベルでもありえるため、様々な検索結果を引き出す事が可能と考えられる。

逆に設定されていないキーワードでは項目にヒットしないという欠点があるが、これに関してはキーワードと項目との関係を利用者がフィードバックして設定できる仕組みを提供する事で、ある程度カバーできると思われる。また、この仕組みを実現する事により、システムとしてのキーワードメンテナンスの労力が減ると同時に、利用者間での検索結果の共有が可能になると言える。

現在設定されているキーワード検索のアイテムは、元データに関して設定された「キーワード」と、各データが検索された際に表示するための「説明文」である。

以下キーワードと説明文について述べる。

(1)キーワードの設定

設定するキーワードに関しては、研究事業・プロジェクト・データについてレベル分けを行っている。具体的には各データ項目に対して

- ・ プロジェクト名
- ・ 上位分類
- ・ 中位分類

の3階層のキーワードを設定した。上位分類、中位分類は、各々データ項目の大分類、中分類の項目名からキーワードと思われる単語、関係すると思われる単語を挙げてある。

その一例を表4-5-4に示す。(キーワードリストの詳細は付属資料に掲載)

(2)説明文の設定

説明文は、個々のデータが検索された際にそのデータの説明用の文章として設定した。元々は高齢者データベースの各項目に説明文が付属していたものと同等の内容だが、各項目内容をわかりやすく簡潔にまとめたものとなっている。その具体例を表4-5-4に示す。

(3)データベース検索手法のまとめ

以上、高齢者特性データベースを利用する際の検索手法について述べた。本データベースはユニバーサルデザインを念頭に置いた製品設計を行う際に非常に重要なデータを保有し、設計経験の有無を問わずあらゆる設計者が容易に活用できるよう構成されている。

現在、構築した検索手法は2系統となっており、一つは製品分類からの検索アプローチ、もう一つはフリーキーワードによる検索アプローチを行った。製品分類による検索は初心者でも容易に扱える手法となっている。一方、フリーキーワードの検索に関しては、多少は人間工学的データの知識がある利用者もしくは製品自身に知識のある設計者が自由な発想・連想から得られるキーワードを元にするものとして扱える手法となっている。

これらの検索手法の構築により、データベースに格納されている個々のデータ内容を知らないても、必要なデータが取り出せて自由に使えるようになったと言える。

今後、実際にデータベースの運用をしていく上では、製品分類の随時更新とフリーキーワードの充実、また、利用者による検索結果や加工後データのデータベースへのフィードバックなどが重要な課題となると考えられる。

表4-5-4 キーワードリスト〔抜粋〕

データ項目 キーワード&説明	検索アイテム(類型項目以外)		
	キーワード		説明文
	プロジェクト名	上位分類	
人体計測 データ (size)	第1回計測(first) 人体計測数値 データ	第1回, 初回, 1992年, 1993 年, 1994年	全身, 部位 人体の全身・各部位の計測データ
	高さデータ ddt		距離データ 上半身・下半身・頭部・手の距離データ
	輝度データ idt		輝度データ, テクスチャ 上半身・下半身・頭部・手のテクスチャ
	3次元貼り合 わせデータ hari		3次元モデル, 全身モデル 全身の3次元モデル(距離データ・輝度 データ(テクスチャ)から生成)
	3次元貼り合 わせデータ (DXF版) dxf		3次元モデル, 全身モデル 全身の3次元モデル(距離データ・輝度 データ(テクスチャ)から生成)(DXF版)
	特徴点データ 立位, 座位, 顔・ 頭, 手 lmk-*-*csv		特徴点データ, 特徴点座標 人体の110個所の特徴点の(X,Y,Z)座標
	ソフトウェア pgm		ソフトウェア 「上記データ」の表示・再生用ソフトウェア
	資料 doc		参考資料 日本人の人体計測統計データ集
	高効率計測機器開発その他(keisoku) 論文 doc		参考資料 論文, 報告書 身体の計測手法の報告書等

付 錄

- | | |
|------|------------------|
| 付録 A | 海外調査報告書（国際会議） |
| 付録 B | 海外調査報告書（人体形状データ） |
| 付録 C | 国際会議発表の翻訳 |

付録A

海外調査報告書（国際会議）

訪問先

米国自動車技術会主催 設計と工学のためのディジタルヒューマンモデリング国際会議
2000 SAE Digital Human Modeling for Design & Engineering Conference & Exposition

期間

2000年6月6日～8日

場所

Hyatt Regency Dearborn, Dearborn, MI, US

調査派遣者

生命工学工業技術研究所	河内まき子
生命工学工業技術研究所	持丸 正明

報告

A.1 はじめに

本事業は、高齢者の様々な身体機能（寸法、形状、動作、可動域など）を統計処理可能な尺度として指標化し、それに基づいて個別機能あるいは複数の機能横断的な類型化する方法論の開発を目的としている。身体機能を統計処理可能なかたちで指標化することは、収集した身体機能のデータを数学的にモデル化して、記述することと同義である。すなわち、身体機能データが数学モデルとして記述できれば、そのモデルを記述した媒介変数（パラメータ）をもってモデルを表現でき、そのパラメータ空間で多变量の統計解析をすることが可能だからである。このように身体機能を数学モデルとして記述する研究は、コンピュータシミュレーション技術の進展に伴い、盛んになってきている。特に、調査者らが参加した、SAE (Society of Automotive Engineers) 主催の Digital Human Modeling for Design and Engineering Conference は、その中核となる国際会議である。ここでは、様々な身体機能（寸法から認知、情動まで）を数学モデル化する最新の研究と、それをコンピュータマネキンソフトウェアとして具現化・実用化した事例に関する最新の研究動向が報告され、研究関係者らとの積極的な意見交換を図ることができる。

SAE が主催しているように、ディジタルヒューマンは、主として自動車産業界、航空産業界を中心として進められてきた。これはすなわち、兵器産業（多くの自動車メーカー、航空機メーカーは、兵器の製造元でもある）である。今回の国際会議の開催地も、米国の自動車産業中心地であるミシガン州デトロイトの近郊であった。国際会議は3日間に渡り、寸法・形態に関するモデリング、生体力学的な運動のモデリング、姿勢の予測モデル、人体強度のモデリング、行動・パフォーマンスのモデリングなどのセッションにおいて、最

新の研究動向が報告された。以下では、類型化事業に関係の深い寸法・形態特性、姿勢・運動特性について報告する。

A.2 寸法・形態に関するモデリング

A.2.1 寸法の多次元解析

2000-01-2159

Digital Human Modelling Systems: A Procedure for Verification & Validation
Using the F-16 Crew Station

Aernout Oudenhuijzen, TNO Human Factors Research Institute

Greg Zehner, Department of the Air Force

現在の市販コンピュータマネキンは、人体寸法の多変量解析に基づく体型モデルを生成している。これに関する研究として、さまざまなコンピュータマネキンにおける人体寸法の再現性を比較評価した研究結果が報告された [1]。8名の被験者について、CAESAR Project の計測項目のうちの 40 項目を計測し、そのデータに基づいて、各社の市販マネキン (Safework, Jack, RAMSIS, BHMS, COMBIMAN) で、年齢、性別、地域、ソマトタイプを考慮した個別体型モデルを生成した。この個別体型モデルに、さまざまな計測姿勢をとらせ、そのときの体型モデルから得られる人体寸法と、同一被験者の実測した人体寸法を比較した。誤差許容範囲を人体寸法平均値の標準誤差あるいは標準偏差の 10% と規定し、誤差がこの許容範囲内に収まる割合や、絶対誤差などを市販マネキンごとに評価した。Safework は総じてパフォーマンスが良く、Jack は高さ項目の誤差が、BHMS、COMBIMAN は幅の誤差が大きかった。

2000-01-2172

Anthropometric and Postural Variability: Limitations of the Boundary Manikin Approach

Matthew P. Reed and Carol A. C. Flannagan University of Michigan Transportation Research Institute

自動車等の人間との適合評価にコンピュータマネキンのファミリーが使われている。この方法による評価が適切か否かは、マネキンおよびマネキンの姿勢の生成方法に依存する。マネキンは人体寸法から生成されるので、自動車運転時姿勢のシート位置（ヒップポイント）とアイポイントが、身長と座高からどの程度決定できるかを調べた。また、男女 50～120 名について自動車運転時の姿勢とシート位置を計測し、身長と座高に基づいて生成されたマネキンファミリーが個人差のどの程度をカバーするかを調べた。シート位置の個人差の 60～70% が身長により説明され、アイポイントの高さの個人差の 60% が座高により、アイポイントの前後位置の個人差の 30% が身長により説明された。身長と座高から

生成されたマネキンファミリーは、実際のヒップポイントとアイポイントの個人差の半分以下しかカバーしなかった。

A.2.2 形態の類型化

古典的なマルチングによる分析ではなく、3次元形状スキャナを用いて計測された形状データのモデリングと類型化のための類似度評価方法に関する研究が報告された。

2000-01-2148

Influence of Pose on 3-D Shape Classification

Eric Paquet and Marc Rioux

National Research Council

カナダ NRC の Marc RIOUX らは、CAESAR Project で得られた全身の人体 3 次元形状データの類似度評価方法について方法論の詳細と適用結果を報告した [1]。これは、人体 3 次元形状データを解剖学的特徴点などで対応付けせず、3 次元形状の慣性テンソルに基づく形状コード記述と表面形状のウェーブレット変換に基づく記述形式を併用し、全身 3 次元形状の類似度を評価する方法である。この方法によれば、特定の体型に類似した体型を検索できる。この体型検索機能は、CLEOPATRA と呼ばれる CAESAR Project 用の人体形状データ処理プログラムに組み込まれている。本セッションにおける Marc RIOUX の報告は、この人体形状類似度評価手法が姿勢の影響をどの程度受けるかについての検証結果を中心であった。Marc RIOUX らの提案する方法は、人体を 1 つの 3 次元形状オブジェクトとして類似度評価を行っているため、たとえば、左右への手の広げ方とか、姿勢の影響を受けてしまう。そこで、同一被験者の微妙に異なる 10 個の姿勢を計測し、これを全く別の個人のデータとして他の 262 人の人体データと混ぜ合わせ、その上で、その 10 姿勢のうちの 1 つをキーにして検索を行った。この結果、姿勢の異なる同一被験者のデータが高いヒット率 (97.8%) で検索され、個人の体型属性の影響の方が微妙な姿勢の違いよりも大きいことが分かり、彼等の提案する類似度評価方法が、個人の体型類似度を評価する手法として妥当であることが確認された。

2000-01-2149

Statistics for 3D Human Body Forms

Masaaki Mochimaru and Makiko Kouchi

National Institute of Bioscience and Human-technology

体型類似度評価方法として、調査派遣者である持丸らの方法も報告された [2]。上記方法とは異なり、全身形状ではなくバーツ（足や顔など）を対象とし、さらに、それらのバーツ形状を解剖学的特徴点の対応に基づいてモデル化することを前提としている。モデル化された形状データ間の類似度を、Free Form Deformation 法と呼ばれる CG 技術を応用して定式化した。持丸らの方法では、単にその形状データ間の類縁関係（距離関係）を調べ

るだけでなく、多次元尺度法と呼ばれる統計処理を用いて、形状の分布図を作成している。さらに、本セッションにおいては、その分布図上の分布軸に沿った形状の変形パターンを、FFD 法の格子変形パターンとして再記述することで、分布図上の平均形状や標準偏差形状を合成する方法を提案した。

A.3 姿勢・運動に関するモデリング

2000-01-2175

Modeling Reach Motions Using Functional Regression Analysis

Julian J. Faraway

University of Michigan

運動のモデリングについては、運動生成の機序（メカニズム）を明らかにし、それをモデル化して力学的制約を満足するように軌道を生成するアプローチ（Mechanical Motion Simulation）と、いくつかの姿勢をなめらかに繋ぐように人体の関節の制約に基づいて姿勢を連続的に補間するアプローチ（Inverse Kinematics）や実際に計測した運動データの軌跡や関節角度変化を数学関数で記述してそのバリエーションを生成するアプローチ（Data Representation and Modification）の 3 つが知られている。主として、第 1 のアプローチはバイオメカニクスなどの研究分野で、後 2 者はコンピュータグラフィクスなどの応用分野で利用されている。本研究のアプローチは、第 3 のアプローチである。第 3 のアプローチの場合、計測した動作から大きくかけ離れた動作種類では、予測精度が落ちる。そこで、ここでは、自動車運転行動でニーズの高いリーチ動作（ステアリングからスイッチ類に手を伸ばす動作）に限定した。また、運動軌跡の予測因子として身長、年齢、性別そして、動作時間を想定した。計測した運動データを関節角度に置き換え、それをさらに時間で正規化した上で、区間曲線に近似し、その区間曲線のパラメータを統計解析した。身長、年齢、性別そして動作時間を指定すると、各関節角度の時間変化が予測できることになる。モデル生成に利用しなかったデータを用いて、その予測精度の検証を行った結果、予測の標準誤差は、同一被験者内の標準誤差よりも大きかったが、被験者間の動作の標準誤差（ばらつき）と同程度であった。この研究の独自性は、動作を限定することで、CG ベースのアニメーション技術であったアプローチを人間工学応用として利用できる精度まで高め、さらに検証を行うことで予測誤差レベルを保証している点である。人間工学応用のためには、原因－結果が明瞭になる精密な運動モデル（上述の第 1 のアプローチ）が必要という常識をあえてうち破るアプローチで、シンプルなモデルを提案している点が面白い。

2000-01-2176

Development of an Angle-time-based Dynamic Motion Modification Method

Woojin Park, Don B. Chaffin and Bernard J. Martin

The University of Michigan

ターゲットまでのリーチ動作を計測し、その関節角度を数学関数でモデル化して修正するという点で、上記の研究と関連する研究である。異なる点は、上記の研究が因子として体格、年齢、運動時間を持っていたのに対し、本研究では体格、年齢を考慮しない変わりに、アプローチ先のターゲットの空間位置を因子として加えている点である。つまり、いくつかのターゲットへリーチするときの運動データから、ある制限空間内の任意のターゲットへのリーチ動作を生成する方法である。数学モデル生成の元となったオリジナルデータは、5名の被験者（男性2女性3、身長150cm～174cm）について、45種類のリーチ動作（102cmの高さのポールに9つのターゲットを用意し、そのポールをからだの中心から73cmの半径の半円状の5つのポイントに立てた）を計測した。このデータから、手先軌道の接線速度と9つの関節角度（オイラー角）を数学関数としてモデル化した。また、動作の違いを関節角度のずれの総和として指標化した。数学モデル化された時間－関節角度モデルを修正することで、計測されなかった任意の位置のターゲットに到達するリーチ動作を予測できるようになる。予測されたリーチ動作とそれを検証するために別に実測した動作データとの差を、上述の関節角度のずれ総和指標で評価した結果、予測誤差の大きさは、被験者内の動作繰り返し誤差よりも大きいものの、被験者間の動作の違いよりも小さいものであった。この研究も、Data Representation and Predictionというアプローチに基づくもので、非常に簡単なモデルで動作予測を実現している。その予測誤差を定量的に検証している点が、実用上重要なポイントであり、コンピュータマネキンを利用するユーザが実測するか、その程度の誤差の範囲ならば予測モデルを利用してしまうか、判断するための指標となる。

A.4 おわりに

2000 SAE Digital Human Modeling for Design & Engineering Conference & Exposition の国際会議で報告されたもののうち、類型化事業に関連の深い研究動向について概要を紹介した。類型化事業においては、3次元形状の類型化に資する類似度評価尺度の研究と、さまざまな高齢者人体特性（寸法、形状、運動、発揮力、生理など）を統合して類型化し、高齢者特性を統合的に把握するためのデータベース整理に関する研究を行ってきた。調査者らが参加した国際会議では、生理指標の数学モデル化に関する報告はなかったが、寸法、形状、運動について予測のための数学モデル化と類似度評価尺度の指標化に関する最新の研究が報告された。形状の類似度評価尺度については、調査者らが提案し、本事業の形状類似度指標として採用されている Free Form Deformation 法に基づく方法が、国際的にも高い水準にあることが確認できた。また、本事業では具体的な方法に関する研究が行われなかつた動作の指標化についても、比較的シンプルなモデルで実現可能であることが示され、今後の高齢者特性類型化事業の展開に向けて有用な指針が得られた。

付録 B

海外調査報告書（人体形状データ）

訪問先

米国 オハイオ州 ANTROTECH 社

米国 オハイオ州 SYTRONICS 社

期間

2000 年 11 月 10 日～14 日

場所

ANTROTECH 社, 米国 オハイオ州 イエロースプリングス

SYTRONICS 社, 米国 オハイオ州 デイトン

調査派遣者

生命工学工業技術研究所 河内まき子

生命工学工業技術研究所 持丸 正明

(社)人間生活工学研究センター 畠中 順子

(社)人間生活工学研究センター 大嶋 園美

報告

B.1 はじめに

本事業は、高齢者の様々な身体機能（寸法、形状、動作、可動域など）を統合し、高齢者特性を把握・類型化することが最終目標であるが、そのために、各身体機能が統計処理可能な尺度として指標化されなければならない。人体寸法や可動域など、1次元的な量として得られるものについては、統計処理が容易であるが、3次元形状や関節角度変化のような多次元量（時間軸も含め）に関しては、それらの機能を統計処理可能な尺度として指標化する方法論そのものを研究する必要がある。そこで、本事業では、統合的な高齢者機能把握のための研究と、人体形状データについて統計処理可能な類似度尺度を得るための方法論とを並行して研究している。人体形状データの尺度化は、あくまでも、人体形状データを製品設計に利用する観点から行われるべきであり、本事業においても、製品設計応用を立脚点とした指標化研究を行っている。

このような人体形状データの製品設計応用は、国際的に見ても少数の事例しか見られない。その中でも、米国オハイオ州の2つの企業で行われている人体計測・分析技術は、数少ない適用事例の代表である。米国オハイオ州には、Wright-Patterson 空軍基地があり、ここは、人体寸法計測及び形状計測に関する古い歴史を持つ拠点である。そのため、この基地周辺に、人体寸法・形状計測やそのデータ応用技術をベースにした企業が起きた。

ANTHROTEC 社では頭部 3 次元形状をヘルメット設計に活用しており、SYTRONICS 社では人体 3 次元形状を類型化するソフトウェア Cleopatra を開発し、後述する CAESAR プロジェクトの成果の一部として提供している。そこで、これらの企業を訪問し、データの収集（人体寸法や 3 次元形状データの計測）とその分析・利用技術に関する国際動向の調査を行った。調査項目は、データ収集の具体的方法（解剖学的特徴点の同定や計測手技）から、データファイルの様式、データ処理方法、さらに人体寸法・形状データを利用するときのコンサルティングなど多岐に渡った。このため、調査員も、人体計測全般の専門家（生命研・河内）、人体寸法・形状計測担当（HQL・大嶋）、人体形状データ処理の専門家（生命研・持丸）及び人体寸法・形状データ利用コンサルティング担当（HQL・畠中）の 4 名の構成とし、個々の専門分野に関して調査を行った。

B.2 ANTROTECH 社、米国 オハイオ州 イエロースプリングス

<http://www.anthrotech.net/>

Wright-Patterson 空軍基地を中心として実施された人体寸法計測事業の請負というかたちで起業し、その後、人体寸法・人体形状データの収集請負や利用コンサルティングを中心としたビジネスを展開している。

B.2.1 計測について

同社では人体寸法計測や人体形状計測を請負事業として実施している。人体寸法計測については、いわゆるマルチン式寸法計測技術に基づくもので、同社の社員数名が、この計測技術を習得している。計測を効率よく行うためのさまざまな工夫や道具があった。例えば、図 B-2-1 に示すものは座位姿勢での諸寸法を計測するための可搬型座位計測装置である。4 つの脚を折り畳み、座面の箱の中にしまい込むことで、非常にコンパクトにまとめることができる。

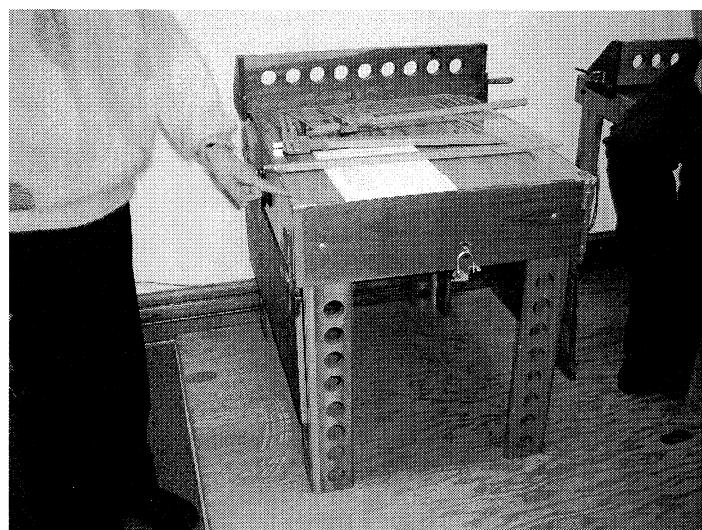


図 B-2-1



B-2-2

形状計測については、主として頭部の計測を行っている。装置は米国 Cyberware 社の頭部計測装置で、被験者の頭の回りをカメラヘッドが 1 回転するあいだに頭部の 3 次元形状とテクスチャ画像を取得できる（図 B-2-2）。計測時間は 10 秒程度であるが、やはり多少の身体動搖はある。また、頭髪の部分はそのままでは計測できないため、ストッキングと同様の素材を使ったカツラ用のキャップを利用していた。

B.2.3 データ処理と利用について

人体寸法データの利用には、統計処理の基本的な知識が必要となる。同社ではこれを含めて全て請け負う場合と、これらの技術をクライアント（多くの場合は企業）に移転するための講習会を行う場合がある。

講習会は、上記のマルチン式人体寸法計測の基本手技の体得から、統計処理の基本、さら

にはその人体寸法データに基づく製品設計の概論までを 3 日間のコースで講習する。

人体形状データは、計測したデータのままではなかなか利用が難しい。そこで、同社では、これを積層あるいは CAMなどの手段で実体化し、それに合わせてヘルメットやガスマスクを設計するという方策で利用を進めていた（図 B-2-3）。

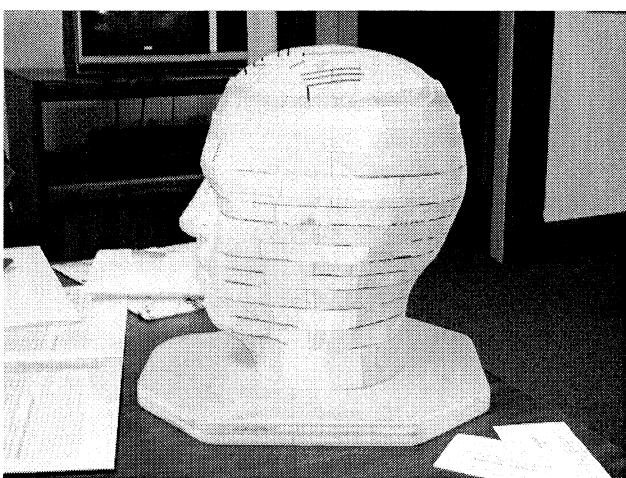


図 B-2-3

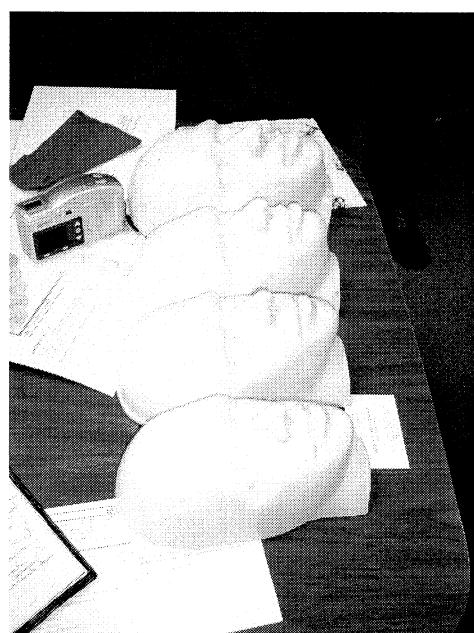


図 B-2-4

ただ、この場合でも、形状の統計処理（平均形状や標準偏差形状など）は必要であると考えており、生命工学工業技術研究所の研究成果（本事業の海外調査1参照：Statistics for 3D Human Body Forms, Masaaki Mochimaru）などの利用を検討しているとのことであった。現状では、人体寸法の多変量解析（主成分分析）に基づいて、顔形状の類型化を行い、それぞれの基本顔形状

