

平成11年度
国際特定共同研究事業

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

成果報告書

平成12年3月

社団法人
人間生活工学研究センター

平成11年度 国際特定共同研究事業
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
研究報告書 目次

| | |
|---|-----------|
| 1. はじめに | 1 |
| 2 成果報告 | 3 |
| 