に相当する基本顔寸法セットを算出、その寸法に基づいて、顔を造形する（寸法だけから決定できない部分は粘土細工で造形）ことで対応していた（図B-2-4）。

B.3 SYTRONICS社、米国 オハイオ州 デイトン

<http://www.sytronics.com/>

B.3.1 計測について

同社は、Wright-Patterson空軍基地 CARD Lab. (Computerized Anthropometric Research and Design: 計算機上での人体寸法研究と設計に関する研究室) と協力して、CAESARプロジェクトの具体的な実施と、その処理ソフトウェアの開発を行っている。CAESARプロジェクト (Civilian Americanand European Surface Anthropometry Resource: 欧米人体表面寸法計測リソース) は、上記 CARD Lab. が中心となり、SAE (Society of Automotive Engineers: 米国自動車工学会) と NATO (北大西洋条約機構) の支援を受けてスタートしたプロジェクトで、欧米人の3次元人体形状と寸法を9,000人規模で収集することを目標としている。この CAESAR プロジェクトの計測プロトコルは、本調査の重要なポイントでもあるため、4.節において詳細に報告する。

B.3.2 データ処理と利用について

同社は、CAESARプロジェクトで収集した人体寸法・人体形状データを処理するための専用ソフトウェアを開発し、提供している。1人の被験者について、人体寸法、体表面上のランドマーク座標、体表面形状データの3つのデータが得られる。それぞれは、同一の被験者番号で統一管理されているが、統合的な（本事業で考えているような機能横断的な）処理は考えられていない。人体寸法は寸法として従来のような統計処理に繋がっており、3次元人体形状データは形状データとして専用ソフトウェア上で類似度を評価するようになっている（本事業の海外調査1参照：Influence of Pose on 3-D Shape Classification, Marc Rioux）。

体表面形状データは、Polyworks (<http://www.innovmetric.com/>) で処理している。データフォーマットを図B-3-1に示す。Polyworksで行っている処理は、複数台のカメラのデータを合成（merge）すること、ポリゴン化（点群データを面データに変換）、ポリゴン減数処理（decimation）である。米国では CAESAR プロジェクトの形状計測装置として Cyberware社 (<http://www.cyberware.com/>) の全身型計測器を利用しているが、そのままでは円筒座標系のため、中心から同一方向に複数の点がある場合にはデータの表記ができ

ない（たとえば、体側面と腕など）。Polyworks フォーマットに変換して合成することで、この問題を解決できる。

```
Nov 14 11:02 2000  plyFormat Page 1

Stanford .ply Format as used for CAESAR
-----
TYPICAL HEADER LINES
-----
ply
format binary_big_endian 1.0
comment created by cypie v2.3
element vertex    182135
property float x
property float y
property float z
property float confidence
property uchar red
property uchar green
property uchar blue
element face     356093
property list uchar int vertex_indices
end_header
-----
Commentary
-----
Line 1  "ply"
Flags file as .ply format, good for double-check
Line 2  "format binary_big_endian 1.0"
Helps to sort variations of binary format.
So far, this is always "binary_big_endian 1.0"
Line 3  "comment created by cypie v2.3"
Comment line used to determine an implicit
scale factor. Early cypie versions needed a
scale factor of 4000 to produce millimeter
coordinates. Later cypie versions needed 1000.
Files written from CARD Lab software need a
scale factor of 1. This could be a major
problem unless conversion software accounts
for the scale factor properly. Needs discussion.
Other comments can be present and will be ignored.
Line 4  "element vertex    182135"
This line starts the section describing vertex
information. It indicates that there are 182,135
vertexes in the file.
Lines 5-11   "property float x"
               "property float y"
               "property float z"
               "property float confidence"
               "property uchar red"
               "property uchar green"
               "property uchar blue"
These lines define 1 vertex record. Each field in
the record is defined by data type and name. Float
fields are 4 bytes (Line 2 defines byte order, but
only binary_big_endian is guaranteed to be supported),
uchar fields are 1 byte. No other types are
currently used or supported. The confidence field
is not used and SHOULD be optional (this has not
been verified). Color fields are optional. Other
properties can be present but will be ignored.
```

図 B-3-1

Nov 14 11:02 2000 plyFormat Page 2

Line 12 "element face 356093"
This line starts the section describing face/polygon information. It indicates that there are 356,093 faces/polylons in the file.

Line 13 "property list uchar int vertex_indices"
This line indicates that each face/polygon consists of a list of vertex numbers/indices preceded by a vertex count for the face/polygon. The count is a uchar (1 byte) and each vertex number/index is an int (4 bytes, byte order is defined by Line 2, but only binary_big_endian is guaranteed to be supported).

Line 14 "end_header"
This line indicates the end of the ASCII header section and the beginning of the binary data section. Data begins after the carriage return ("\n" or 0x0A) in this line.

Except for confidence and color properties, all lines must exist as shown above, except the "comment created by..." line and the counts of vertexes and faces.

Binary Vertex Section

Each vertex consists of the fields described in the header. According to the header, there are either 4 or 7 fields in each vertex record. Also according to the header, X, Y, and Z coordinates are binary big-endian IEEE floating-point values. Confidence is the same data type for a total of 16 bytes in the record. Color, if present, adds 3 more bytes for a total of 19. Line 4 determines the number of vertex records to be read.

Binary Polygons Section

The polygons/faces section follows immediately after the vertex section. According to header Line 13, each polygon has a 1-byte vertex count ("N") followed by "N" 4-byte integers. Line 12 determines the number of polygon records to be read.

図 B-3-2

体表面上のランドマークデータは、CARD Lab で開発されたランドマーク専用データ形式で保存されている。データフォーマットを図 B-3-2 に示す。同社では、体表面形状データ（点群データ）とテクスチャ画像データから、CAESAR プロジェクトのランドマークを自動的に抽出、認識するソフトウェアを開発しており、オペレータの作業を低減している。ただし、抽出、認識の成功率は 100% ではなく、抽出の成功率が 90%、認識の成功率が 80% 程度と言うことであった。ここで、抽出とは、マークであるかどうかを判別してマーク位置座標を抽出することを言い、認識とはそのマークが解剖学的になんのマークであるかをラベルつけする行程を言う。前者については画像処理的手法で、後者については解剖学的

な拘束条件とヒューリスティックなプログラムで実現している。

Aug 17 09:43 2000 LmFormat Page 1

```
-----  
CARD Lab Landmark File Format - 8/17/2000  
-----  
  
SUBJECT_ID = <subject identifier>  
[ Text identifier for human use, not used in processing.  
  Normally, this is the name of the original data file  
  from which the landmarks were picked. Must be present. ]  
SCAN_TYPE = <type identifier>  
[ Text identifier for human use, not used in processing.  
  Rarely contains useful information anyway. Must be present. ]  
STUDY_NAME = <acquisition study identifier>  
[ Text identifier for human use, not used in processing.  
  Rarely contains useful information anyway. Must be present. ]  
LAND_STUDY = <landmark study identifier>  
[ Text identifier for human use, not used in processing.  
  Rarely contains useful information anyway. Must be present. ]  
STD_LAND = 42 [ or 0 ]  
[ Count of landmarks in standard set, always either 42 or 0 ]  
AUX_LAND = <N> [number of auxiliary landmarks in dataset]  
[ Count of landmarks in auxiliary set, can range from 0 to 400 ]  
STANDARD =  
[ Flag for start of standard landmarks. ]  
1 <lon> <lat> <radius> <x> <y> <z>  
[ Lon, lat, radius are historical from original Cyberware  
cylindrical grid data formats (lon=theta, lat=Z, radius=rho in  
(rho, theta, Z) coordinate system (but in our uses, lat=Y);  
use and value are small for triangular mesh formats. Lon  
and/or lat of -999 signals null/void landmark, otherwise no  
useful meaning. Some older CARD Lab software uses a radius of  
0.0 as a null landmark flag, but the software is corrected as  
this problem is found. X, y, and z are 3-D coordinates in the  
object's coordinate space. The total number of entries is as  
listed in the "STD_LAND =" line above. Entries must be  
numbered consecutively (1-42) as a check against  
corrupt data. Standard landmarks have standard names, so  
name is not included in landmark entry. Standard landmarks  
are all on the head and face, and are mostly historical due  
to original CARD Lab emphasis on head/face data. ]  
. . .  
42 <lon> <lat> <radius> <x> <y> <z>  
AUX =  
[ Flag for start of auxiliary landmarks. The total number  
of entries is as listed in the "AUX_LAND =" line above.  
Entries must be numbered consecutively (1-N) as a check  
against corrupt data. ]  
<1> <lon> <lat> <radius> <x> <y> <z> <auxiliary landmark 1 name>  
. . .  
<N> <lon> <lat> <radius> <x> <y> <z> <auxiliary landmark N name>  
END =  
[ Flag for end of file. Used as a check against corrupt data. ]
```

図 B-3-3

B.4 CAESAR プロジェクトにおける計測

CAESARプロジェクトにおいては、人体寸法計測と、体表面の特徴点位置にマーカシールをはったうえでの3次元形状計測を行っている。3次元形状計測装置の選定、特徴点位置と寸法項目の決定、着衣、マーカシールの形と色の選定などに数年間をかけて、最終的なプロトコルを決定した（1992年にDaytonで開催された3D-Workshopで最初の提案。1993年からNATO内のワーキンググループが構成され、Scannerの具体的な開発がスタートした。プロトコルの検討には1995年～97年まで2～3年をかけている。1996年からビジネスプランの提案を行って出資企業を募り、1998年から実際の計測を開始した。）。

以下、CAESARプロジェクトにおける人体測定関連項目について述べる。以下、CAESARプロジェクトにおける人体測定関連項目について述べる。

B.4.1 計測チーム

5名1チームで活動し、1日に20名を計測した。5名のうちわけは以下のとおりである。なお、男性被験者は男性計測者が、女性被験者は女性計測者が計測を担当する。

1名：被験者受付、説明等担当

2名：ランドマークのマーク付けと人体寸法計測担当

2名：ランドマークへのマーカシールはり、3

次元スキャン担当

B.4.2 着衣とそのサイズ選び

トップ（女性のみ）はグレーの木綿ジャージ製スポーツブラである。ショーツは男女共通で、トップと同トップ（女性のみ）はグレーの木綿ジャージ製スポーツブラである。ショーツは男女共通で、トップと同じ素材の5分丈パンツ（自転車用パンツ）であり、ウエストにひもが通してある。ひもは、被験者の胴回りに応じてゆるめたり締めたりすることができる。被験者の胸を締める程ひもをきつくしてはいけない。上下ともメーカはジャンセンで、この計測のために特注したものである。着衣サイズは被験者受付担当者が選定する。トップもショーツも、本人の下着の上から着用する（図B-4-1）。



図B-4-1 女性用着衣

(1) トップの選定

トップのサイズは、ブラジャーのサイズと関連するので、まず本人のブラジャーのサイズを尋ねる。本人トップのサイズは、ブラジャーのサイズと関連するので、まず本人のブラジャーのサイズを尋ねる。本人申請のサイズで合わない、または締めつける場合は、別

のサイズにする。カップが大きすぎるがアンダーでは締めつけていない場合は、同じアンダーで1つ下のカップを選ぶ。

(2) ショーツの選定

調査者は着衣のフィットを調べ、必要ならば被験者に別のサイズのトップや別のショーツを渡して、着か調査者は着衣のフィットを調べ、必要ならば被験者に別のサイズのトップや別のショーツを渡して、着かえるように依頼する。フィットが満足ならば、計測室に案内する。

B.4.3 手計測法

担当調査者は、(1)被験者の髪の毛を始末をし、(2)手計測に必要な12の特徴点にアイライナーでマークをつけ(表B-4-1参照)、(3)手首にゴムバンドをつけさせ、(4)ウエストにウエストベルトを付けさせ、(5)頸付根位置にネックチェーンを付けさせたうえで、(6)40の項目を測定する(表B-4-2参照)。

(1) 必要な道具など

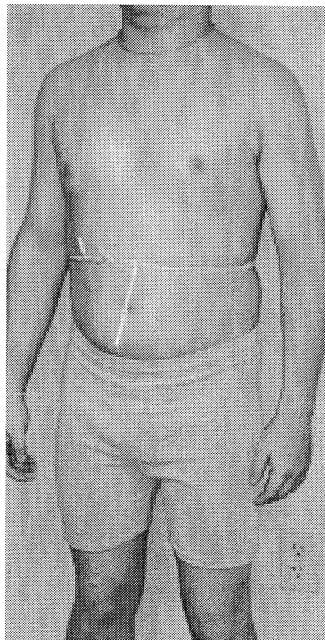
- ①かつら用キャップ(図B-4-5参照)
- ②輪ゴム：髪の毛をとめるためのもので、つなぎ目がめだたないもの。髪の毛を直接ないしがつら用キャップの上からまとめるために使うだけでなく、手首位置の目印として被験者の手首にはめさせる(図B-4-2参照)。



図B-4-2 計測のために手首にゴムバンドをはめた状態

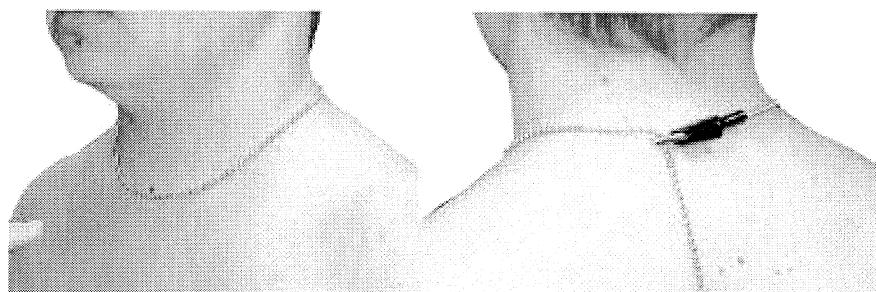
右橈骨茎突点と右尺骨茎突点をとるよう右手にはめる

- ③鉛筆状アイライナー(メーカーはCover Girl)。
- ④ウエストベルト用のゴム：幅7～8mmの白いパンツゴム。あまり強くないもの(図B-4-3参照)。
- ⑤ネックチェーン：かなり太めのボールチェーンの一方の端に小さいワニ口クリップをつけたもの。頸付根位置をこれで示す。ネックチェーンの位置は、Tシャツのえりぐりに相当する感じで、きつすぎず、ゆるすぎないように決める(図B-4-3、図B-4-4参照)。



図B-4-3 ウエストベルトとネックチェーン

ウエストベルトは、この後本人が、ふだんズボン（スカート）のベルトがくる位置まで下げる。必ずしも水平ではない

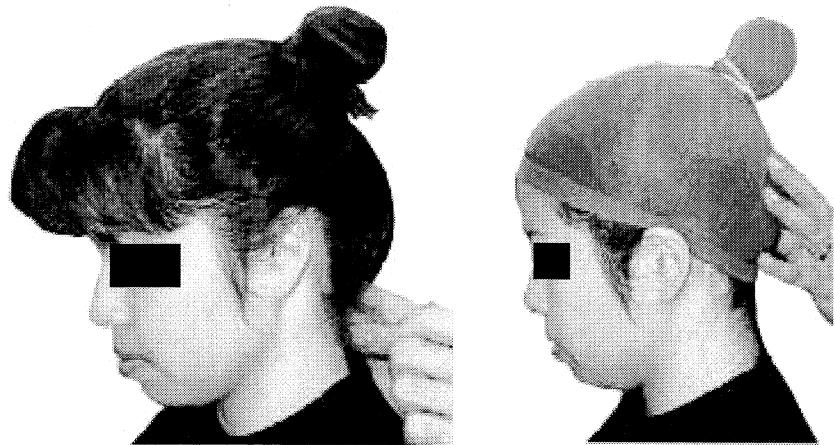


図B-4-4 ネックチェーンのつけ方。

(2) 頭髪の始末

被験者の頭部形態が明らかになるよう、かつら用のキャップを用いる。髪が短い場合はかつら用のキャップを被験者の頭部形態が明らかになるよう、かつら用のキャップを用いる。髪が短い場合はかつら用のキャップをかぶせ、すべての髪をキャップの下に入れ込む。中程度の長さの髪の場合は、（ヌカーレを隠さないように）頭の上の方でポニーテールないしだんごにまとめる（図B-4-5左）。この上からかつら用のキャップをかぶせ、縛られていない髪をすべてキャップの下に入れ込む。キャップの上から、ポニーテールないしだんごをゴムひもで縛る（図B-4-5右）。耳がキャップの下になっていないこと、左右両方の耳珠点が見えていることを確認する。

キャップのしわは伸ばし、一ヵ所にたぐませないように注意する。キャップのしわは伸ばし、一ヵ所にたぐませないように注意する。



図B-4-5 髪が長い被験者へのキャップのかぶせ方

(3) 手計測用特徴点

表B-4-1に示すとおり全部で12個あり、手計測をする人がアイライナーでマークをつける。左右ある場合は右表1に示すとおり全部で12個あり、手計測をする人がアイライナーでマークをつける。左右ある場合は右側だけにマークをつける。マークはできるだけ小さい点とする。ただし、ウエスト後正中は計測する直前にマークする。したがって、11の特徴点にマークをしたら、手首に輪ゴムをはめ、ウエストベルトを巻き、ネックチェーンを頸に巻いた上で計測を始める。

手首の輪ゴムは、右橈骨茎突点と右尺骨茎突点をとおるように右手にはめる(図B-4-1)。ウエストベルト手首の輪ゴムは、右橈骨茎突点と右尺骨茎突点をとおるように右手にはめる(図B-4-1)。ウエストベルトは、胸の下あたりで一旦とめ、被験者本人にふだんはいているズボンないしスカートのベルトの位置まで下げてもらう。水平でなくてもかまわない。ネックチェーンはT-シャツの襟ぐりにほぼ相当するように、頸窩が少しのぞく程度にたらし、頸の後ろでワニ口クリップで止める(図B-4-4)。

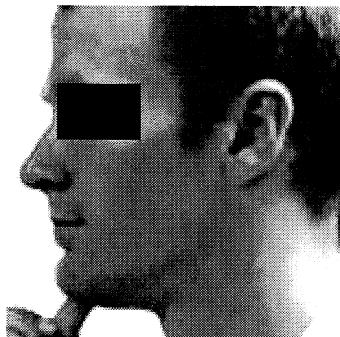
表B-4-1 手計測用特徴点

番号	名称	説明（コメント）
1	眉間点 (Glabella) :	正中線上で、左右の眉弓の間で最も前方の点。(JISZ8500に同じ)
2	鼻鞍点 (Sellion) :	正中線上で、鼻根の最も窪んだ点。(JISZ8500に同じ)(図B-4-6参照)
3	オトガイ点 (Gnathion) :	正中矢状面内で、下顎骨のオトガイ部先端の最も下方の点。(JISZ8500に同じ)(図B-4-7参照)
4	頸椎点 (Cervicale) :	第7頸椎の棘突起の先端。(JISZ8500に同じ)首をのけぞらしたときに、動く最下の棘突起をみつけるとよい。
5	右肩峰点 (Acromion) :	肩甲骨肩峰の、最も外側の点。(ISO、JISZ8500に同じ)肩峰

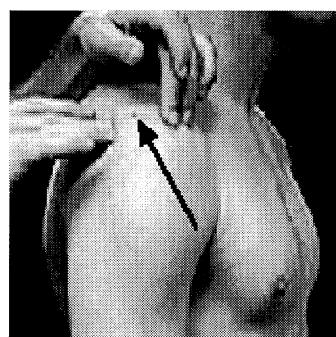
- 外側縁上で、肩峰の前後径の中央にマークをする。(図B-4-8参照)
- 肘を90度に曲げたときの、尺骨の肘頭の最も後方の点。肘の幅の中央につける。(図B-4-9参照)
- 桡骨茎状突起の遠位端。(JISZ8500と同じ)
- 尺骨茎状突起の遠位端。(JISZ8500と同じ)
- 被験者が決めたウエストラインと後正中線の交点。幅7～8mmのゴムひもを胸の下あたりで輪にし、これを好みの位置まで被験者自身に下げてもらう。
- 腱をゆるめた状態での膝蓋骨の最高点。上縁に線を引く。
- 腓骨外果の最も外側の点。静脈などは避けること。
- 脛骨内果の最も内側の点。



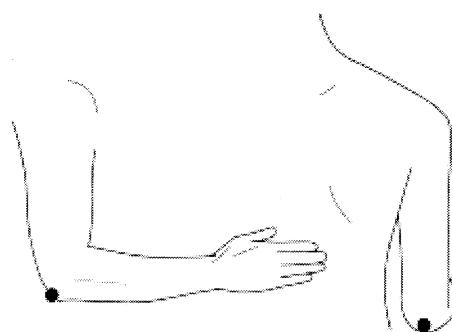
図B-4-6 鼻鞍点（セリオン）



図B-4-7 オトガイ点



図B-4-8 肩峰点

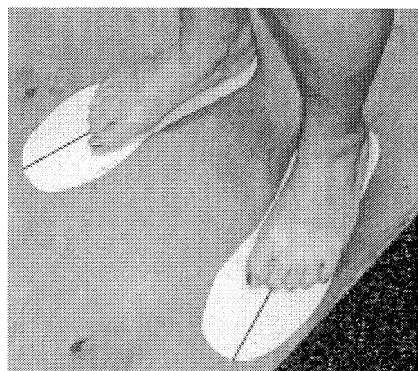


図B-4-9 肘頭

(4) 計測器など

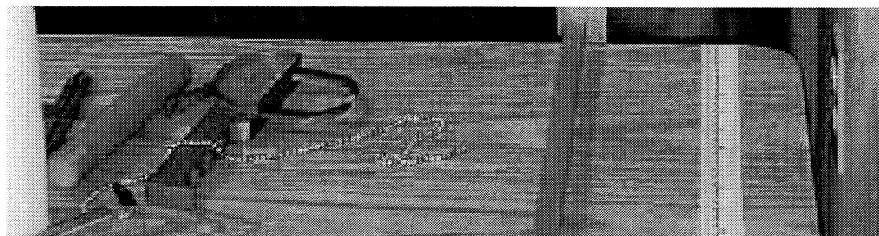
使用する計測器は以下のとおり。人体測定用器具のメーカーはスイスGPM社であった。使用する計測器は以下のとおり。人体測定用器具のメーカーはスイスGPM社であった。

- 1) アントロポメータ：基底板をつけて使用。
- 2) 触角計
- 3) 滑動計
- 4) 卷尺：金属製の、木の幹の直径を測るためのもの。使い続けても伸びない、被験者をひとり測る度にアルコール消毒できることが長所だとのこと。しかし、この点は、グラスファイバーをビニールコーティングした巻尺でも同じである。グラスファイバー製のものは、テープの両面に目盛りが印刷されているので、より使い勝手がよいと思われる。
- 5) 体重計：ヘルスメータ。
- 6) 皮脂厚計：Lange社製。
- 7) 測定用の板：じゅうたんを敷いた部屋でも計測ができるような、厚手の木の板（60 x 80 cm）。被験者の右側を測るので、左端によせて被験者が立つべき位置を示す足型が描いてある（図B-4-10参照）。



図B-4-10 被験者の立つ位置と足の置き方。

- 8) 椅子兼用の机：座高等などを測るための椅子と兼用。端に、ネックチェーンの長さを測るための巻尺がはりつけてある（図B-4-11参照）。



図B-4-11 卷尺をはりつけた机、皮脂厚計、ネックチェーン、握り棒。

- 9) 足台：足底支持用の台。高さの異なるものが数個。膝と足首を直角に曲げて足底を支

持するときに使う。

(5) 手計測

手計測するのは表B-4-2に示す40項目である。

手計測するのはB-4-2に示す40項目である。

表B-4-2 CAESARにおける手計測項目（計測する順）。コメントはDr. Robinetteによる。

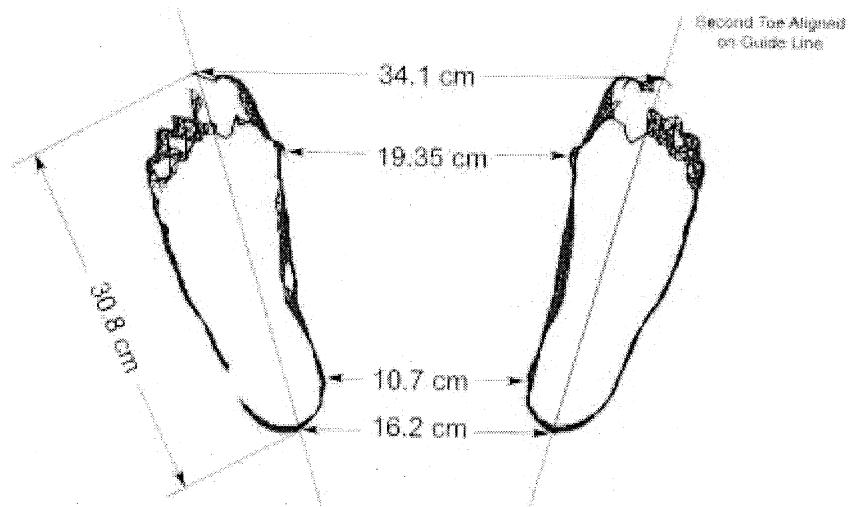
番号	計測項目（英語名）	コメント
1	体重 Weight ((Mass)	重要
2	身長 Stature	CAESAR独自／重要
3	股下高 Crotch Height	CAESAR独自／必須
4	壁面－親指先端距離 Thumb Tip Reach	信頼性低い
5	肩甲骨下角部皮下脂肪厚 Subscapular Skinfold	重要度低い
6	上腕三頭筋部皮下脂肪厚 Triceps Skinfold	重要度低い
7	腕長（頸椎～肩峰） Arm Length—Spine to shoulder—	英米独自／アパレル
8	腕長（頸椎～肘頭） Arm Length—Spine to shoulder—	英米独自／アパレル
9	腕長（頸椎～手首） Arm Length—Spine to wrist—	英米独自／アパレル
10	腕付根囲 Armscye Circ..(Scye Circ.over Acromion)	アパレル
11	上部胸囲 Chet girth ((Chest girth at Scye)	アパレル
12	乳頭位胸囲 Bust/Chest Circ	重要
13	下部胸囲／アンダーバスト Chest Circ..Under Bust	重要（女性のみ）／アパレル
14	ウエスト Waist Circ..Preferred	米国独自／アパレル
15	ウエスト高 Waist Height,,Preferred	米国独自／重要
16	前丈 Waist Front Length	米国独自／アパレル
17	股上前後長 Total Crotch Length	米国独自／重要／アパレル
18	体幹縦囲 Vertical Trunk Circ.	米国独自／アパレル
19	股囲 Hip Circumference,,Maximum	米国独自
20	最大股囲高 Hip Circumference Max Ht..	米国独自
21	大腿最大囲 Thigh Circumference	アパレル
22	足首囲（内果、外果） Ankle Circ..	米国アパレル／重要度低
23	足長 Foot Length	重要
24	肩幅／Bideltoid Shoulder Breadth (Bideltoid Brth.)	重要
25	座高 Sitting Height	重要
26	座位眼高（外眼角） Eye Ht..Sitting	重要
27	座位肩峰高（肩峰点） Acromial Ht..Sit.	
28	座位肘頭下縁高 Elbow Height,,Sit.(Elbow Rest Height)	
29	座位膝高（膝蓋骨上縁点） Knee Ht..Sitting	
30	座位大腿最大囲 Thigh Circ..Max.,Sitting	立位と大差なしのこと
31	手囲 Hand Circumference	

32	頭囲 Head Circ	JISと定義異なる
33	頭長 Head Length	人種比較に重要
34	頬弓幅 Bizygomatic Brdth	人種比較に重要
35	頭幅 Head Breadth	人種比較に重要
36	座位殿幅 Hip Breadth,,Sitting	重要
37	殿－膝距離 Buttock--Knee Lth.	
38	顔長（グナチオン、セリオン） Face Length	
39	手長（指尖点、橈骨茎突点） Hand Length	
40	頸付根囲 Neck Base Circ..	米国独自／アパレル

高径項目計測時の被験者の立ち方の基準となる足型を図B-4-12に示す。床板に描いた足型には足を乗せる基準高径項目計測時の被験者の立ち方の基準となる足型を図B-4-12に示す。床板に描いた足型には足を乗せる基準となる線が引いてある（図B-4-10参照）。被験者は、左右の足の踵点と第2指先端を足型上にひいてある直線に合わせ、踵の内側面間が約10 cm になるように、せすじを伸ばして立つ。なお、3次元形状スキャンの立位姿勢でも足の位置は同様である。

計測手順を表B-4-3に示す。手計測は計測者と記録者がペアを組んで行うが、記録者が測る項目があったり、計測手順を表B-4-3に示す。手計測は計測者と記録者がペアを組んで行うが、記録者が測る項目があったり、ある項目を測る直後にマークをつける特徴点があつたりするので、以下に示す計測順序は厳密に守られている。

計測がすんだら、手首の輪ゴム、ウエストベルト、ネックチェーンをはずして、3次元計測に案内する。計測がすんだら、手首の輪ゴム、ウエストベルト、ネックチェーンをはずして、3次元計測に案内する。



図B-4-12 CAESARプロジェクトにおける立位姿勢での被験者の足の位置

表B-4-3 CAESARにおける手計測法（計測する順。順位は厳密に守ること）。

1 体重 Weight ((Mass)

計測器： 体重計

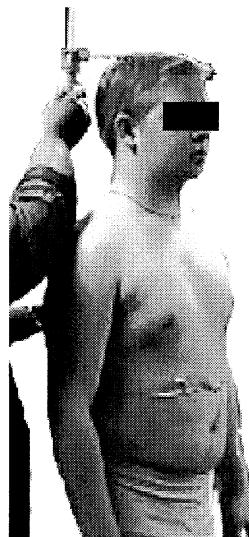
定義： 被験者の重量。被験者は両足に均等に体重をかけてせすじを伸ばして体重計の上に立つ。被験者がCAESAR用着衣のみを着けた状態で測る。

2 身長 Stature

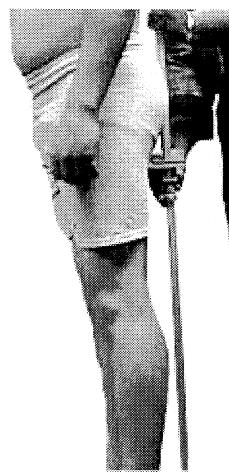
計測器： アントロポメータ

定義： 立位面から頭部の最高点（ベルテックス）までの垂直距離。被験者はまっすぐ前方を向き、両足に均等に体重をかけて、せすじを伸ばして立つ。上肢は自然に下垂する。被験者の足は、立位面にかいた足型にあわせる（踵部内側面間10cm、左右の足軸間角度33度）。

注意等： アントロポメータを被験者の後ろに立てる。頭部最高点は、実際にはベルテックス、すなわち正中矢状面上の点ではなく、どこでもいいから頭部で最高になる点を探す。



2 身長



3 股下高

3 股下高 Crotch Height

計測器： アントロポメータ

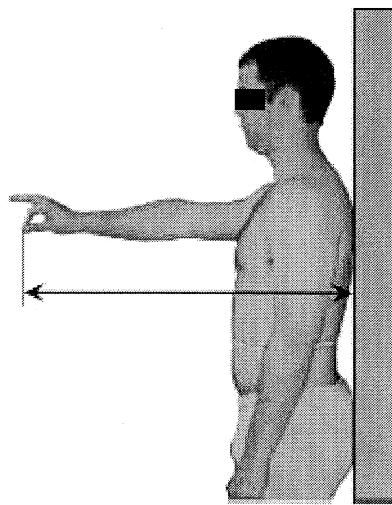
定義： 男性では立位面から恥骨下枝の遠位部までの、女性では立位面から「股下」までの垂直距離。被験者は両足に均等に体重をかけてせすじを伸ばして立つ。上肢は自然に下垂する。被験者の足は、立位面にかいた足型にあわせる（踵部内側面間10cm、左右の足軸間角度33度）。

注意等： アントロポメータを被験者の後方にたてる。男性では右大腿内側面の位置で、女性では正中にアントロポメータの横規を置き、人体に当たるまで横規を持ち上げる。得られた値に横規の幅を足すこと。この作業は、データ入力後まとめたコンピュータ内で行う。

4 壁面－親指先端距離 Thumb Tip Reach

計測器： アントロポメータ

- 定義： 背中（壁面）から親指と人さし指のすき間までの最大水平距離。被験者は肩と背中を壁に当てる。両足を肩幅くらいに開き、踵の後端を壁面から10cmの位置におく。上肢を水平前方に（壁に直角に）伸ばす。親指と人さし指を合わせる。
- 注意等： 親指は曲げない。親指の下縁が床面に対して平行になるようにする。指と指との合わせ目までを測るのであって、親指の先端までを測るのではない。肩甲骨を壁から離さないこと。踵後端を壁面から10cm前方におくのは、殿部が大きいために、踵を壁につけると肩甲骨が壁面につかない被験者がいるため。
再現性があまりよくないとのこと。



4 壁面-親指先端距離。指先の計測位置に注意

5 肩甲骨下角部皮下脂肪厚 Subscapular Skinfold

計測器： 皮脂厚計

定義： 肩甲骨部分の皮下脂肪の厚さ。被験者は、肩と腕の力を抜いて立つ、右肩甲骨下角部で、斜につかんだ皮膚と皮下脂肪を測る。

注意等： 肩甲骨下角より1～2cm下方で測ることだが、実際には、かなり下方で測っていた。

6 上腕三頭筋部皮下脂肪厚 Triceps Skinfold

計測器： 皮脂厚計

定義： 上腕三頭筋部の皮下脂肪の厚さ。肘を90度に曲げた状態での、上腕の後面における肩と肘の間で、縦に皮膚と皮下脂肪をつかんで厚さを測る。

注意等： 皮膚をつかむ位置は、測る位置の上方でも下方でもよい、としていた。

7 腕長（頸椎～肩峰） Arm Length—Spine to shoulder—

計測器： 卷尺

定義： 被験者は真直ぐ前を見て、せすじをのばして立つ。肩の力をぬく。右手をこぶしに握り、腰に当てる。頸椎点から肩峰点までの表面距離を測る。

8 腕長（頸椎～肘頭） Arm Length—Spine to shoulder—

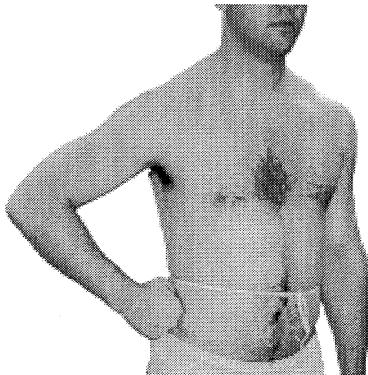
計測器： 巻尺

定 義： 被験者は真直ぐ前を見て、せすじをのばして立つ。肩の力をぬく。右手をこぶしに握り、腰に当てる。頸椎点から肩峰点まで（頸椎点～肩峰点）、肩峰点から肘頭まで（頸椎点～肘頭）を続けて測る。

9 腕長（頸椎～手首） Arm Length—Spine to wrist—

計測器： 巻尺

定 義： 被験者は真直ぐ前を見て、せすじをのばして立つ。肩の力をぬく。右手をこぶしに握り、腰に当てる。頸椎点から肩峰点まで（頸椎点～肩峰点）、肩峰点から肘頭まで（頸椎点～肘頭）、肘頭から尺骨茎突点を通した手首のバンドまでを続けて測る。

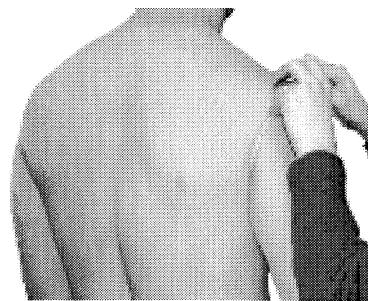


7 腕長（頸椎～肩峰）、腕長（頸椎～肘頭）、9 腕長（頸椎～手首）計測時の姿勢腕長（頸椎～手首）計測時の姿勢

10 腕付根囲 Armscye Circ..(Scye Circ.over Acromion)

計測器： 巻尺

定 義： 被験者は真直ぐ前を見て、せすじをのばして立つ。肩の力をぬく。右手をこぶしに握り、腰に肩峰点から腋の下をとおり肩峰点までの腕付根の周長。被験者はせすじをのばして立つ。右手をこぶしに握り、腰に当てる。巻尺を腋の下に通したところで被験者は腕を自然に下垂する。巻尺の0点を肩峰点に当て、前腋窩点、後腋窩点を通し、肩峰点までを測る。



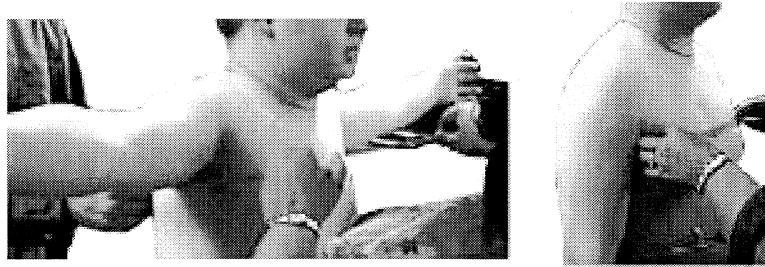
10 腕付根囲 Armscye Circ..(Scye Circ.over Acromion)

11 上部胸囲 Chet girth ((Chest girth at Scye)

計測器： 巻尺

定 義： 被験者は真直ぐ前を見て、せすじをのばして立つ。肩の力をぬく。右手をこ

ぶしに握り、腰に後腋窩点を通る胸部の周長。できるだけ水平に測るが、前が高くなることもある。



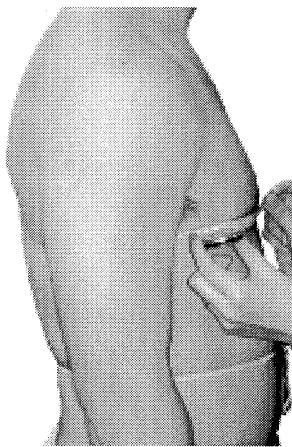
11 上部胸囲の測り方

12 乳頭位胸囲 Bust/Chest Circ..

計測器： 巻尺

定 義： 乳頭点ないしバスト点のレベルで立位面に平行に測った体幹の周長。通常の呼吸で息を吐き終わった時点で測る。

注意等： 男性は上半身裸体で、女性はCAESARのトップの下に通常のブラジャーを着けて測る。



12 乳頭位胸囲の測り方乳

13 下部胸囲／アンダーバスト Chest Circ..Under Bust

計測器： 巻尺

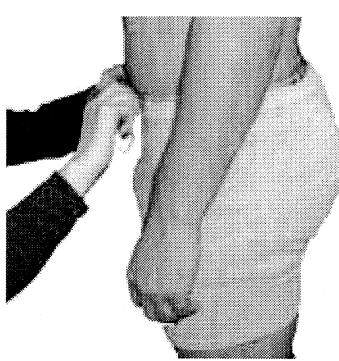
定 義： 女性被験者のみ計測する。ブラジャーのカップの直下で水平に測った体幹の周長を。通常の呼吸で息を吐き終わった時点で測る。

14 ウエスト囲 Waist Circ..Preferred

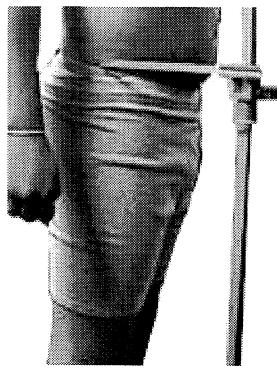
計測器： 巻尺

定 義： 最下の肋骨の直下で、ゴムバンドで印をした本人の決めたウエストの周長。

注意等： この計測の直後にウエスト後正中にマークをつける。



14 ウエストの計測。ウエストベルトの位置で測る



15 ウエスト高

15 ウエスト高 Waist Height, Preferred

計測器： アントロポメータ

定 義： 被験者の右側面で、ゴムバンドで印をした本人の決めたウエストの高さを測る。

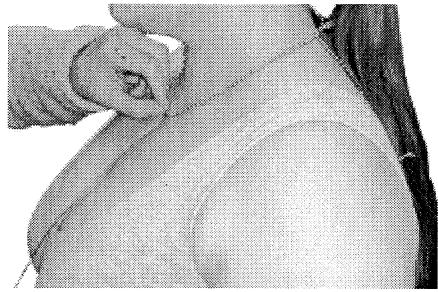
注意等： この項目は記録者が測る。

16 前丈 Waist Front Length

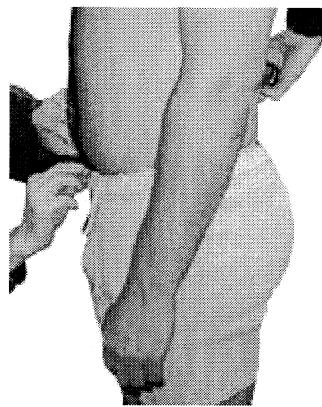
計測器： 卷尺

定 義： 頸付根線前正中からウエスト前正中までの表面距離。

注意等： ブラジャーの浮きは押さえて、正中を測る。



16 前丈の上の特徴点



17 股上前後長

17 股上前後長 Total Crotch Length

計測器： 卷尺

定 義： ウエストライン前正中からウエストライン後正中までの股下を通る表面距離。被験者は両足に均等に体重をかけて、せすじを伸ばして立つ。

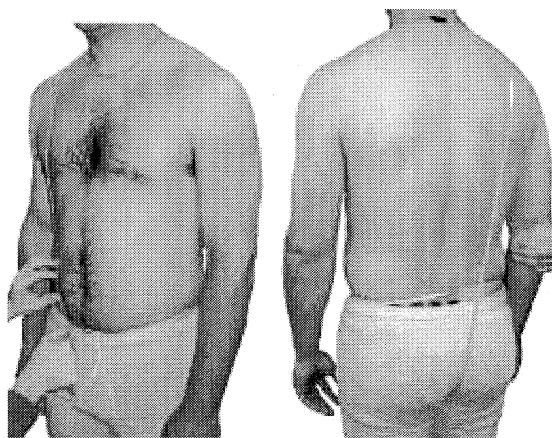
18 体幹縦囲 Vertical Trunk Circ..

計測器： 卷尺

定 義： 右の肩の、頸付根（ネックチェーンで印してある）と肩関節（肩峰点）の中央から後方に巻尺を回し、股下から右バスト点／乳頭点から始点までの表面

距離。股下で巻尺をひっぱりすぎないよう注意すること。

注意等： 肩中央の位置は目分量で決める。後ウエストでは巻尺を体幹に押し付けるが、前ウエストのところでは体幹におしつけない。

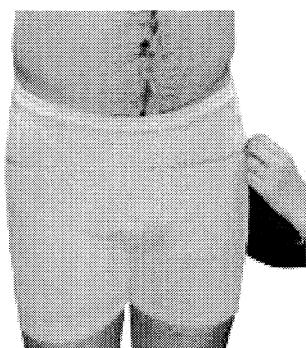


18 体幹縦囲

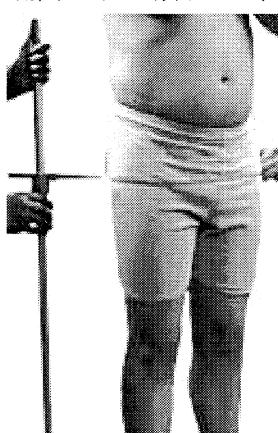
19 殿囲 Hip Circumference, Maximum

計測器： 巻尺

定義： 殿部の最大周長を立位面に水平に測る。被験者はまっすぐ前方を向き、せすじを伸ばして立つ。被験者の足は、立位面にかいた足型にあわせる（踵部内側面間10cm、左右の足軸間角度33度）。計測者と記録者が協力して計測する。殿部最後方突出点の約2cm上方に巻尺を当て、水平であることを確認する。巻尺を1cmくらいずつ下方に下げながら、そのつど目盛りを読み取る。巻尺を水平に上下に動かしながら、最大値になる位置を探し、最大であったところに戻って最終的に目盛を読む。巻尺を動かす前に、この時点での最大殿囲高を測る。最大囲となる位置の高さに範囲がある場合は、中間の高さで測る。



19 殿囲



20 殿囲高

20 殿囲高 Hip Circumference Max Ht..

計測器： アントロポメータ

定義： 立位面から最大殿囲のレベルまでの垂直距離。被験者はまっすぐ前方を向き、両足に均等に体重をかけ、せすじを伸ばして立つ。被験者の足は、立位

面にかいた足型にあわせる（踵部内側面間10cm、左右の足軸間角度33度）。右側面中央で高さを測る。

注意等： 記録者が測る。巻尺の幅の中央を測る。計測者は被験者の左側において巻尺をおさえている。

21 大腿最大囲 Thigh Circumference

計測器： 巻尺

定 義： 大腿の最大周長。被験者は両足に均等に体重をかけ、せすじを伸ばして立つ。上肢は自然に下垂する。巻尺を大腿の最も近位（殿部と大腿の境界）に当て、1cmずつ下方に下げながら値を読み取って最大値をみつける。最大値は、必ずしも殿溝（殿部と大腿の境界）の直下にあるわけではない。

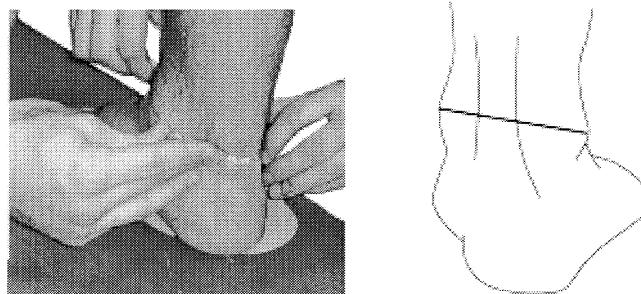


21 大腿囲

22 足首囲（内果、外果） Ankle Circ..

計測器： 巻尺

定 義： 内果、外果の最突点を通る周長を斜めに測る。被験者は両足に均等に体重をかけ、せすじを伸ばして立つ。



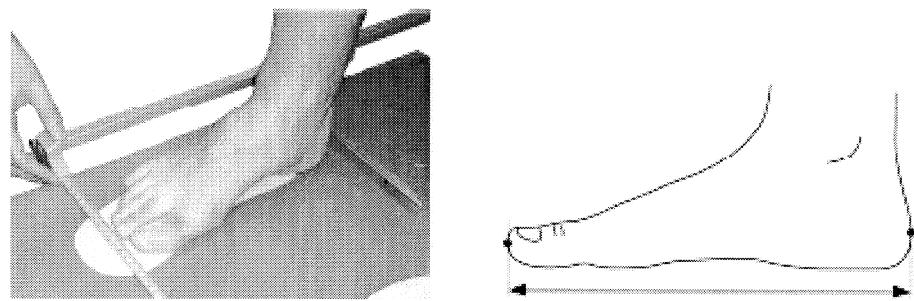
22 足首囲

23 足長 Foot Length

計測器： 桿状計

定 義： 被験者は両足に均等に体重をかけて立つ。踵の最後方から最も長い指（第1指または第2指）の先端までを足軸に平行に測る。

注意等： 足軸は、踵点と第2指先端を結ぶ線。



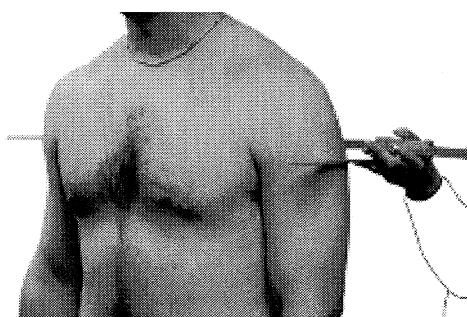
23 足長。踵点と足先点は高さが違うことに注意。

24 肩幅／Bideltoid Shoulder Breadth (Bideltoid Brth.)

計測器： 桿状計

定 義： 左右の三角筋部の最大突出部間の幅。被験者はせすじを伸ばして立つ。肩の力をぬく。

注意等： 必ずしも水平に測るわけではない。



24 肩幅

25 座高 Sitting Height

計測器： アントロポメータ

定 義： 水平な座面から頭部の最高点までの垂直距離。被験者はまっすぐ前方を向いてせすじを伸ばして平らな面に座る。耳眼面を水平にする。

注意等： 頭部最高点は、正中線上になくてもよい。

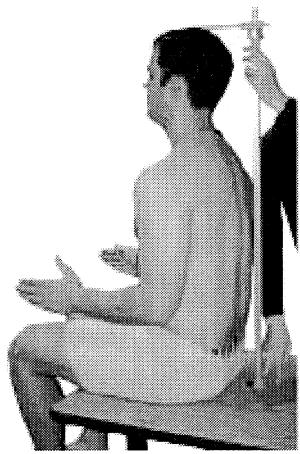
大腿の水平、膝の直角、下腿の垂直は、転子点、外側上顆、外果最突で決める。左右の大腿を平行にする。転子点付近にふれながら、大腿を内外転させると転子点の位置がわかりやすい。

26 座位眼高（外眼角） Eye Ht..Sitting

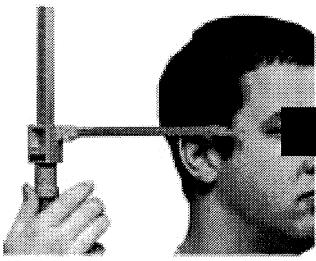
計測器： アントロポメータ

定 義： 座面から右目の外眼角までの垂直距離。被験者は平らな面に、せすじを伸ばして座る。膝を90度に曲げ、足底を支持する。耳眼面を水平にする。

注意等： アントロポメータの横規を後方から当てる。



25 座高

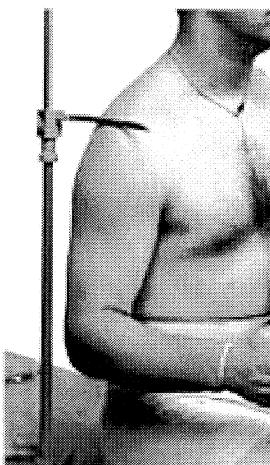


26 座位眼高座

27 座位肩峰高（肩峰点） Acromial Ht..Sit.

計測器： アントロポメータ

定 義： 座面から肩峰点までの垂直距離。被験者は平らな面に座り、まっすぐ前方を向く。上腕の力をぬいて下垂し、前腕と手は手掌を向い合せにして水平前方に伸ばす。



27 座位肩峰高

28 座位肘頭下縁高 Elbow Height,,Sit.(Elbow Rest Height)

計測器： アントロポメータ

定 義： 水平な座面から、直角に曲げた肘の肘頭最下点までの垂直距離。被験者は平らな面に、まっすぐ前方を向いてせすじを伸ばして座る。上腕の力をぬいて下垂し、前腕と手は手掌を向い合せにして水平前方に伸ばす。

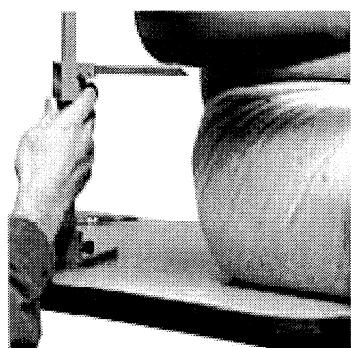
注意等： 測った値にアームの幅を足す。これは、入力後にまとめてコンピュータ内で行う。

29 座位膝高（膝蓋骨上縁点） Knee Ht..Sitting

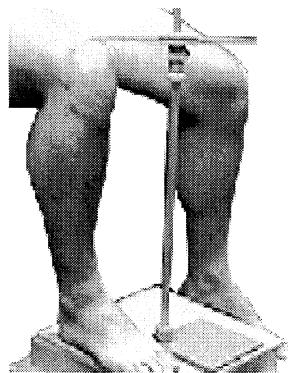
計測器： アントロポメータ

定義：足底支持面から膝蓋骨最高点までの垂直距離。被験者は平らな面にせすじを伸ばして座る。膝を直角に曲げ、足底を支持する。左右の大腿を平行にし、足の向きは大腿の向きにそろえる。足底支持面の高さは、膝が90度に曲るよう調節する。

注意等：実際には、床面から立位姿勢で膝蓋骨上縁につけたマークまでを測る。計測時は、左膝がじゃまにならない様、左下肢全体をよける。



28 座位肘頭下縁高



29 座位膝高

30 座位大腿最大囲 Thigh Circ..Max.,Sitting

計測器：巻尺

定義：座った状態の被験者の右大腿の最大囲を測る。被験者はせすじを伸ばして平らな面に座る。大腿を完全に座面にのせ、下腿を下垂する。巻尺を大腿の最も近位（殿部と大腿の境界）に座面に直交するように当てる。1 cmずつ遠位にずらしながら値を読み取って最大値をみつける。

注意等：最大値は殿溝（殿部と大腿の境界）の位置にあることもある。しかし、ここに巻尺を当てる場合座面に直交しないような被験者もいる。この場合は、最初に巻尺を当てる場所が殿溝よりも遠位になる。実際には、巻尺は必ずしも座面に直交しない。しかし、大腿の軸に直交するように巻尺を当てていた。

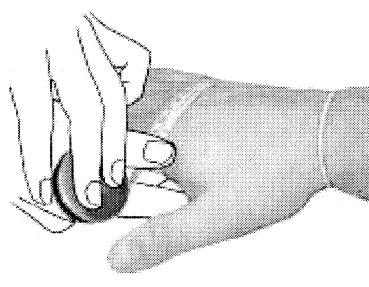


30 座位大腿最大囲

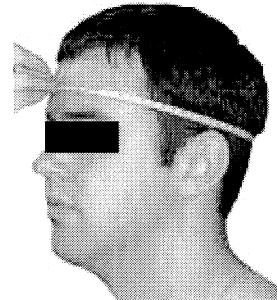
31 手囲 Hand Circumference

計測器：巻尺

定義：右手の周長を、巻尺が人さし指と小指の付根の関節が最も内、外側に突出した部位を通るように測る。被験者は、右手を手掌を下に向けて、人さし指から小指をそろえて伸ばす。親指は離す。



31 手囲



32 頭囲

32 頭囲 Head Circ

計測器： 卷尺

定 義： 頭の最大周長を、卷尺が眉間点の少し上方と（グラベラをふくまない）、頭の最後方点を通るように測る。

注意等： 卷尺が眉間より上方を通ることに注意。

33 頭長 Head Length

計測器： 触角計

定 義： 眉間点と頭の最後方点間の最大直線距離。

34 頬弓幅 Bzygomatic Brdth

計測器： 触角計

定 義： 左右の頬骨弓の間の最大水平距離。

35 頭幅 Head Breadth

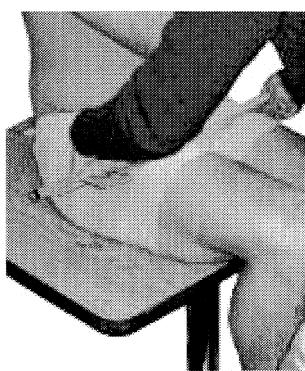
計測器： 触角計

定 義： 耳の上方における頭の水平最大幅。

36 座位殿幅 Hip Breadth,,Sitting

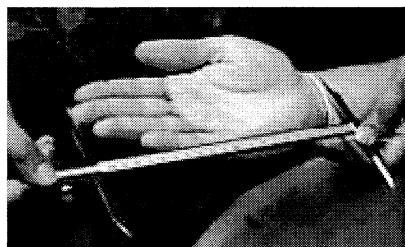
計測器： 桿状計

定 義： 腸骨稜より下方での、大腿部最大幅。被験者は左右の大股、膝、足をつける。下腿は下垂する。？計測するときに圧迫しない。

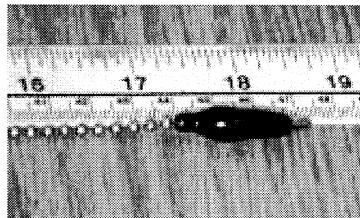


36 座位殿幅

- 37 殿一膝距離 Buttock-Knee Lth.
 計測器： 桿状計
 定義： 右殿部の最後方から右膝の最前方までの水平距離。被験者は平らな面に、まっすぐ前方を向いて、せすじを伸ばして座る。左右の大脛を平行にし、足の向きは大腿の向きにそろえる。膝が90度にがるよう、足底支持面の高さを調節する。
- 38 顔長（グナチオン、セリオン） Face Length
 計測器： 滑動計
 定義： 鼻鞍点（セリオン）とオトガイ点（グナチオン）の間の直線距離。
 注意等： 被験者は口を閉じ、歯を軽く噛み合わせる。
- 39 手長（指尖点、橈骨茎突点） Hand Length
 計測器： 滑動計
 定義： 橈骨茎突点と尺骨茎突点を通るように手首にはめたゴムバンドの中央から中指先端までの距離。被験者は前腕を水平に、手掌を上に向けて手掌と指を伸ばす。指はつける。
- 40 頸付根囲 Neck Base Circ..
 計測器： ネックチェーン、ものさし
 定義： 頸付根部の周長を、頸椎点を通るように、頸と肩の移行線で測る。シャツの襟ぐりにほぼ相当するように頸の周りに鎖をかける。机の上にはりつけたものさしで、鎖の長さを測る。
 注意等： 太めのボールチェーンの端に小さいワニ口クリップをつけたものを使用。
 ワニ口のどの歯でどのボールをくわえたかを覚えておいて、机にはりつけたものさしで長さを測る。



39 手長



40 頸付根囲を測る

(6) 算出項目

以下の項目は算出するか、あるいは何らかの計算が必要である：股下高、肘頭下縁高、そで丈、壁面・母以下の項目は算出するか、あるいは何らかの計算が必要である：股下高、肘頭下縁高、そで丈、壁面・母指先端距離、皮下脂肪厚（肩甲骨下角部、上腕三頭筋部）。計算の内容は以下の通りである。ただし、どの項目の場合も実測値を調査票に記入し、計算はコンピュータに入力後、プログラムで行う。

① 股下高：アントロポメータの横規の上縁までを測り、計測値に1cm足す（横規の幅の分を加える）。

- ②肘頭下縁高：アントロポメータの横規の上縁までを測り、計測値に1cm足す（横規の幅の分を加える）。
- ③肩峰点～肘頭：頸椎点～肩峰点=a、頸椎点～肘頭=b、頸椎点～手首=c、とするとき、 $b - a$ で算出する。
- ④肩峰点～手首：頸椎点～肩峰点=a、頸椎点～肘頭=b、頸椎点～手首=c、とするとき、 $c - a$ で算出する。
- ⑤壁面・母指先端距離：3回測って平均値をとる。
- ⑥皮下脂肪厚：mm単位に換算する。

B-4-4 3次元形状計測

(1) 3次元形状計測時の特徴点

特徴点数は表3-4-4のとおり41個である。特徴点数は表3-4-4のとおり41個である。以下41の特徴点のうち1つは仮想的な特徴点であり、算出するので、マークをつけない。実際にマークをつける特徴点は正中上に8個、左右に32個ずつである。このうち、1つの特徴点につきマークを2個つけるものが、片側2個ずつある。したがって、マークをつける特徴点位置は、全体数=8+ (32+2) × 2=76箇所となる。76カ所のうち12カ所は、手計測で使うため、すでにアイライナーでマークがついている。のこりの64カ所にアイライナーでマークをついた上、マーカシールをはる。シールは2種類ある。1つは直径12.5mmの白色の円形シール（市販品）、もう1つは図3-4-13に示す立体シールで、低い四角錐台をしている（市販品）。

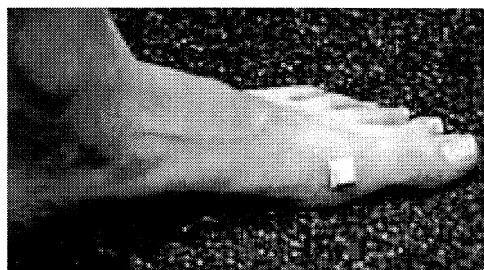


図3-4-13 脛側中足点にはった立体マーク

表3-4-5に、マークをつける特徴点とマーク種類をまとめて示す。また、図3-4-14に特徴点のまとめ図を示す。表3-4-5に、マークをつける特徴点とマーク種類をまとめて示す。また、図3-4-14に特徴点のまとめ図を示す。

表3-4-4 3D計測用特徴点の定義

名称（英語名称）／CAESAR番号；定義・説明；マーク種類／（コメント）

1 耳珠点 左右 (Tragion,Lt and Rt) /39

定義：耳珠の上のつけね。シールをはる。

2 眼窩点 左右 (Infraorbitale,Lt and Rt) /19

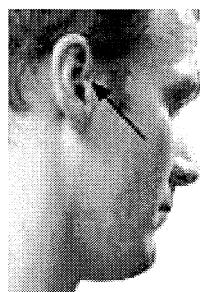
定義： 眼窩の下縁の最下点。瞳孔の直下にマークをつける。

シール： (瞳孔の直下であるところが従来の定義と異なる。シールが大きすぎて眼に入りそうなときは、眼窩点よりも下にシールをつけてメモを残す。ただし、シール上縁が特徴点の位置にあたるように、シールをはっているようである)

3 鼻鞍点 (Sellion) /31

定義： 顔の前正中線上で鼻根の最も窪んだ点。円形シールを貼る。生体計測用のマークあり。

シール： 円形シール。



1 耳珠点



2 眼窩点



3 鼻鞍点

4 スプラメントン (Supramenton) /34

定義： 顔の前正中線上で、下唇の下からオトガイまでの間で最も窪んだ点。

シール： 円形シール。(従来の定義と大きく異なるので注意)

5 ゴニオン 左右 (Gonion,Lt and Rt) /12

定義： 下頸角の下後ろの端。

シール： 円形シール。

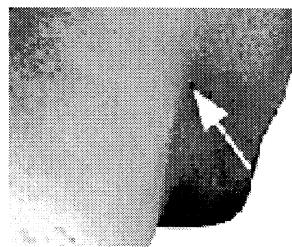
6 ヌカーレ (Nuchale) /27

定義： 後頭部の正中線上で、後頭骨の項筋の間に触れる能够する最下の点。

シール： 円形シール。キャップの上から正中矢状面上に貼る。髪でわかれにくいくことが多い。



4 スプラメントン

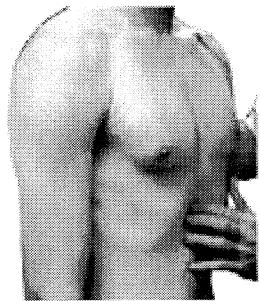


5 ゴニオン

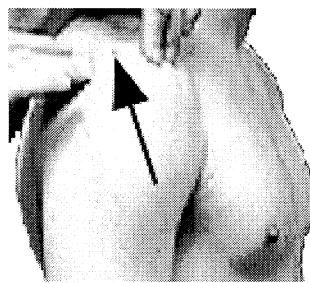


6 ヌカーレ

- 7 頸椎点 (Cervicale (Spine I)) /5
 定義： 第7頸椎の棘突起の先端。
 シール： 円形シール。生体計測用のマークあり。
- 8 胸骨上点 (Suprasternale) /35
 定義： 胸骨の、ふれることができる最も上の点。
 シール： 円形シール。
- 9 胸骨下点 (Substernale) /33
 定義： 劍状突起もふくめて、胸骨のふれることができ最も下の点。
 シール： 円形シール。(左右の肋骨のであう所よりもかなり下にあることもある)
- 10 肩峰点 左右 (Acromion,Lt and Rt) /1
 定義： 肩甲骨肩峰の最も外側の点。肩先にある。ふつうは肩峰外側縁の前後径の中央にする。
 シール： 立体シール。右は生体計測用のマークあり。

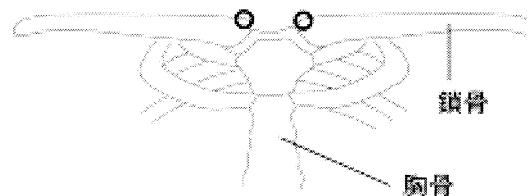


9 胸骨下点



10 肩峰点

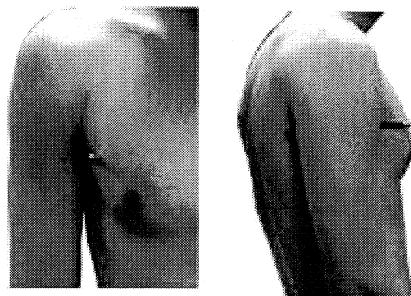
- 11 鎖骨点 左右 (Clavicle,Lt and Rt) /6
 定義： 胸鎖関節部の鎖骨のふくらみの上のふくらみの最突点。(CAESAR独自の点)
 シール： 円形シール。



11 鎖骨点

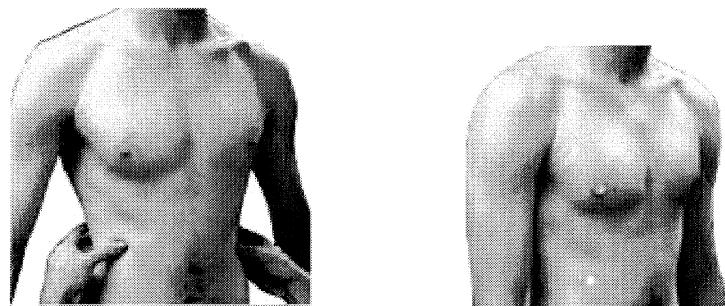
- 12 乳頭点／バスト点 左右 (Thelion/Bust-point,Lt and Rt) /38
 定義： 男では乳頭の中心。女ではブラカップの最も前方の点。
 シール： 円形シール。

- 13 前腋窩点 左右 (Axilla Point,Anterior,Lt and Rt) /2
 定義：前腋窩裂の下端の点。腕に1つ、体幹に1つづける。鉛筆を腋の下に水平にはさむ、または、腕を上下させ、眼で見て後腋窩の最下端を決める。(後腋窩点と同じ高さに決めるようだ)
 シール：円形シール。
- 14 後腋窩点 左右 (Axilla Point,Posterior,Lt and Rt) /3
 定義：後腋窩列の下端の点。腕に1つ、体幹に1つづける。鉛筆を腋の下に水平にはさむ、または、腕を上下させ、眼で見て後腋窩の最下端を決める。
 シール：円形シール。



13 前腋窩点、14 後腋窩点をみつける

- 15 第10肋骨点 左右 (Tenth Rib,Lt and Rt) /36
 定義：胸郭を構成する第10肋骨の、最も下方の点。深く息を吸わせるとわかりやすい。息をはいてからマークする。
 シール：円形シール。

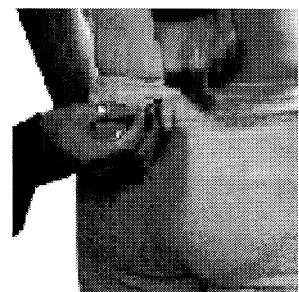
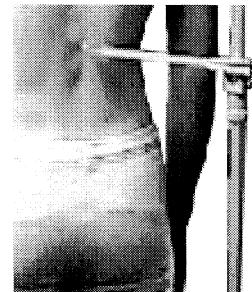
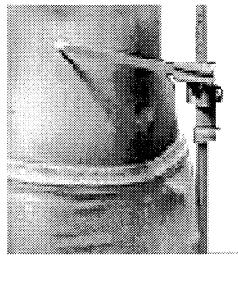


15 第10肋骨点をみつける 15 第10肋骨点にシールをはったところ

- 16 第10肋骨後正中 (Tenth Rib Midspine (Spine II)) /37
 定義：後正中線上（の椎骨棘突起の上）で、右第10肋骨点の高さの点。右第10肋骨点の高さをアントロポメータで測り、これと同じ高さで後正中にマークをつける。
 シール：円形シール。
- 17 ウエスト後正中 (Waist Preferred,Posterior) /42
 定義：被験者が決めたウエストラインと後正中線の交点。幅7～8mmのゴムひも

を胸の下あたりで輪にし、これを好みの位置まで被験者自身に下げてもらう。

シール： 円形シール。生体計測用のマークあり。



16 第10肋骨後正中

17 ウエスト後正中

- 18 上前腸骨棘 左右 (Iliac Spine,Anterior,Superior,Lt and Rt (ASIS)) / 16

定義： 上前腸骨棘の最も前方の点。(従来の定義と異なるので注意)

シール： 円形シール。

- 19 上後腸骨棘 左右 (Iliac Spine,Posterior,Superior,Lt and Rt(PSIS)) / 17

定義： 上後腸骨棘の最も後方の点。この上にくぼみ(ビーナスのえくぼ)があることが多い。腰を前に曲げさせるとわかりやすいこともある。

シール： 円形シール。

- 20 腸骨稜点 左右 (Iliocristale,Lt and Rt) / 18

定義： 腸骨稜上縁最高点。線でマークし、体側の中央線上との交点を決める。(従来の定義と異なるので注意)

シール： 立体シール。



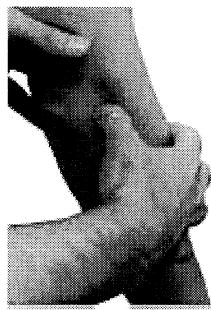
20 腸骨稜点

- 21 上腕骨外側上顆 左右 (Humeral Epicondyle,Lateral,Lt and Rt) / 13

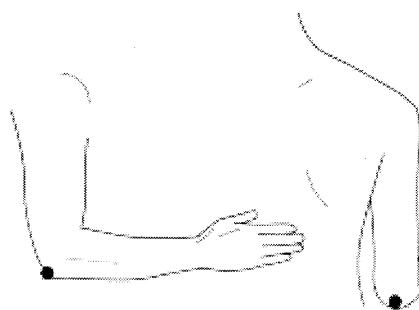
定義： 上腕骨外側上顆の最外側突出点。立位状態でマーク。上肢を下垂し、手掌を体に向かた状態でみつける。

シール： 円形シール。

- 22 上腕骨内側上顆 左右 (Humeral Epicondyle,Lateral,Lt and Rt) /14
 定義： 上腕骨内側上顆の最内側突出点。立位状態でマーク。上肢を下垂し、手掌を体に向けた状態でみつける。
 シール： 円形シール。
- 23 橋骨点 左右 (Radiale,Lt and Rt) /30
 定義： 橋骨頭の近位端。腕の外側面の肘頭の近くにある。
 シール： 円形シール。
- 24 肘頭 左右 (Olecranon,Lt and Rt) /28
 定義： 肘を90度に曲げたときの、尺骨肘頭の最も後方の点。
 シール： 円形シール。右は生体計測用のマークあり。

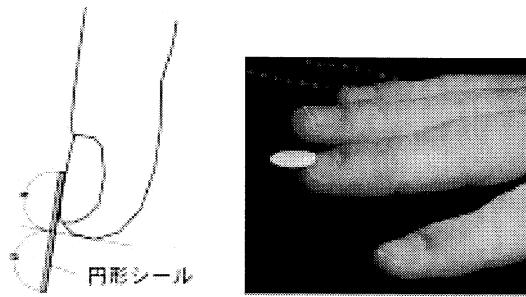


23 橋骨点



24 肘頭肘頭

- 25 橋骨茎突点 左右 (Radial Styloid,Rt.) /29
 定義： 橋骨茎状突起の遠位端。
 シール： 円形シール。右は生体計測用のマークあり。
- 26 尺骨茎突点 左右 (Ulnar Styloid,Lt and Rt) /41
 定義： 尺骨茎状突起の遠位端。
 シール： 円形シール。右は生体計測用のマークあり。
- 27 橋側中手点 左右 (Metacarpal-Phalangeal II,Lt and Rt) /23
 定義： 第2中手指節関節の最も外側の点。
 シール： 円形シール。
- 28 尺側中手点 左右 (Metacarpal-Phalangeal IV,Lt and Rt) /24
 定義： 第5中手指節関節の最も内側の点。
 シール： 円形シール。
- 29 指尖点 左右 (Dactylion,Lt and Rt) /8
 定義： 中指の先端。
 シール： 円形シール。指尖にマーカの中心がくるように、爪にマーカを貼る。



29 指尖点へのマーカシールのはり方

- 30 転子点 左右 (Trochanterion,Lt and Rt) /40

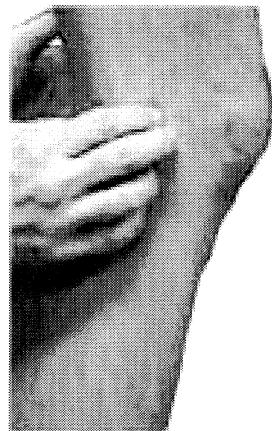
定義： 大腿骨の大転子の最高点。

シール： 立体シール。

- 31 大腿骨外側上顆 左右 (Femoral Epicondyle,Lateral,Lt and Rt) /10

定義： 大腿骨外側上顆の最外側突出点。立位状態でマークをつける。座位でもマークをつけ直さない。

シール： 円形シール。



31 大腿骨外側上顆

- 32 大腿骨内側上顆 左右 (Femoral Epicondyle,Medial,Lt and Rt) /11

定義： 大腿骨内側上顆の最内側突出点。立位状態でマークをつける。座位でもマークをつけ直さない。

シール： 円形シール。

- 33 膝窩のしわ 左右 (Knee Crease,Lt and Rt) /20

定義： 膝窩（膝の後側）を左右にはしる皺の中点。立位状態でマークをつける。

シール： 円形シール。

- 34 跖点 左右 (Calcaneous,Posterior,Lt and Rt) /4

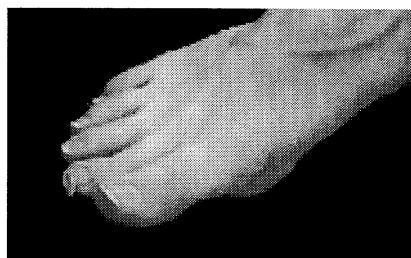
定義： 跖部の最も後方の点。踵骨の上ではなく、軟部組織の上の点。

シール： 円形シール。

- 35 足先点 左右 (Digit II,Lt and Rt) /9

定義： 足の第2指の先端。

シール： 円形シール。足指の先端に貼る。



35 足先点に円形シールをはったところ

- 36 脛側中足点 左右 (Metatarsal-Phalangeal I,Lt and Rt) /25

定義： 第1中足骨頭の最も脛側の点。

シール： 立体シール。

- 37 腓側中足点 左右 (Metatarsal-Phalangeal V,Lt and Rt) /26

定義： 第5中足骨頭の最も腓側の点。

シール： 円形シール。

- 38 外果最突 左右 (Malleolus,Lateral,Lt and Rt) /21

定義： 腕骨外果の最も外側の点。(静脈などは避けること)

シール： 円形シール。右は生体計測用マークあり。

- 39 内果最突 左右 (Malleolus,Medial,Lt and Rt) /22

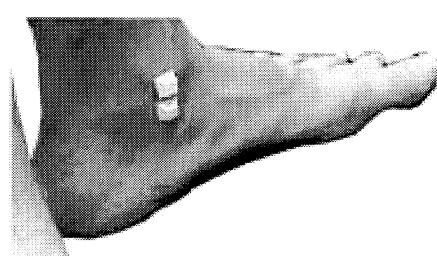
定義： 腕骨内果の最も内側の点。

シール： 立体シール。右は生体計測用マークあり。

- 40 内果端点 左右 (Sphyrion,Lt and Rt) /32

定義： 腕骨内側の下端。

シール： 立体シール。



39 内果最突、40 内果端点に立体シールをはったところ

41 股下点 (Crotch)

定義： 左右の転子点の中間の位置で手計測した股下高のレベルとして計算される仮想的な点。したがって、マークをつけてない。

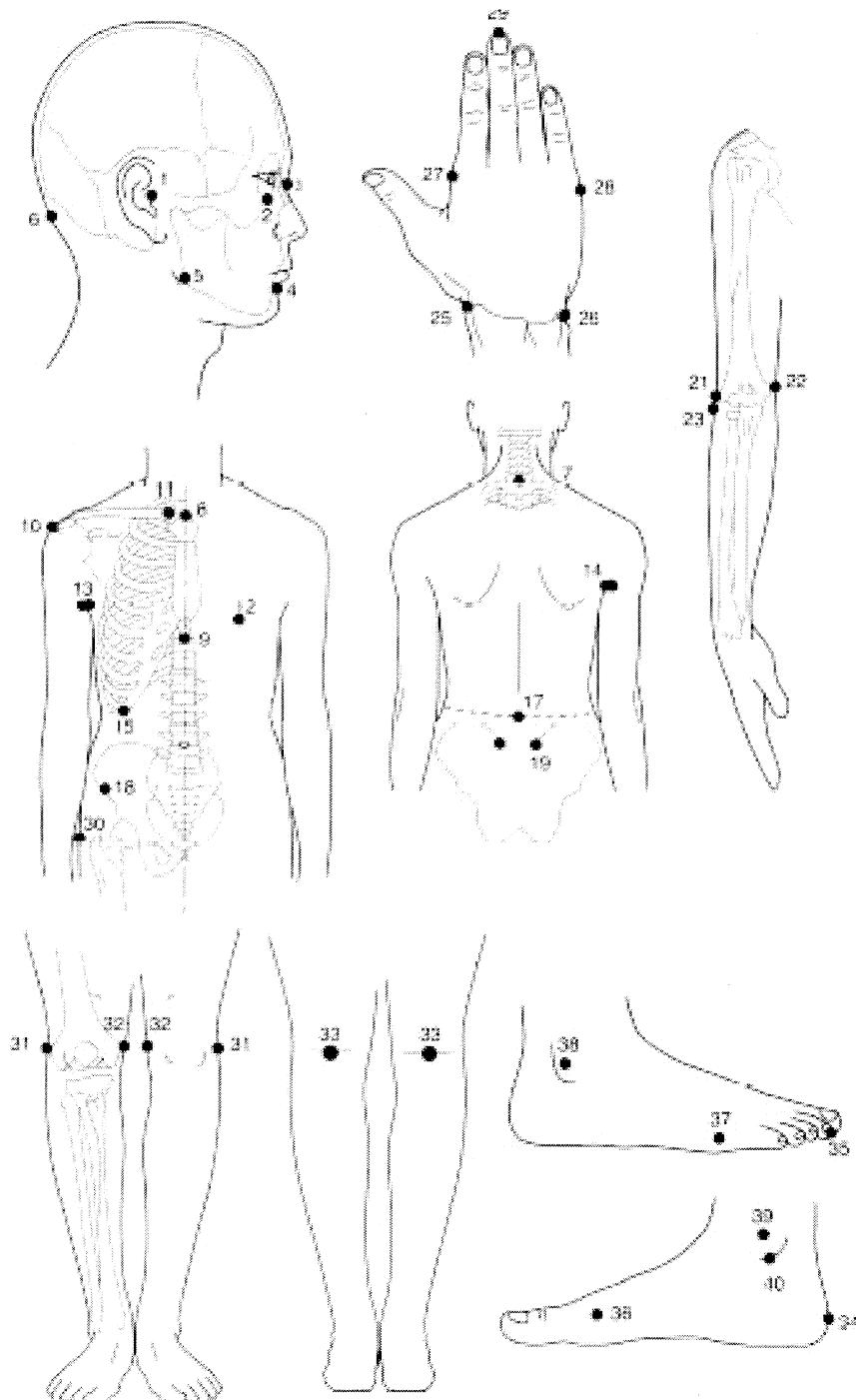


図3-4-14 特徴点

表3-4-5 CAESARでマークをつける位置

	特徴点	マーカシールの種類	手計測用マークの有無
1	右 耳珠点	円形シール	
2	左 耳珠点	円形シール	
3	右 眼窩点	円形シール	
4	左 眼窩点	円形シール	
5	鼻鞍点（セリオン）	円形シール	マークあり
6	スプラメントン	円形シール	
7	右 ゴニオン	円形シール	
8	左 ゴニオン	円形シール	
9	ヌカーレ	円形シール	
10	頸椎点	円形シール	マークあり
11	胸骨上点	円形シール	
12	胸骨下点	円形シール	
13	右 肩峰点	立体シール	マークあり
14	左 肩峰点	立体シール	
15	右 鎖骨	円形シール	
16	左 鎖骨	円形シール	
17	右 乳頭点／バスト点	円形シール	
18	左 乳頭点／バスト点	円形シール	
19	右 前腋窩点／腕	円形シール	
20	右 前腋窩点／体幹	円形シール	
21	左 前腋窩点／腕	円形シール	
22	左 前腋窩点／体幹	円形シール	
23	右 後腋窩点／腕	円形シール	
24	右 後腋窩点／体幹	円形シール	
25	左 後腋窩点／腕	円形シール	
26	左 後腋窩点／体幹	円形シール	
27	右 第10肋骨	円形シール	
28	左 第10肋骨	円形シール	
29	第10肋骨 後正中	円形シール	
30	ウエスト後正中	円形シール	マークあり
31	右 上前腸骨棘	円形シール	
32	左 上前腸骨棘	円形シール	
33	右 上後腸骨棘	円形シール	
34	左 上後腸骨棘	円形シール	
35	右 腸骨稜点	立体シール	
36	左 腸骨稜点	立体シール	

37	右 上腕骨外側上顆	円形シール
38	左 上腕骨外側上顆	円形シール
39	右 上腕骨内側上顆	円形シール
40	左 上腕骨内側上顆	円形シール
41	右 桡骨点	円形シール
42	左 桡骨点	円形シール
43	右 肘頭	円形シール
44	左 肘頭	円形シール
45	右 桡骨茎突点	円形シール
46	左 桡骨茎突点	円形シール
47	右 尺骨茎突点	円形シール
48	左 尺骨茎突点	円形シール
49	右 桡側中手点	円形シール
50	左 桡側中手点	円形シール
51	右 尺側中手点	円形シール
52	左 尺側中手点	円形シール
53	右 指尖点	円形シール
54	左 指尖点	円形シール
55	右 転子点	立体シール
56	左 転子点	立体シール
57	右 大腿骨外側上顆	円形シール
58	左 大腿骨外側上顆	円形シール
59	右 大腿骨内側上顆	円形シール
60	左 大腿骨内側上顆	円形シール
61	右 膝窩のしわ	円形シール
62	左 膝窩のしわ	円形シール
63	右 跖点	円形シール
64	左 跖点	円形シール
65	右 足先点	円形シール
66	左 足先点	円形シール
67	右 脛側中足点	立体シール
68	左 脛側中足点	立体シール
69	右 腓側中足点	円形シール
70	左 腓側中足点	円形シール
	右 外果最突	円形シール
	左 外果最突	円形シール
	右 内果最突	立体シール
	左 内果最突	立体シール
	右 内果端点	立体シール
	左 内果端点	立体シール

(2) 3次元形状計測時の姿勢

被験者は3種類の姿勢で計測される。立位姿勢、「楽な座位作業姿勢」、腕を上げ、隠れ部位を低減する被験者は3種類の姿勢で計測される。立位姿勢、「楽な座位作業姿勢」、腕を上げ、隠れ部位を低減するために頭をのけぞらせた「隠れ部位低減のための座位姿勢」である。

①立位姿勢

被験者は足を踵の内側が10cm離れている立位面上の足型に合わせる。このとき、かかと部を足型のかかと部輪郭に合わせ、第2指先端を輪郭図内にひかれた線（長軸）にのせる。足型は、立位面上に先が30度開くように描いてある（図3-4-12参照）。

調査者は、被験者にせすじを伸ばし、まっすぐ前方を見るよう指示を与える。長さ20cmの筒を使って、調査者は、被験者にせすじを伸ばし、まっすぐ前方を見るよう指示を与える。長さ20cmの筒を使って、被験者の腕の開き具合を調整する。つまり、手が腰ないし大腿輪郭の最も外側突出部位から20cm離れるようにする。被験者の腰がはっている場合は、前面から見て腰が最もはっている部位に筒をおく。腰がそれほどはっていない場合は、筒を手首のところにおく。腕と手首をまっすぐにし、手掌をからだの方を向ける。

全部の指を開く（図3-4-15）。

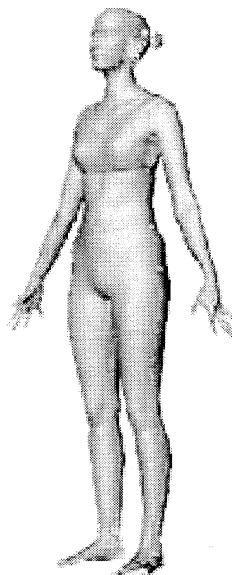


図3-4-15 CAESARプロジェクトの立位姿勢

②楽な座位作業姿勢

この姿勢の目標は、自然で楽な座位作業姿勢をとらえることである。被験者は改造した椅子に座る。被験者は座面のどこに座ってもよいが、両方の足底を平らに立位面につけ被験者は改造した椅子に座る。被験者は座面のどこに座ってもよいが、両方の足底を平らに立位面につけなければならない。調査者は座面高を調整して、被験者が楽な作業姿勢だと

感じる高さにする。実際には、始めは座面高をかなり高くしておき、被験者本人に自分で高さを調整させる。足の間の幅は、被験者本人の自由に任せる。

調査者は被験者に対して、せすじを伸ばして座り、まっすぐ前方を見て、両手を大腿の上におくよう指示調査者は被験者に対して、せすじを伸ばして座り、まっすぐ前方を見て、両手を大腿の上におくよう指示を与える。これは、大腿骨内側上顆、外側上顆が手で隠れないようにするためである。次に、被験者に対して、両手を大腿のうえにおいていたまま、楽な作業姿勢になるまでせなかを楽にするよう指示を与える。最後に、マーカシールをはった木製のブロック（縦横高さ＝74 x36 x52 mm）を、被験者の殿部正中に接する様に座面におく（図3-4-16）。図3-4-17にいすを、図3-4-18にブロックの模式図を示す。椅子は、空気圧で高さを調節できる事務用椅子の座部を木製の堅いものに変え、座面が水平になるようにしたものを用いる。

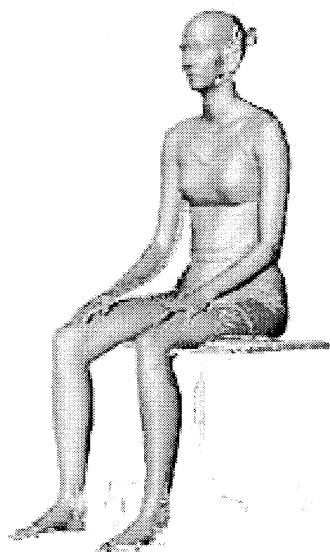


図3-4-16 CAESARプロジェクトの楽な座位姿勢

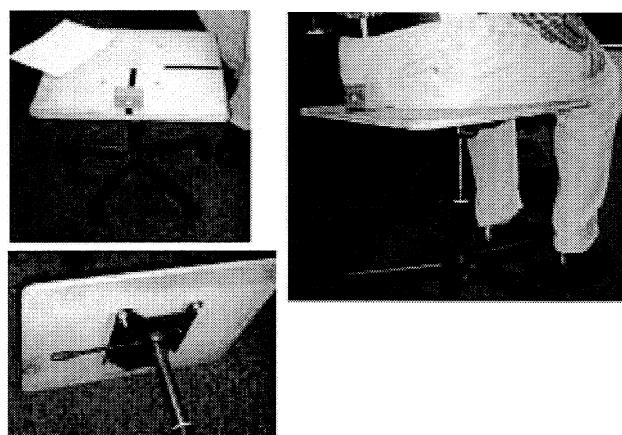


図3-4-17 CAESAR計測用のいす（ブロック付き）

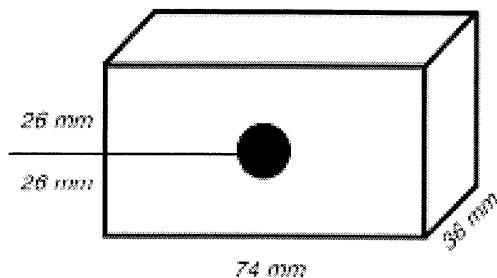


図3-4-18 殿部正中に当てる木製ブロック

③隠れ部位低減姿勢

隠れ部位低減座位姿勢は、腕の下、左右大腿の間、頸の下のデータをとるための姿勢である。被験者は平隠れ部位低減座位姿勢は、腕の下、左右大腿の間、頸の下のデータをとるための姿勢である。被験者は平らな座面をもち、空気圧で座面が上下する改造椅子に座り、足を肩幅くらいに開く。

調査者は、被験者の膝関節角度が90度より少し大きくなり、かつ下腿が立位面に対して垂直になるよう調査者は、被験者の膝関節角度が90度より少し大きくなり、かつ下腿が立位面に対して垂直になるように、座面高を調整する。被験者にせすじを伸ばし、まっすぐ前方を見るよう、指示を与える。(マニュアルには、足を立位面に描かれた足型に足を合わせたまま、大腿の間を少し広げるとあるが、実際とは異なる) 被験者は両手を前頭面内に入るように上げる。このとき、肩と肘の関節角度が90度になるようする。右被験者は両手を前頭面内に入るように上げる。このとき、肩と肘の関節角度が90度になるようする。右手に直径1インチ、長さ15cmの筒を握り、左手は全部の指を広げる。左手は掌と指を平らにして前方に向かって、腕と手をまっすぐにする。頸の下と頸の前面が成す角度が90度より少し大きくなり、頸の下の隠れ部位が見えるよう、頭を少しのけぞらせる(図3-4-19)。

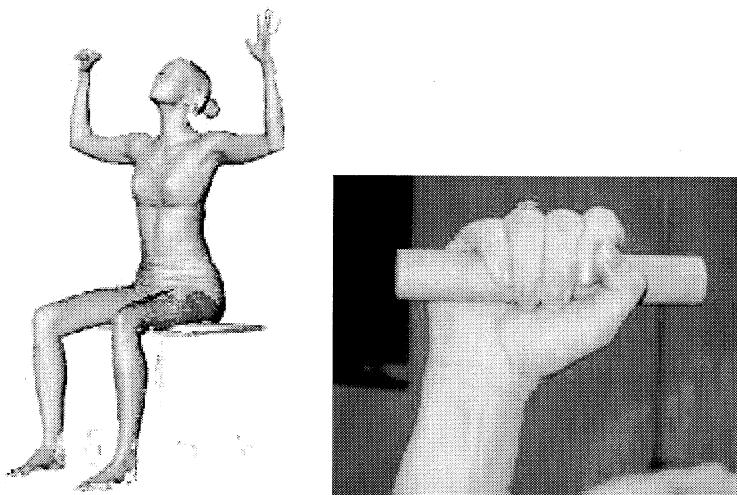


図3-4-19 CAESARプロジェクトの隠れ部位低減姿勢（左）と右手の状態（右）

(まっすぐ前方を見る状態よりも45度くらいのけぞらせる。ただし、このためにせすじの

弯曲が変わってしまってはいけない。)

調査者はマーカシールをはった木製のブロック（縦横高さ＝74 x36 x52 mm）を、被験者の殿部正中に接するように座面におく。

Development of Extraction of Characteristics from Three-dimensional Shape Data by FFD and its Methodology

Takashi OHYA¹,Matsutarou YOSHIOKA¹, Kazuo TSUCHIDA¹ & Toshimasa OZAKI¹

¹Research Institute of Human Engineering for Quality Life
2-5,1-chome,Dojima,Kita-ku Osaka 530-0003 Japan

Keywords: FFD, Three-dimensional Shape data, Distribution of Shape data

Summary: *Technological development is becoming necessary in order to make effective use of data collected to improve the intellectual foundation of human body shape data for use in product design. Today chairs have been integrated into Japanese people's lives without any classification judgments differentiating the shapes of chairs as having functions for use and functions for pleasure. Also, seat backs with functions that simultaneously enhance safety and make driving easy, are desirable in today's motorized society. This study is to illustrate the multidimensional distribution patterns for the three-dimensional shape data collected, typifying the distribution of shape data, then designing products conforming to the typical shape of each group. This paper describes the three-dimensional shape data analysis technology that will be needed for the techniques for typifying shape data.*

1. Introduction

The primary design condition for the back of a chair depends on how rationally the purpose of use and the height of the chair can be set. When the purpose of use and height of the chair have been determined, it is then possible to move into design processes such as arranging the conditions of the surrounding working environment to make it easy to work while seated. For a chair, the height of the desk with which it will be used as a set, and in the case of a car, the heights of the steering wheel and levers and the height of the sitting surface, greatly affect work efficiency and the physical condition of the human body; great care is therefore needed when determining these heights.

When a person sits at a low seat level, the entire body is stabilized, and the person can apply power to the fingertips, but his or her back tends to bend easily, and when the seat level has become too low, it is not very easy for the person using it to move into a standing position, the work range becomes quite narrow, and long-term work in the resulting posture places quite a heavy burden on the body.

When a person sits on a seat at a height level equivalent to the crural leg height or approximately one-quarter of the person's height, the upper body feels quite comfortable, but still, if the person does not tense the back muscles slightly in order to maintain correct posture, the back is very likely to become bent. To eliminate this tension, a stand of appropriate height to lean on should be set up in front of the person, or a backrest on which the person can lean should be prepared. Accompanying this, the work range becomes wider than when the person sits on a low-level seat, and active movement becomes possible.

When the height of the chair seat level becomes higher, and the buttocks are angled and positioned on the edge of the seat, the posture of the upper body will be quite good, but the burden on the lower limbs increases. Ease of work increases further, and shifting to the action of walking becomes easy.

Regarding the human body and ease of work, no matter what kind of chair is used, and no matter what the seat level height may be, if the chair lacks a back rest, some strain occurs in some part of the human body. So it is not desirable to use a chair without a back rest for long periods of time. When a person must use such a chair for a long time, the person is likely either to use some supplementary tool to stabilize the body, or to take an appropriate measure such as resting between periods of sitting.

Regarding the designing of chairs that conform to the shape of the human body, however, the basic dimensions that have become the standards for this can be found on the home page of Assistant Professor Kurokawa of Tokyo Mercantile Marine University.

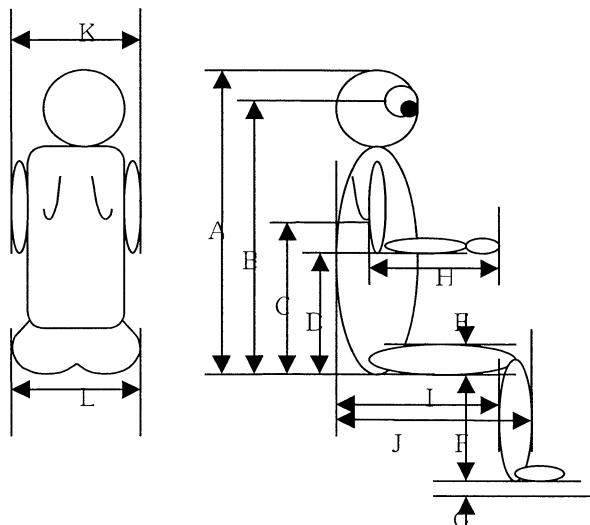


Fig.1 Home page of Assistant Professor Kurokawa of Tokyo
Mercantile Marine University.

A:Vertical distance from seat surface to top of head

B:Vertical distance from seat surface to eyes

C:Vertical distance from seat surface to lower part of scapula

D:Vertical distance from seat surface to lower part of elbow

E:Thickness of thigh

F:Vertical distance from back of knee to sole of foot

G:Thickness of footwear

H:Horizontal distance from rear part of elbow to knuckles of closed fist

I:Horizontal distance from SRP to back of knee

J:Horizontal distance from back to front of knee

K:Shoulder width (horizontal distance

between outer parts of arms when elbows

contact the sides of the body)

L:Width of buttocks (maximum width of buttocks when person sits with legs closed)

Even though typical chair manufacturers mostly use these human dimensions as the basis for their design dimensions, almost no design concepts conforming to body shape can be seen concerning chairs. As mentioned in the previous chapter, this can be considered to show that products conforming to the bodies of the elderly are not yet being designed.

The shape of the lumbar portion of the back as it contacts the back rest is considered important in ordinary chair design, but the shape of the upper part of the lumbar region of each individual person is almost never considered important. However, riding comfort and a relaxed feeling are

considered important for the seats of automobiles, airplanes, and Shinkansen trains. As mentioned above, an approach from the ergonomic viewpoint is needed, but methodology for grasping the shape factors has not yet been developed; therefore, typification of human characteristics is still within the range of dimensions and shapes. Therefore, characterization of shapes and the establishment of a methodology applicable to design are considered necessary.

2. Study of back shape modeling method

2.1 Modeling premise

The FFD method (Free Form Deformation Method) is a method of smoothing a shape in subjected space by setting control points in the space subject to deformation, and operating these control points. Assuming that there are 2 individuals, A and B, with different shapes, the relationship between the control points and the shape data points which characterize the individual is set as shown below.

$$\text{Number of control points} \geq \text{Number of shape data points}$$

The reason why a large number of lattice points (control points) is required is considered to be that this information is necessary to deform A to fit B. The National Institute of Bioscience and Human Technology (NIBH) has assumed, concerning the control points which make the distortion of deformation possible, that the number of control points for a foot is $N = (9,5,5) = 225$, and the number of control points for preparation of a dummy is $N = (7,6,10) = 420$. When we apply this NIBH know-how to the back, regarding the control points for the shape of the back, approximately $N = (5,3,7) = 105$ is sufficient, and $105/1.3 \approx 80$ will be sufficient as the total number of shape data control points.

It is necessary to obtain the lattice point movement vector using the following evaluation parameter, E, as shown below, in order to deform 2 objects to fit together while moving the lattice points (control points).

$$E = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \left\{ \begin{aligned} & [(C_{i,j,k} - C_{i-1,j,k}) - (D_{i,j,k} - D_{i-1,j,k})]^2 + [(C_{i,j,k} - C_{i+1,j,k}) - (D_{i,j,k} - D_{i+1,j,k})]^2 \\ & + [(C_{i,j,k} - C_{i,j-1,k}) - (D_{i,j,k} - D_{i,j-1,k})]^2 + [(C_{i,j,k} - C_{i,j+1,k}) - (D_{i,j,k} - D_{i,j+1,k})]^2 \\ & + [(C_{i,j,k} - C_{i,j,k-1}) - (D_{i,j,k} - D_{i,j,k-1})]^2 + [(C_{i,j,k} - C_{i,j,k+1}) - (D_{i,j,k} - D_{i,j,k+1})]^2 \\ & + w \sum_{n=1}^N (P_{on} - P_{tn})^2 \end{aligned} \right\} \quad (1.1)$$

Here, each of i, j and k is the number of lattice points in the X-axis, Y-axis, and Z-axis directions respectively, $C_{i,j,k}$ are the control point coordinates after moving, and $D_{i,j,k}$ indicates the initial position.

Note: An unique system of coordinates in which the vertical direction in the standing position condition is the Y axis, and the horizontal direction is the X axis, seems to have been adopted for human body measurement data. In this section, we have adopted the mathematical right-hand orthogonal coordinates system, and the vertical direction is shown on the Z axis. However, the mathematical coordinates system is not used in the software, and therefore the vertical direction is still shown on the Y axis. In this report, due to the relationship with software display, we use the idiomatic coordinates system, and it must be noted that, from the mathematical viewpoint, the vertical direction is the Z axis.

2.2 Number of shape data points and how to obtain them

It is necessary to determine the correspondence between bodies in order to obtain these shape data. In other words, characteristic points can be used to determine the correspondence between 2 individual bodies, A and B. But, according to the Human Engineering for Quality Life (HQL) Research Institute's back shape data, there are only 6 characteristic points: the cervical vertebra point, right acromion point, left acromion point, right angulus inferior scapula point, left angulus inferior

scapula point, and the gluteal process point. There are innumerable data points (point group data) in the back shape data. Some rational modeling is needed when considering the determination of correspondence between bodies using these point group data as if they were imaginary characteristic points. In other words, scientific knowledge, and experience in the determination of correspondences between bodies, are required in order to apply FFD. NIBH, which developed FFD, has the following basic ideas concerning modeling.

- ① Modeling covers all anatomical points.

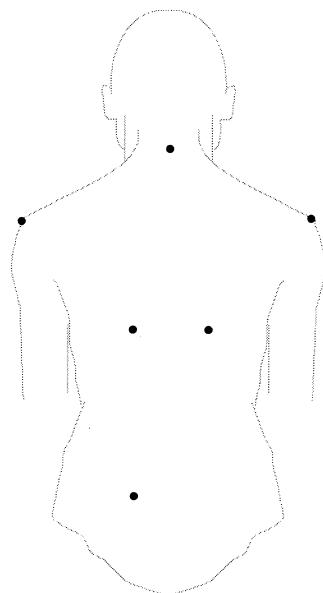


Fig.2 Characteristic points of the back

② Regarding the use of FFD, for example, these points are considered from the viewpoint of application of FFD when deciding on the application of FFD to designing the back of a chair.

③ A dense grouping of imaginary characteristic points is considered for any spot where there is both sharp curvature and unevenness.

④ The efficiency of work using this type of modeling must be considered.

⑤ Modeling is done to prevent topological characteristics from changing.

We also decided to do this development to determine correspondence between bodies according to these ideas. The simplest modeling method is that of obtaining imaginary characteristic points by dividing the sectional shape of the human body into horizontal slices according to a fixed rule.

As done in the consignment research for development for the upgrading of special-school vocational teachers in the 1999 fiscal year, the body is radially divided into individual cross-sections at various angles centering around each point of intersection of the plane of the cross-section and the median line or other standard line, and each point of intersection of this plane with the curve of the back cross-section, provides the newly-determined imaginary characteristic points. But the unneeded part of the back shape is eliminated, so the setting of imaginary characteristic points by line segment division provides greater work efficiency.

Therefore, if we can prepare imaginary characteristic points by equally dividing the curve of the cross-section obtained by planar cutting of the point group data for the human body, to create a certain number of imaginary characteristic points, we can then arrive at the subject of determination of cross-sectional shape. The curve cut directly by a plane from a three-dimensional polygonal mesh will be a polygonal line. This is because, when human body shape data are digitized, the body shape line becomes discontinuous points, and when a polygon is formed, a polygonal line phenomenon inevitably occurs. In other words, since the human body is constituted of smooth

planes, it is necessary to smooth out the curve directly obtained from the three-dimensional polygonal mesh. Also, when the modeling must be changed, it is necessary to smooth the curve again. To avoid such redundant operations, it is desirable to form the planes from the very beginning.

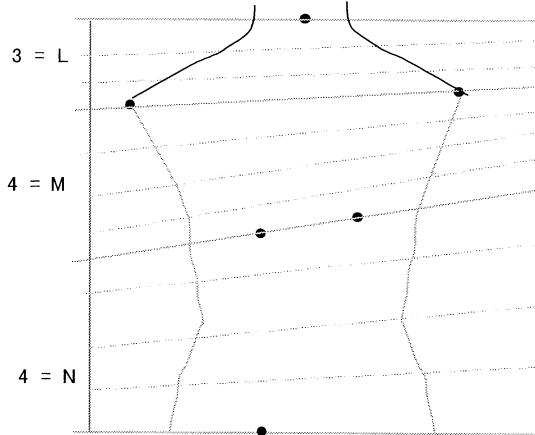


Fig.3 Modeling shapes

The following shows the scopes of final back-shape data for preparation of shape data for FFD.
 Top to bottom: Range from the horizontal cross-section passing through the cervical vertebra point to the horizontal cross-section passing through at hip height.
 Left to right: Range cut by the plane which passes through the acromion point and axillar point and is orthogonalized to the frontal plane.
 Forward and rearward: Entire range measured by VOXELAN.

2.3 Preparation of back shape model based on HQL data

Preparation of FFD input data is important for converting the three-dimensional shape model to numerical data, but the problem is that the work load increases. In this development, ease of labor is needed for actualization of the plan for which trial modeling was done in the previous section using the back shape data for approximately 30 persons of advanced age. Therefore, we reduced the work load by developing software for preparation of FFD input data. The following shows the main steps.

(1)Obtaining of luminance data and height data from sample data

Data for 30 men over the age of 65 were randomly extracted from the HQL data base, and the following data were obtained from the data for the back of the upper body of each man.

①Luminance data from "IDT" folder (*.idt)

②Height data from "DDT" folder (*.idt)

③Characteristic point coordinates (7th cervical vertebra point, acromion point, scapula lower angle point, hip height)

(2)Generation of 3D model data

The number of divisions of each "7th cervical vertebra - acromion line", "acromion - scapula line", and "scapula - hip line" sections are the numerical values defined in previous section. Although characteristic point data are not marked in the VOXELAN data, the system of coordinates based on these data is different from the system of coordinates based on the dxf file. Therefore, characteristic points were convoluted to the dxf file. By this, the cut planes could be convoluted to polygonal mesh.

(3)Generation of three-dimensional model division point data

Reading the subject model data (*.dxf) and carrying out conversion using "Mesh To Nurbs".

(4)Conversion of format to FFD input data format

- ① Convert the 3D model division point data format to the FFD input data format. Specify the input folder.
- ② Specify the output folder.
- ③ Specify the number of projection lines
- ④ Specify the number of divisions for each projection line.
- ⑤ Execute conversion.

Execute the conversion process after the data for ②- ⑤ have been input. In this way, the data for the positional coordinates which divided the cross-section segment into 10 equal parts by 12 cross-sectional lines, are obtained in the final back shape data domains shown below:

Top to bottom: Range from the horizontal cross section passing through the cervical vertebra point to the horizontal cross-section passing through the hip height
 Left to right: Range cut by the plane which passes through the acromion point and axillar point and is orthogonalized to the frontal plane
 Forward and rearward: Entire range measured by VOXELAN.

3. Calculation of shape data distribution diagram using FFD method

3.1 Shape data

In order to apply the data obtained to FFD, it is necessary to convert the data format to what is called "Movie.byu". Triangular connections are made based on the coordinates of the division points, and converted to "Movie.byu" format. (http://www.cica.indiana.edu/graphics/object_specs/BYU.format.txt) At this time, we carried out processing of the picture image cut out as-is without carrying out any modification such as rotation axial translation. To obtain this shape data, we used the Viewer software (D'arcy β version) now being developed by NIBH.

3.2 Shape data distribution diagram

(1)"Multidimensional measure" method

The commonly used "major components analysis" method develops a structure between given variables, and creates composite variables using a linear equation, maximizing the dispersion of composite variables, and obtaining the eigen vector for the maximum eigen value. Therefore, the "major components analysis" method derives a significant answer from given variables, and if the variables used are biased or inappropriate, an erroneous answer results.

On the other hand, unlike the "major components analysis" method, the "multidimensional measure" method considers the distance between forms of shape data to be 1 object, and finds the structure in a group of measurements showing the distances between objects. However, it is necessary to search for the factors that regulate structure, the degree of freedom increases, and the interpretation of each axis which regulates variables is complicated.

We used the "multidimensional measure" method in this study, because the purpose was to obtain the characteristics of the aged. Kruskal's STRESS index was used to evaluate the adaptability of distance by simple regression. As the STRESS value increases, adaptability becomes lower. In other words, a large STRESS value means adaptability is poor, and a STRESS value of zero shows perfect adaptability. Another index used was RSQ, the squared coefficient of the correlation between distance shown by actual data and the distance obtained from a structured model. The RSQ value is also an influential index for understanding adaptability. In this study we have made judgments using RSQ values.

(2)Derivation of axis by multidimensional measure method

Assuming the values of the coordinates on coordinate axis "a" after $i, j, k-th$ deformation to be $C_{i,j,k,a}$, and assuming the values of the coordinates on coordinate axis "a" at the initial position of the control lattice point to be $D_{i,j,k,a}$, the distance, N , between forms is defined as follows.

$$N = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^M \sum_{k=1}^N \sqrt{\left(\sum_{a=1}^3 (C_{i,j,k,a} - D_{i,j,k,a})^2 \right)} \quad (1.2)$$

In this modeling, however, the control lattice point does not change. The inter-form distance $N_{A \rightarrow B}$ from the viewpoint of form A can be obtained by substituting the values of the coordinates for form A into the inter-distance matrix $D_{i,j,k,a}$ of form B . At this time, $N_{A \rightarrow B} = N_{B \rightarrow A}$. Only the differences between forms can be handled. The following diagonal matrix is produced.

Table 1. Inter-distance matrix

ID	A1	A2	O22	O23
A1	0.0	1360.2	764.0	1123.6	900.7
A2	1360.2	0.0	842.1	662.3	842.4
.	764.0	842.1	0.0	637.6	504.4
.	1123.6	662.3	637.6	0.0	1102.1
.	1525.4	1142.2	1170.0	1263.8	0.0
.	1599.4	1028.8	1102.1	1104.6	566.2
O23	1482.6	650.9	871.2	796.8	1041.0
				1041.0	864.3
					0.0

Using equation (1.2), $N_{A \rightarrow B} \neq N_{B \rightarrow A}$, and expanded and contracted inter-form matrices will be created. It is necessary to note that this study describes a special case in which individuals can correspond with each other by modeling without crossing positions.

We used the multidimensional measure method with this inter-distance matrix. First, we lowered the number of structuring dimensions from five, one step at a time.

a. When there are five structuring dimensions, RSQ = .98282.

Using five factors, we can explain 98.2%, and the correlation coefficient for the explanation will be the root of 0.98282 = 0.9914.

Table 2 Result of 5 structuring dimensions

Stimulus Number	Stimulus Name	1	2	3	4	5
1	A1	.4441	-2.7229	-1.0308	.1165	.6679
2	A2	.5724	.3008	1.0400	.8885	.9297
3	A3	.5003	-1.1115	-.3965	.5042	-.1208
4	A4	.8430	.0753	-.3840	-.1186	.9024
5	A5	1.2014	-.9967	-.5307	1.0842	.0888
6	A6	.5958	-.7890	.7752	.7281	-1.5681
7	A7	1.2949	-.0698	.8680	-.4812	-.0623
8	A8	-.3426	-1.1263	1.0271	-.0645	.3989
9	A9	1.1597	-1.0215	-.4654	-.6154	.8860
10	O1	.6312	2.5668	-.5091	.2294	-.0283
11	O2	-.3318	-.2354	.2445	.5181	-.8255
12	O3	-.7354	-1.4875	.1548	-1.4746	.0872
13	O4	2.7437	.6503	.0453	-1.7210	-.6993
14	O5	2.9705	1.2011	.1908	.2506	-.7035

15	O6	-3.3290	1.2150	-.6113	-.6427	-.3789
16	O7	-1.5331	.1745	-2.0760	-.1452	-.5727
17	O8	.6550	-1.1587	.4931	-1.1917	-.1142
18	O9	.8250	1.0711	-.8704	-.7031	-.2557
19	O10	-1.7171	-1.3542	.3583	-.3732	-.6596
20	O11	-.4059	.5142	-.1743	1.0696	.2523
21	O12	-.4336	-.5820	-1.5377	.5437	-.3391
22	O13	.6855	.3935	1.1314	-.3538	.2310
23	O14	1.3841	-.5438	.6148	.2721	.4938
24	O15	-3.2973	.5073	.7483	-.3460	.0555
25	O16	.9134	1.0360	-1.3536	-.8860	.5006
26	O17	1.5485	.9023	-.0566	.7090	.8777
27	O18	.1961	1.3514	.5020	.0682	.3030
28	O19	-3.0316	.6425	-.1622	.2862	.7630
29	O20	-.3015	-.7649	-.5462	1.2923	-.5879
30	O21	-2.1020	-.1020	1.1345	-.2454	.2514
31	O22	-1.6964	.5654	.6964	-.0022	-.4636
32	O23	.0926	.8984	.6802	.8042	-.3097

b. When there are four structuring dimensions, RSQ = .96853

Using four factors, we can explain 96.8%, and the correlation coefficient for the explanation will be the root of 0.96853 = 0.9841.

Table 3 Result of 4 structuring dimensions

Stimulus Number	Stimulus Name	1	2	3	4
1	A1	.4058	-2.4936	-.9995	.0165
2	A2	.5497	.2818	1.0831	.9109
3	A3	.4407	-1.0079	-.3925	.4296
4	A4	.8419	.0747	-.5404	-.2889
5	A5	1.0813	-.9116	-.5559	.9172
6	A6	.5368	-.8718	.9964	1.1770
7	A7	1.1587	-.0712	.7880	-.4494
8	A8	-.3204	-1.0512	.9272	-.1315
9	A9	1.0890	-.9865	-.4934	-.7398
10	O1	.5696	2.3209	-.4289	.2281
11	O2	-.3479	-.2413	.2499	.7082
12	O3	-.6746	-1.3371	.1673	-1.3269
13	O4	2.5014	.6126	.1446	-1.5969
14	O5	2.7145	1.1235	.2014	.2857
15	O6	-3.0221	1.1285	-.5012	-.5480
16	O7	-1.4039	.1874	-1.9182	-.1120
17	O8	.5788	-1.0447	.4716	-1.0721
18	O9	.7464	.9970	-.7573	-.6363

19	O10	-1.6004	-1.2568	.3409	-.3735
20	O11	-.3723	.4777	-.2253	.9448
21	O12	-.4018	-.5147	-1.4273	.4609
22	O13	.6137	.3516	1.0263	-.3617
23	O14	1.2767	-.5309	.5730	.1790
24	O15	-2.9707	.4696	.6647	-.3446
25	O16	.8441	.9642	-1.2102	-.8577
26	O17	1.4693	.8913	-.1369	.7206
27	O18	.1778	1.2337	.4703	.0246
28	O19	-2.7916	.6275	-.1902	.2058
29	O20	-.2960	-.7042	-.5924	1.2009
30	O21	-1.9040	-.0854	1.0105	-.2808
31	O22	-1.5596	.5312	.6462	-.0084
32	O23	.0691	.8359	.6082	.7185

c. When there are three structuring dimensions, RSQ = .92015.

Using three factors, we can explain 92%, and the correlation coefficient for the explanation will be the root of 0.92015 = 0.9594.

Table 4 Result of 3 structuring dimensions

Stimulus Number	Stimulus Name	1	2	3
1	A1	.3243	-2.1767	.9227
2	A2	.4836	.2877	-1.1920
3	A3	.3741	-.9216	.3596
4	A4	.7425	.0827	.5020
5	A5	1.0102	-.9180	.6020
6	A6	.4674	-.8622	-1.2480
7	A7	1.0370	-.0811	-.7269
8	A8	-.3235	-.9292	-.7913
9	A9	.9803	-.9317	.5838
10	O1	.5122	2.0653	.3227
11	O2	-.3633	-.2279	-.4515
12	O3	-.7092	-1.5181	-.0916
13	O4	2.5231	.6291	-.1179
14	O5	2.4119	.9514	-.2032
15	O6	-2.6875	1.0621	.4088
16	O7	-1.2538	.2283	1.6702
17	O8	.5426	-1.1397	-.5463
18	O9	.6834	.9259	.7472
19	O10	-1.4589	-1.0829	-.2781
20	O11	-.3961	.6353	.3183

21	O12	-.3771	-.4135	1.3093
22	O13	.5370	.3132	-.9272
23	O14	1.1194	-.4726	-.4909
24	O15	-2.6304	.4717	-.5670
25	O16	.7759	.9107	1.2027
26	O17	1.3481	.8653	.1005
27	O18	.1485	1.0873	-.4183
28	O19	-2.4533	.6233	.1442
29	O20	-.3240	-.7559	.9008
30	O21	-1.7119	-.0303	-.8429
31	O22	-1.3774	.5012	-.5428
32	O23	.0446	.8207	-.6591

d. When there are two structuring dimensions, RSQ = .83987.

Using two factors, we can explain 84%, and the correlation coefficient for the explanation will be the root of 0.83987 = 0.9164.

Table 5 Result of 2 structuring dimensions

Stimulus Number	Stimulus Name	1	2
1	A1	.2648	-1.9690
2	A2	.6340	.6223
3	A3	.3135	-.8173
4	A4	.6833	.1004
5	A5	.8848	-.8503
6	A6	.4944	-1.1233
7	A7	.9929	-.0507
8	A8	-.2965	-.9337
9	A9	.8750	-.8201
10	O1	.4476	1.7679
11	O2	-.3418	-.2443
12	O3	-.6430	-1.2492
13	O4	2.1392	.5148
14	O5	2.0672	.7435
15	O6	-2.3044	.9075
16	O7	-1.5681	.3748
17	O8	.5024	-.9886
18	O9	.6238	.9028
19	O10	-1.2600	-.8942
20	O11	-.3411	.5451
21	O12	-.4878	-.7976
22	O13	.5945	.4417
23	O14	1.0039	-.3849

24	O15	-2.2584	.4463
25	O16	.7559	1.0832
26	O17	1.1511	.7053
27	O18	.1532	.9539
28	O19	-2.0659	.5647
29	O20	-.3295	-.8561
30	O21	-1.5535	.0345
31	O22	-1.1947	.4759
32	O23	.0632	.7949

However, when there are only two factors, the possibility of occurrence of information loss due to explanation variables is high. The larger the number of explanation variables, the smaller the information loss, but determining significant variables becomes more difficult.

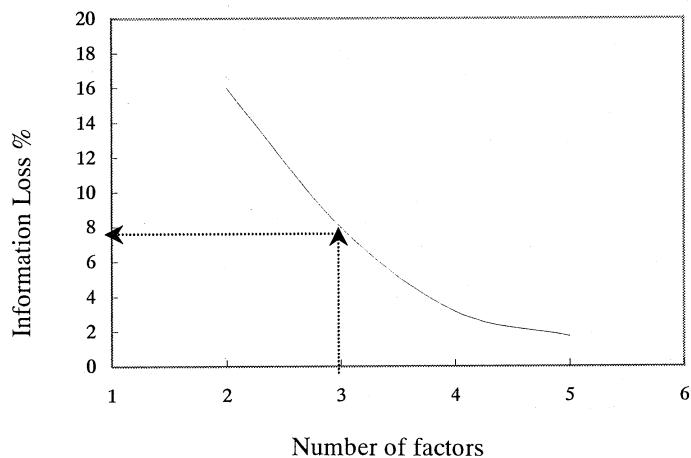


Fig.4 Determination of the number of explanation variables

In this study, the amount that can be explained by two factors is 84%; when we use three factors, the amount that can be explained increases by 8%, to 92%. After this, even if the number of factors is increased, each factor improves the amount of explanation by only 4%. The number of data items is 32, so 90% is sufficient for the confidence section; we therefore selected 3 factors.

4. Discussion and Results

4.1 Shape data distribution diagram

We plotted a scatter diagram of the data according to the "multidimensional measure" method. Along the first axis, the negative values are large, and the greater the absolute value, the more remarkable are the characteristics of the aged. The same trend was seen along the second axis. When making the graph, we plotted the data as coordinates, then defined the axes as coordinates. In the "multidimensional measure" method, the scatter diagram shows the structure between 3 objects, with the assumption that the inter-form distances between the shape data are 3 objects. Therefore, complicated work was done after the scatter diagram showing the existence of factors regulating the structure was obtained. If the scatter diagram dots are clumped together, this indicates a problem with the data creation method.

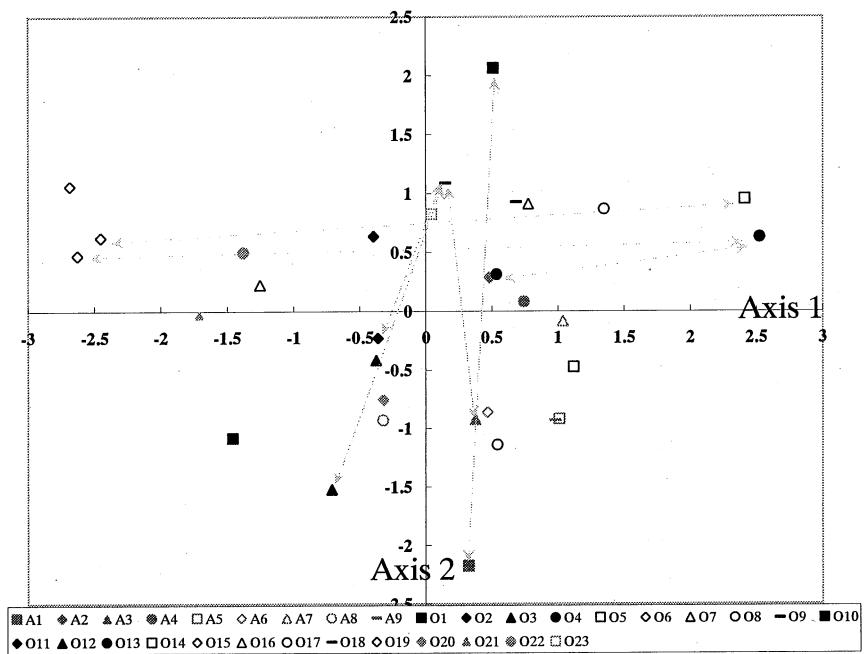


Fig.5 Scatter diagram Axis1 v.s. Axis2

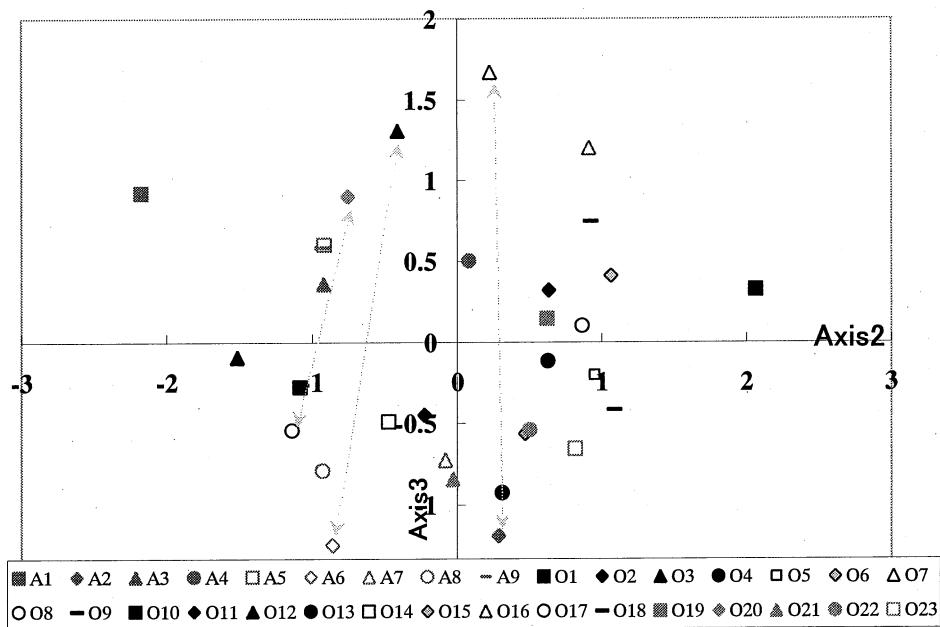


Fig.6 Scatter diagram Axis2 v.s. Axis3

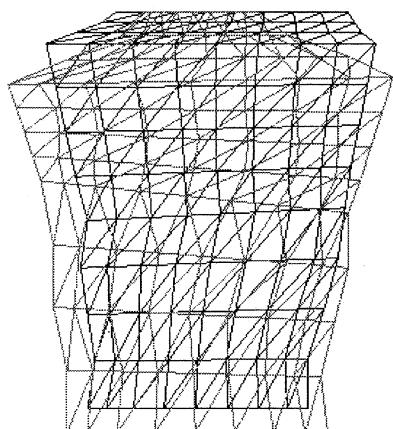
As will be mentioned in the next section, we extracted the characteristics concerning these axes from the scatter diagram, and then compared them with the data.

4.2 Interpretation of shape data distribution axes by FFD method

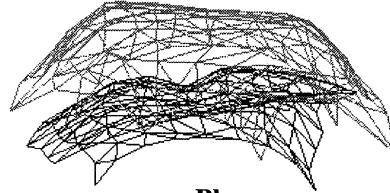
(1) Specification of first axis

It is necessary to specify the meanings of the numerical value axes by the multidimensional measure method which structures inter-form distances by the FFD process, based on 32 cases of characteristic point shape cross-sectional coordinates for the aged. It is appropriate to do visual comparison of individuals for which the forms are far apart, and specifying each axis is the first step. Therefore, we used 3 comparison diagrams for $|O4-O15|=5.1535$, $|O5-O19|=4.8652$, and $|O4-A2|=3.0067$, in order to understand the characteristics of inter-form distances shown by the scatter diagram.

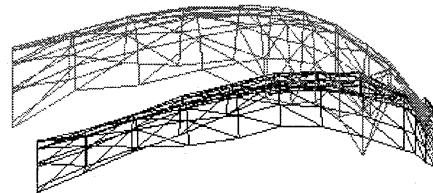
Body: O4- O15



Back

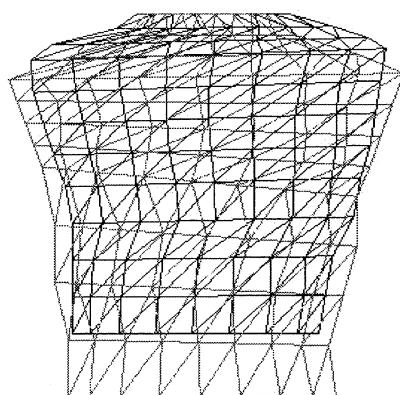


Plane

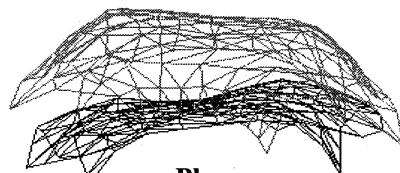


Side

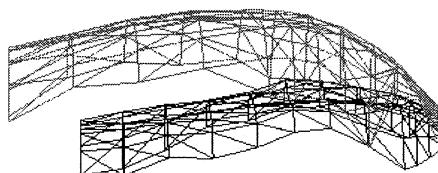
Body: O5- O19



Back



Plane



Side

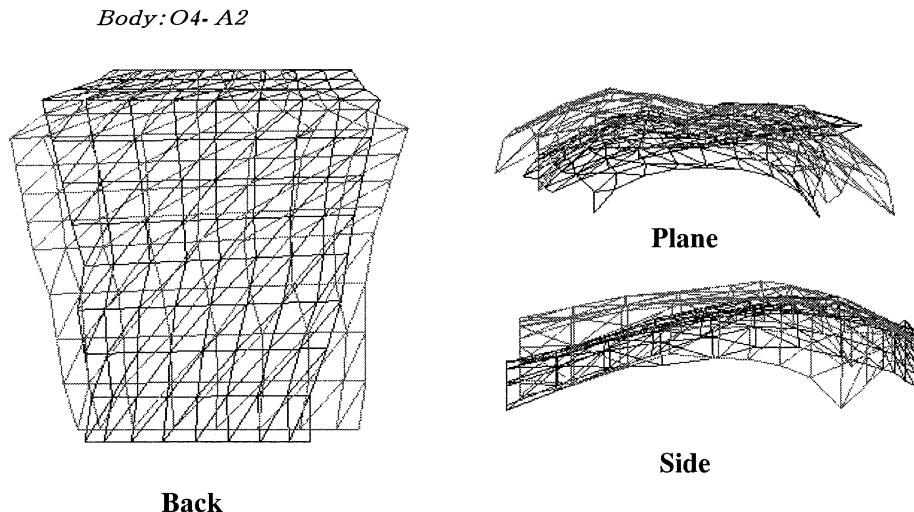


Fig.7 Modeling shapes (3-model comparison diagram)

The characteristics shown in the drawings for these 3 individuals are that the straight line connecting the scapulae is no longer horizontal relative to the plane figure, and that it is also visually evident that two individuals standing in the upright position show 2 different postures, one bent forward and one bent backward as seen from the side view; in other words, the fact that the postures of these individuals are not at a right angle to the "camera", and the fact that their postures are bent, are mutually independent factors, and it is impossible to handle these simultaneously.

Therefore, we have assumed the vertical axis to be the primary axis showing the characteristics of the aged, and the angle relative to the horizontal axis formed by the straight line connecting the cervical vertebra point and lumbar vertebra point is assumed to indicate the degree of bending. Also, in the coordinates system used for this analysis, we assumed the vertical direction of the upper back to be the Y axis, the direction toward the right side of the back to be the X axis, and the depth (front-back) direction to be the Z axis. However, the characteristic point file of the VOXELAN data in HQL, lacks some of the values on Z axis; therefore, not all angles can be obtained analytically, so some angles must be obtained by geometric construction. The most accurate method is to output the shape data on paper, and connect 2 points, the cervical vertebra point and the lumbar vertebra point, to obtain the angle, but this method has the disadvantage of inferior work efficiency.

Work efficiency can be improved and work time can be shortened if the *.geo data output by polygon viewer software (Darcy) can be processed as it is output, so we obtained the angles using the Visual graphic tool (Viso 2000) used for preparation of flow charts, block diagrams, schedule tables, etc.

When a straight line connecting the cervical vertebra point and lumbar vertebra point is drawn on Viso 2000, the angle of the line, relative to the horizontal axis, can be obtained. At this time, we assumed that when the right side of the line is higher than the horizontal axis, the angle is indicated as a positive value, and when the right side of the line is lower than the horizontal axis, the angle is indicated as a negative value. To obtain the angle of the line relative to the horizontal axis, we rotated the line 90° counterclockwise.

The next table shows the summarized correlation results concerning axis 1, obtained using the multidimensional measure method from the shape data for 32 samples. The correlation coefficient of the numerical values for axis 1 with the angle of the line rotated 90° relative to the horizontal axis, is 0.894, which is extremely high. Therefore, these results are considered to prove the hypothetical rationality of the fact that postural bending is shown more clearly by the structure on axis 1 than by

the fact that the straight line connecting the scapulae is no longer horizontal in the plane figure. When we studied the factors that must be considered to increase the correlation coefficient slightly, we found that we could not expect any drastic increase of the correlation coefficient; therefore, the forward bending angle, which is a clear factor, has been determined as the explanatory variable for axis 1.

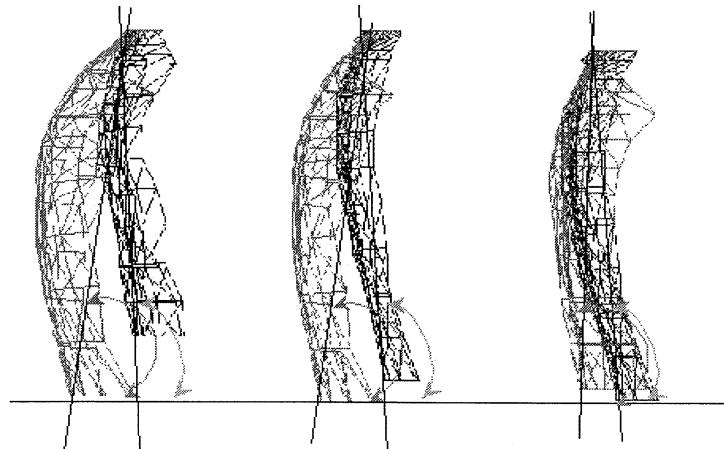


Fig. 8 Comparison of model shapes and bending angles, in side view

Table 6 Comparison of first axis and bending angles

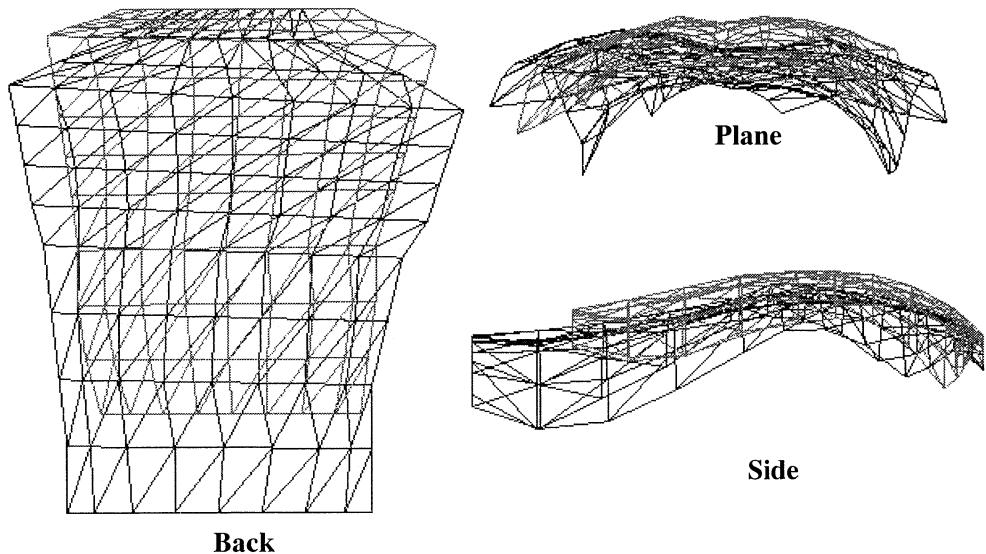
	Axis1	Value	Angle		Axis1	Value	Angle
A1	0.3243	0.0000	90.0000	O8	0.5426	1.2060	91.2060
A2	0.4836	-3.8460	86.1540	O9	0.6834	-0.8681	89.1319
A3	0.3741	-2.0025	87.9975	O10	-1.4589	-5.4576	84.5424
A4	0.7425	-1.1233	88.8767	O11	-0.3961	-5.6359	84.3641
A5	1.0102	-3.0822	86.9178	O12	-0.3771	-3.4682	86.5318
A6	0.4674	-2.4263	87.5737	O13	0.5370	0.0000	90.0000
A7	1.0370	-0.6548	89.3452	O14	1.1194	0.6662	90.6662
A8	-0.3235	-3.7395	86.2605	O15	-2.6304	-9.3295	80.6705
A9	0.9803	2.4293	92.4293	O16	0.7759	2.9038	92.9038
O1	0.5122	-3.6619	86.3381	O17	1.3481	-2.6368	87.3632
O2	-0.3633	-6.1592	83.8408	O18	0.1485	-1.9220	88.0780
O3	-0.7092	-5.2503	84.7497	O19	-2.4533	-10.4160	79.5840
O4	2.5231	4.1149	94.1149	O20	-0.3240	-5.3977	84.6023
O5	2.4119	1.6135	91.6135	O21	-1.7119	-9.0476	80.9524
O6	-2.6875	-16.0443	73.9557	O22	-1.3774	-7.8831	82.1169
O7	-1.2538	-7.5946	82.4054	O23	0.0446	-5.4836	84.5164

Coefficient 0.8947

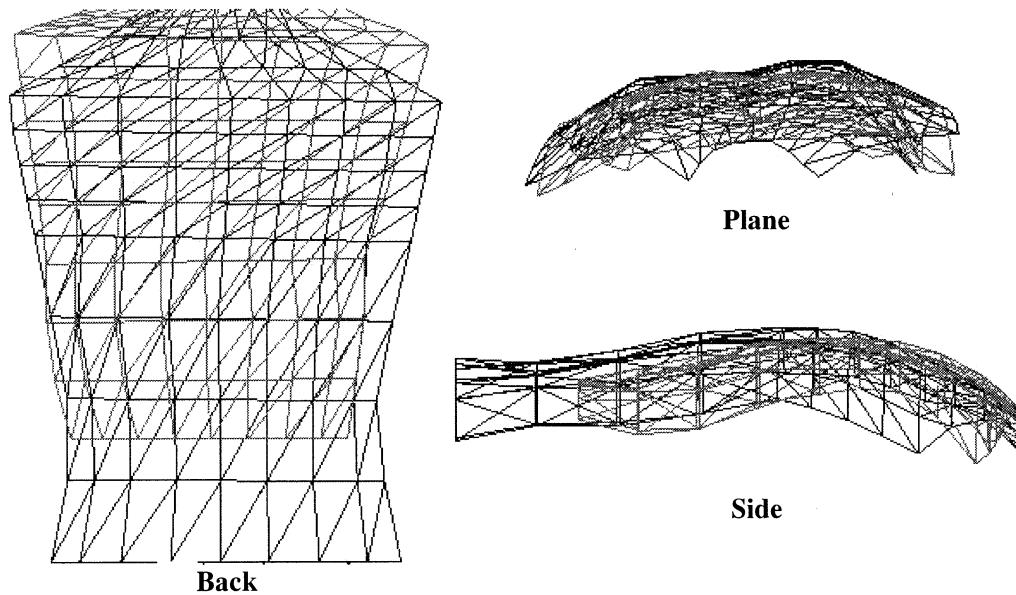
(2) Specification second axis

We did quantitative specification of the second axis by visual observation of the forms for 2 individuals, which were separated by a considerable distance, while reconsidering the factors. We selected 4 individuals for which inter-form distance values were $|O1-A1|=4.2420$, $|O3-O18|=2.6054$, $|A1-O18|=1.9837$, and $|O2-O18|=1.3152$.

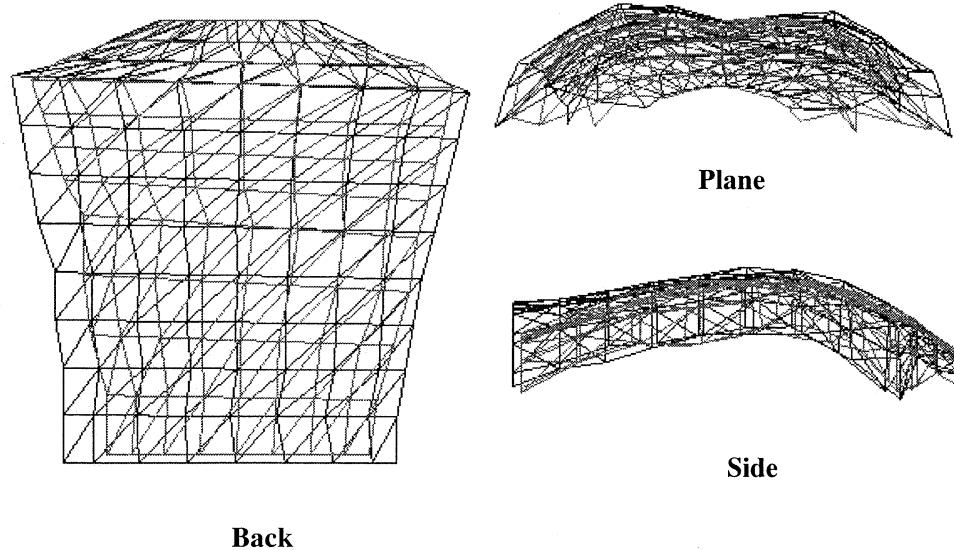
Body: O1- A1



Body: O3- O18



Body:O2-O18



Body:A2-O6

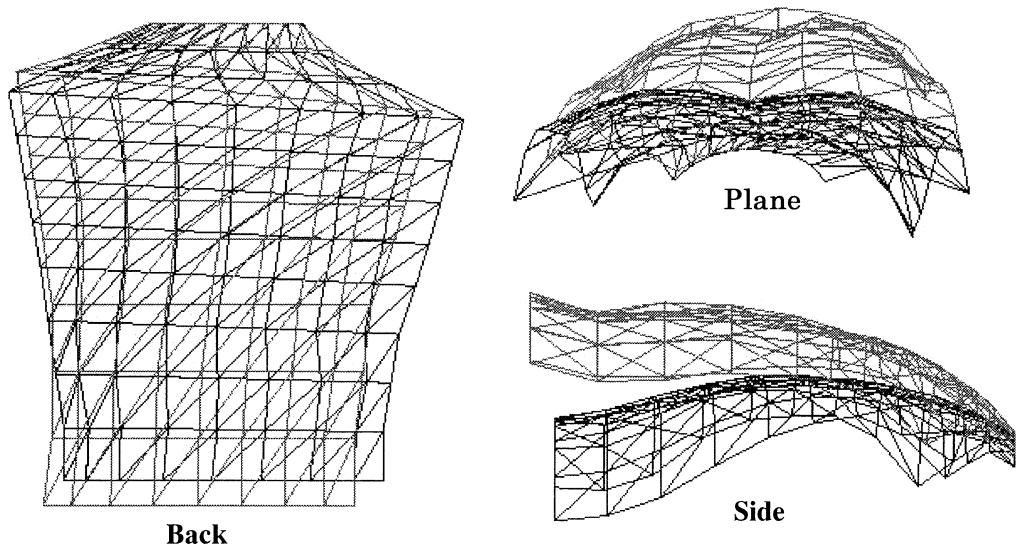


Fig.9 Modeling shapes (4-model comparison diagram)

Each of the 3 axes obtained by the multidimensional measure method is independent, and it is not necessary to consider the condition of the side view analyzed in the previous section, so we can limit the study subjects to the plane figure and rear view. The straight line connecting the scapulae in the rear view is no longer horizontal, as in the example given for axis 1, although the great difference in size between the 2 individuals is considered to be the more remarkable characteristic. Therefore, we decided to observe the correlation between these characteristics and the measurement which quantitatively shows the size of the difference between individuals. It is necessary to carry out graphic integral computation to calculate the area, although we consider that the area cannot be used at the design stage. Therefore, we selected the distance between the two shoulder processes (shoulder width) and the dimension of body length below the cervical vertebra point, as the factors to be used.

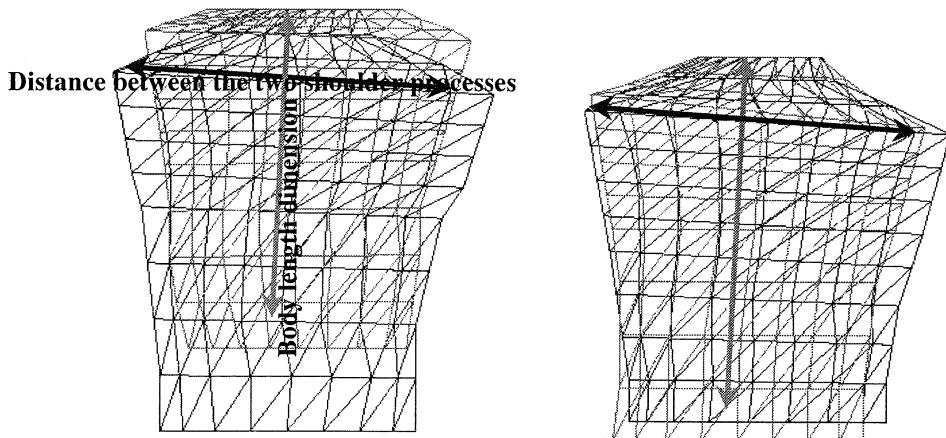


Fig. 10 Definition of measures showing differences between individuals

Concerning the distance between the two shoulder processes (shoulder width) and the dimension of body length below the cervical vertebra point (height), segmented as shown in the diagram, the latter can be calculated using a characteristic point file, although because the characteristic point file is not complete concerning the former, it is necessary to obtain the distance directly from the coordinates of each of the 2 points. We used Visual Graphic Tool (Viso 2000) the same as that used in the previous section, in order to obtain these coordinates easily.

We assumed the coordinates of the left end shoulder process to be (x_1, y_1) , those of the right end shoulder process to be (x_2, y_2) , those of the cervical vertebra point to be (x_3, y_3) and those of the center of the body to be (x_4, y_4) , and we obtained the height from either the shoulder width line or the cervical vertebra point, using $\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ and $\sqrt{(x_3 - x_4)^2 + (y_3 - y_4)^2}$.

We obtained 5 correlations between Axis 2 and: shoulder width, height, shoulder width plus height, shoulder width times height, and ratio of shoulder width and height. The correlation coefficients for both shoulder width + height, and shoulder width x height, were 0.7, indicating high correlation. But indication of dimensions is commonly done for measurement of the human body, and the correlation coefficients are roughly equal; therefore we used the correlation coefficient for shoulder + height, which can be more easily understood than area, as the factor for Axis 2. In other words, even though back area is used as the factor for analysis, we selected shoulder width + height for practical use because the confirmation of differences between individuals cannot be done using area.

Table 7 Data and correlation coefficients

	Axis2	Shoulder width	Height	Sum	Multiply	Ratio
A1	-2.1767	62.1	70.0	132.1	4349.7	0.8866
A2	0.2877	59.0	58.1	117.1	3430.2	1.0160
A3	-0.9216	60.1	60.0	120.1	3607.2	1.0014
A4	0.0827	59.0	62.1	121.1	3664.4	0.9502
A5	-0.9180	61.5	59.5	121.0	3659.9	1.0335
A6	-0.8622	59.6	53.0	112.6	3157.6	1.1240
A7	-0.0811	58.5	60.0	118.6	3514.0	0.9750
A8	-0.9292	62.0	63.5	125.5	3939.3	0.9764
A9	-0.9317	56.0	67.5	123.5	3781.0	0.8297
O1	2.0653	53.5	56.5	110.0	3025.0	0.9469
O2	-0.2279	60.0	59.0	119.0	3542.0	1.0175
O3	-1.5181	55.5	72.0	127.5	3997.0	0.7709
O4	0.6291	50.0	61.8	111.8	3089.6	0.8092
O5	0.9514	52.5	54.1	106.7	2843.0	0.9709
O6	1.0621	54.7	64.1	118.8	3506.5	0.8542
O7	0.2283	57.3	63.1	120.4	3614.9	0.9087
O8	-1.1397	58.5	66.5	125.0	3891.3	0.8797
O9	0.9259	50.0	60.5	110.5	3026.1	0.8262
O10	-1.0829	56.5	65.5	122.0	3702.3	0.8625
O11	0.6353	57.0	57.5	114.5	3279.1	0.9911
O12	-0.4135	56.5	61.1	117.6	3454.0	0.9243
O13	0.3132	54.5	60.0	114.5	3271.2	0.9087
O14	-0.4726	59.6	60.1	119.7	3581.1	0.9903
O15	0.4717	58.5	65.0	123.5	3805.5	0.8999
O16	0.9107	54.1	62.5	116.6	3380.3	0.8645
O17	0.8653	56.0	59.1	115.1	3307.0	0.9483
O18	1.0873	55.5	58.0	113.5	3221.4	0.9565
O19	0.6233	58.1	65.0	123.1	3777.8	0.8928
O20	-0.7559	56.6	58.0	114.6	3285.2	0.9754
O21	-0.0303	57.6	64.0	121.6	3683.6	0.8993
O22	0.5012	56.5	60.0	116.5	3390.0	0.9417
O23	0.8207	52.5	56.5	109.0	2966.3	0.9292
Coefficient		-0.6332	-0.5041	-0.7190	-0.7211	-0.0310

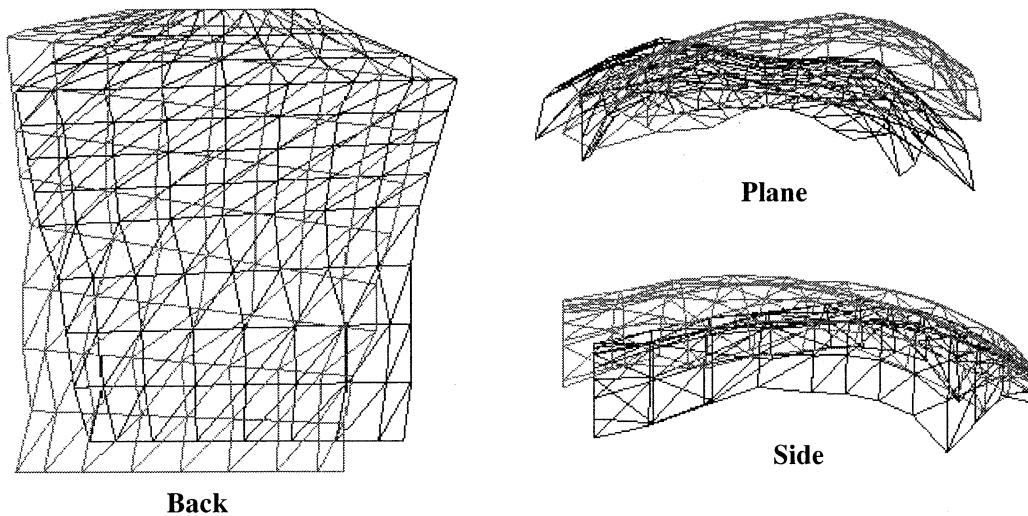
The dimensions obtained using the graphics tool are scaled down and differ from actual dimensions, so correction of these dimensions is necessary. For this, we obtained the magnifications by comparing the distance between the "y" axis of the lumbar vertebra cut line, and the coordinates of the cervical vertebra point, selected from among the characteristic points,

compared this with height, and converted the dimensions obtained by the graphics tool to actual dimensions. We assumed the A1 data to be irregular values, and obtained the converted values for 31 points. As the result of specification of the second axis based on the magnifications obtained from the above diagram, we obtained a correlation coefficient of 0.72.

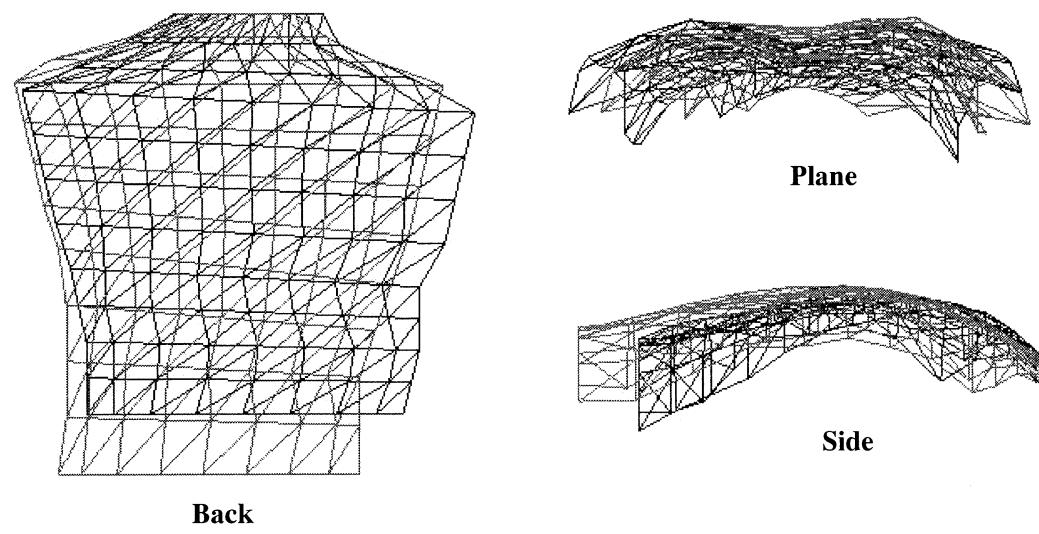
(3) Specification of third axis

We did quantitative specification of the third axis by visual observation of the forms for individuals which were separated by a considerable distance, while reconsidering the factors. We did this study based on 3 comparison diagrams in which individual inter-form distances were $|A2-O7|=2.8622$, $|A6-O12|=2.5573$, and $|O8-O20|=1.4471$, respectively.

Body:A2- O7



Body:A6-- O12



Body: O8-O20

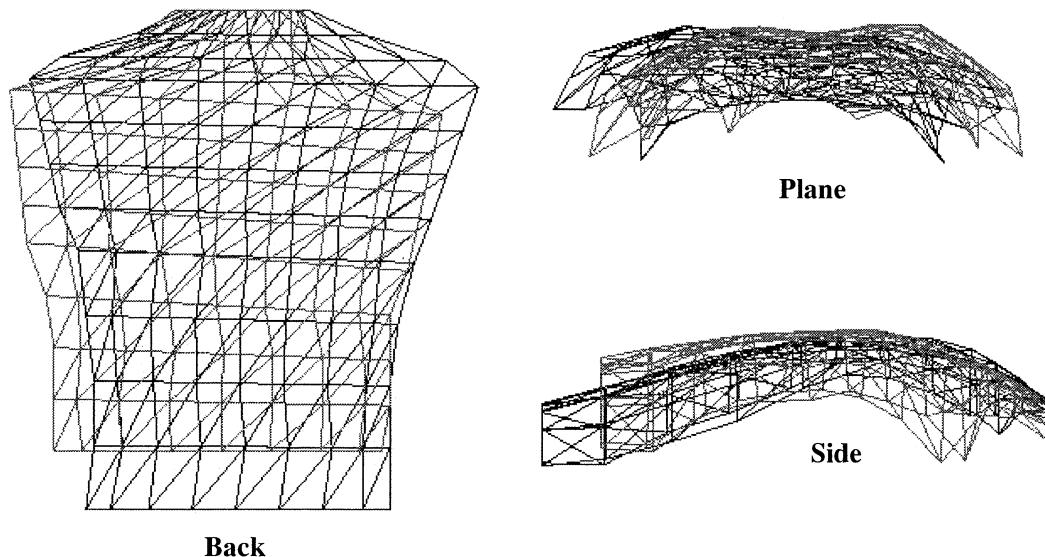


Fig.11 Modeling shapes (3 comparison diagrams)

Just as for the characteristics shown for the first axis and second axis, it must be realized that the straight line connecting the scapulae is no longer horizontal in the plane, as in the following diagrams. It must also be noted that the median line has shifted to the right or left.

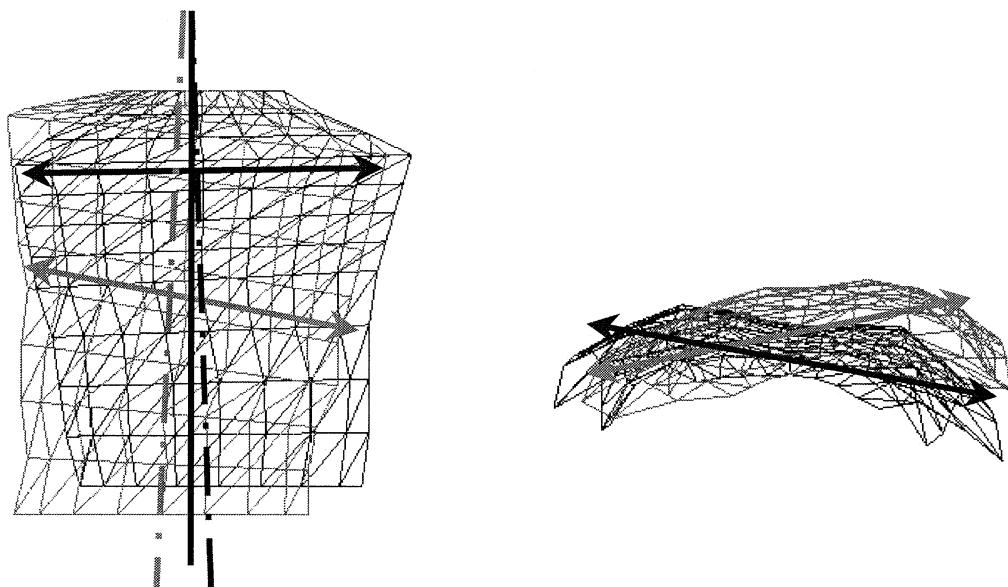


Fig. 12 Extraction of factors for third axis

Therefore, when the straight line connecting the scapulae is no longer horizontal in the plane, we obtain the angle formed by the straight line connecting the scapulae, and a horizontal line, as the measurement to be used, in the same way as for axis 1, and observe the correlation. Also, concerning the shifting of the median line to right or left, if the shift is somewhat influenced by the

angle formed by the median line and the straight line connecting the scapulae, we can use this angle to specify the shift. If the angle has no influence, we can simplify the factors by using only the shift between the third axis and median line as the measurement.

①Correlation with angle

The angles formed by the straight line connecting the scapulae, and a horizontal line, and the rotation angle of the median line, in other words, body axis relative to a horizontal line or vertical line, were indicated, and the individual correlations between these were observed.

Table 8 Result of correlations between angles

	Axis3	Left shoulder		Right shoulder		Cervical point		Bottom point		Body axis angle	Eccentric angle
		x	y	x	y	x	y	x	y		
A1	0.9227	169.0	168.5	231.0	165.0	200.0	179.0	197.5	109.0	87.95	-3.23
A2	-1.1920	172.5	167.5	231.5	169.5	200.0	179.0	203.5	121.0	93.45	1.94
A3	0.3596	171.5	170.0	231.5	166.5	200.0	179.0	198.5	119.0	88.57	-3.34
A4	0.5020	171.0	171.0	230.0	170.0	199.0	178.5	202.5	116.5	93.23	-0.97
A5	0.6020	169.5	169.5	231.0	169.0	201.0	179.0	200.0	119.5	89.04	-0.47
A6	-1.2480	171.5	169.0	231.0	166.0	201.5	179.0	201.0	126.0	89.46	-2.89
A7	-0.7269	172.5	169.5	231.0	171.5	202.5	178.5	204.5	118.5	91.91	1.96
A8	-0.7913	171.0	166.0	233.0	164.5	202.0	178.5	203.5	115.0	91.35	-1.39
A9	0.5838	172.5	170.0	228.5	169.0	201.0	179.0	200.0	111.5	89.15	-1.02
O1	0.3227	174.0	175.0	227.5	173.5	201.0	179.0	199.5	122.5	88.48	-1.61
O2	-0.4515	171.0	171.5	231.0	169.5	201.0	179.0	201.0	120.0	90.00	-1.91
O3	-0.0916	173.5	167.0	229.0	166.0	200.0	178.5	201.0	106.5	90.80	-1.03
O4	-0.1179	177.5	174.0	227.5	174.0	206.0	179.0	200.0	117.5	84.43	0.00
O5	-0.2032	174.5	171.5	227.0	173.5	202.0	179.0	198.5	125.0	86.29	2.18
O6	0.4088	172.5	172.5	227.0	167.5	199.5	179.0	196.5	115.0	87.32	-5.24
O7	1.6702	171.5	175.0	228.5	169.0	197.5	179.0	194.5	116.0	87.27	-6.01
O8	-0.5463	173.5	170.0	232.0	169.0	202.0	179.0	201.0	112.5	89.14	-0.98
O9	0.7472	174.0	174.0	224.0	173.5	200.0	179.0	198.5	118.5	88.58	-0.57
O10	-0.2781	171.0	166.5	227.5	167.5	201.0	179.0	202.5	113.5	91.31	1.01
O11	0.3183	171.5	170.0	228.5	169.0	199.5	178.5	201.0	121.0	91.49	-1.01
O12	1.3093	171.0	169.5	227.5	169.0	200.0	178.5	196.0	117.5	86.25	-0.51
O13	-0.9272	174.0	170.0	228.5	171.5	202.5	179.0	202.5	119.0	90.00	1.58
O14	-0.4909	170.0	167.5	229.5	170.0	200.0	179.0	204.0	119.0	93.81	2.41
O15	-0.5670	171.5	167.5	230.0	169.0	202.0	179.0	200.0	114.0	88.24	1.47
O16	1.2027	173.5	174.5	227.5	172.0	199.5	179.0	197.5	116.5	88.17	-2.65
O17	0.1005	174.0	173.5	230.0	173.5	201.0	179.0	198.5	120.0	87.57	0.00
O18	-0.4183	173.5	171.0	229.0	170.0	199.0	179.0	201.0	121.0	91.97	-1.03
O19	0.1442	171.0	167.5	229.0	164.5	200.0	176.0	197.5	111.0	87.80	-2.96
O20	0.9008	171.0	168.5	227.5	165.0	201.0	179.0	199.0	121.0	88.03	-3.54
O21	-0.8429	172.5	167.5	230.0	165.0	201.5	179.0	202.0	115.0	90.45	-2.49
O22	-0.5428	172.0	170.0	228.5	170.0	202.0	179.0	202.0	119.0	90.00	0.00
O23	-0.6591	176.0	169.5	228.5	169.5	201.5	179.0	201.5	122.5	90.00	0.00

Coefficient -0.4828 -0.5301

The body axis angle is indicated by the angle in the counterclockwise direction, and the angle formed by the straight line connecting the scapulae and the body axis is determined as the eccentric angle. When the right end of the straight line connecting the scapulae is higher relative to the horizontal line, the eccentric angle is indicated as a positive value, and when the right end of the straight line connecting the scapulae is lower relative to the horizontal line, the eccentric angle is indicated as a negative value. We rotated the body axis line 90° in the counterclockwise direction,

and obtained the angle of the line relative to a horizontal line. We obtained a correlation coefficient of -0.4828 with the body axis angle, and a correlation coefficient of -0.5301 with the eccentric angle.

Table 9 Result of correlations between third axis

	Left shoulder pro		right shoulder pro		Cervical point		Right width	Left width	difference	Ratio
	x	y	x	y	x	y				
A1	255.2	1350.2	-158.6	1336.4	44.8	1291.6	210.52	203.51	7.00	0.5085
A2	258.6	1336.4	-158.6	1339.8	34.5	1439.8	224.11	193.11	31.00	0.5372
A3	248.3	1367.4	-137.9	1350.2	51.7	1436.4	196.79	189.79	7.01	0.5091
A4	258.6	1353.6	-131.0	1350.2	51.7	1412.3	206.91	182.71	24.20	0.5311
A5	262.1	1370.9	-162.1	1370.9	58.6	1436.4	203.50	220.70	-17.20	0.4797
A6	251.7	1353.6	-144.8	1339.8	58.6	1429.5	193.22	203.52	-10.31	0.4870
A7	255.2	1370.9	-141.4	1370.9	48.3	1429.5	206.90	189.70	17.20	0.5217
A8	251.7	1341.0	-155.2	1323.8	65.5	1420.3	186.37	220.90	-34.53	0.4576
A9	248.3	1382.4	-127.6	1378.9	65.5	1434.1	182.81	193.11	-10.30	0.4863
O1	220.7	1219.1	-134.5	1205.4	69.0	1236.4	151.81	203.65	-51.84	0.4271
O2	244.8	1405.4	-151.7	1384.7	51.7	1457.1	193.36	203.68	-10.31	0.4870
O3	234.5	1315.7	-137.9	1326.0	86.2	1395.0	148.36	224.19	-75.83	0.3982
O4	210.3	1277.8	-131.0	1291.6	69.0	1315.7	141.42	200.16	-58.75	0.4140
O5	224.1	1177.8	-117.2	1195.0	72.4	1226.0	151.89	189.84	-37.95	0.4445
O6	224.1	1264.0	-134.5	1232.9	75.9	1308.8	148.76	211.19	-62.43	0.4133
O7	200.0	1401.9	-141.4	1388.1	79.3	1412.3	120.80	220.88	-100.08	0.3535
O8	237.9	1322.6	-151.7	1332.9	58.6	1398.5	179.36	210.37	-31.01	0.4602
O9	234.5	1257.1	-131.0	1250.2	79.3	1301.9	155.23	210.34	-55.11	0.4246
O10	265.5	1243.3	-100.0	1257.1	41.4	1329.5	224.26	141.50	82.76	0.6131
O11	241.4	1181.2	-141.4	1195.0	72.4	1257.1	169.11	213.94	-44.83	0.4415
O12	224.1	1229.5	-165.5	1239.8	100.0	1298.5	124.14	265.59	-141.45	0.3185
O13	244.8	1239.8	-106.9	1257.1	34.5	1305.4	210.55	141.57	68.98	0.5980
O14	248.3	1260.5	-144.8	1277.8	62.1	1336.4	186.38	207.10	-20.72	0.4737
O15	251.7	1270.9	-134.5	1288.1	48.3	1350.2	203.60	182.98	20.62	0.5267
O16	241.4	1346.7	-127.6	1336.4	69.0	1381.2	172.47	196.68	-24.21	0.4672
O17	241.4	1284.7	-131.0	1284.7	48.3	1319.1	193.10	179.30	13.80	0.5185
O18	251.7	1226.0	-124.1	1229.5	41.4	1277.8	210.31	165.51	44.80	0.5596
O19	265.5	1277.8	-127.6	1260.5	41.4	1336.4	224.32	169.16	55.15	0.5701
O20	217.2	1284.7	-155.2	1260.5	79.3	1353.6	138.19	234.99	-96.80	0.3703
O21	265.5	1270.9	-131.0	1260.5	34.5	1343.3	231.08	165.56	65.52	0.5826
O22	251.7	1270.9	-134.5	1281.2	48.3	1332.9	203.47	182.87	20.61	0.5267
O23	237.9	1260.5	-117.2	1267.4	34.5	1322.6	203.44	151.73	51.71	0.5728

Coefficient -0.5837 0.4988 -0.5866 -0.5918

②Correlation of body axis angle with parallel displacement of body axis

Our concept is that the parallel displacement of body axis is not axisymmetric. The distance between the median line and each scapular process along the line connecting the scapular processes is ignored, and the distances between the median line and each acrominal point can be considered equal. Therefore, the distance can be obtained from the characteristic point file as shown below. Assuming the coordinates of the intersection point of the perpendicular dropped from the cervical vertebra point ((x_0, y_0)), to the straight line connecting 2 acrominal points ((x_1, y_1) , (x_2, y_2)) to be represented by "M", we obtain the distance from "M" to each acrominal point. The right acrominal point width is the distance between the right acrominal point coordinates and the intersection point

"M", and the left acrominal point width is the distance between the left acrominal point coordinates and the intersection point "M"; to check correlation, we determined the sum, difference, and ratio of these distances.

Their correlation with body axis is slightly better than the correlation of angles with body axis. When the first axis, second axis and third axis are considered together, the correlation coefficient is 95%, and the correlation coefficient when only the first axis and second axis are considered together is 92%. In other words, correlation efficiency is increased by about 3% by the third axis alone. The correlation coefficient percentage of the factors obtained by the first axis and second axis is high, indicating the clarity of these factors, but the correlation coefficient naturally becomes lower, in order, for the second axis and third axis.

We estimated how high the correlation coefficient level should be to be sufficient. We can show that the correlation coefficient is 91.64% with the factors obtained using the first axis and second axis. When this condition is expressed as a normal distribution, the variable is $\mu=1.3813$, and when the third axis is added to the first axis and second axis, the variable becomes $\mu=1.7438$. When we use normal distribution properties, a correlation coefficient of about 0.424 for the third axis will be sufficient. The distribution form is not clear, although considering normality, and do ranking in order, we feel that it is difficult to obtain a high correlation coefficient level using the third axis, since the correlation coefficient drops, in order, from the first axis to the second axis to the third axis.

Considered in this way, the nonsymmetrical correlation coefficient obtained for the parallel displacement of body axis is higher than obtained for the angle, and in particular, the indication of ratio is considered to be better than the indication of difference.

4.3 Distribution of characteristics of the aged

We derived the following 3 factors as the factors for typification of the characteristics of the aged by the "multidimensional measure" method described in the previous section. In other words, the first axis shows that body posture bends further forward as the person becomes older. The second axis shows that the height of the aged becomes lower, or that the body size of the aged becomes smaller, accompanying advancing age, and the third axis shows that the spinal column of an aged individual gradually bends to either left or right as she or he grows older.

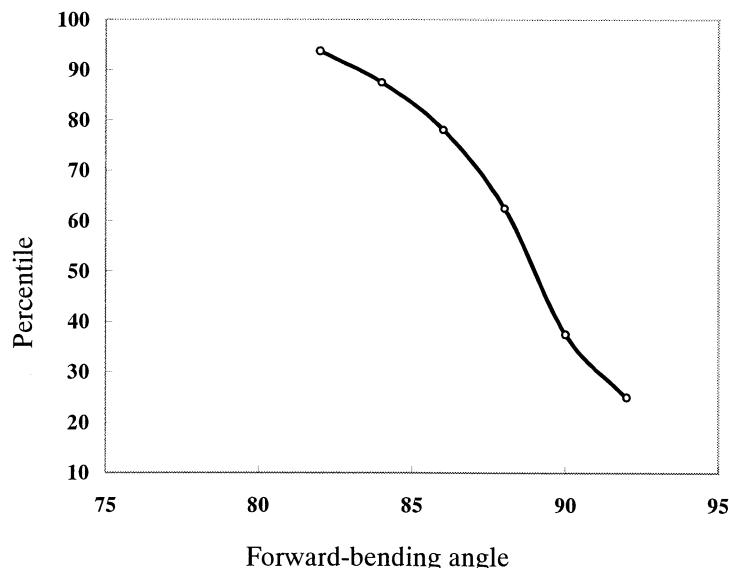
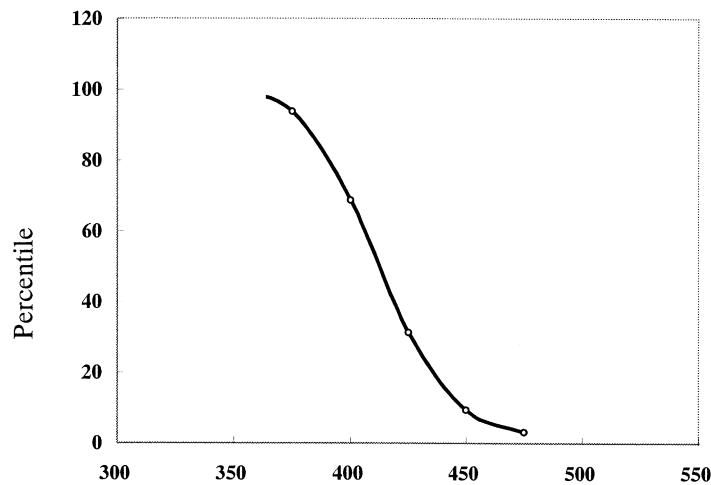


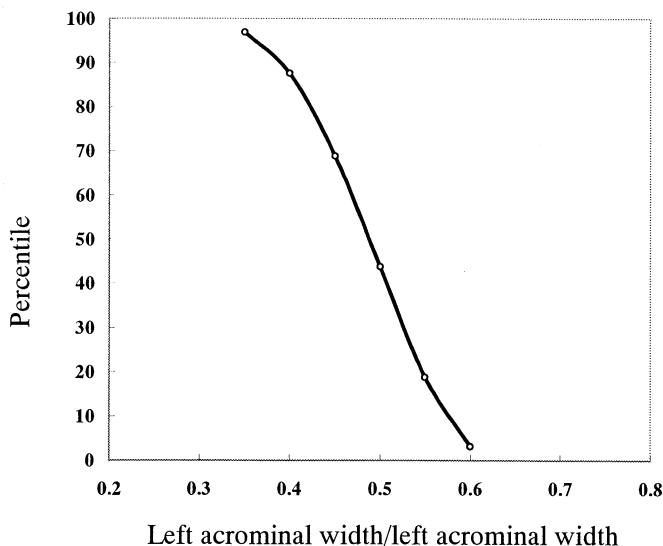
Fig.13 Distribution of forward-bending angles



Shoulder width + height

Fig.14 Distribution of shoulder width + height

It is important for the person responsible for design to obtain the consumer segments needed for merchandise development, and to understand the distribution of the characteristics of these segments. We have described these characteristics as the percentile values that are often used in human engineering.



Left acrominal width/left acrominal width

Fig.15 Distribution of left and right asymmetry

As shown in this diagram, less than 40% of the aged have a forward bending postural angle greater than 90°, but designing that takes this forward bending angle into consideration is needed for the backs of reclining seats and chair suitable for the remaining 60%.

The characteristics mentioned above provide information about factors that are very important when an enterprise is studying marketability in the stage of product development, and in the

determination of the concrete quantity of merchandise to be produced, accompanying the decision-making that is related to the enterprise's strategy.

5. Conclusion

In this paper, we describe an approach using the multidimensional distribution patterns for the three-dimensional shape data collected, typifying the distribution of shape data, then designing products conforming to the typical shape of each group. And we could find out three-characteristics of the aged, that is, forward-bending angle, shoulder width + height and left acrominal width/left acrominal width. It is very useful to design products conforming.

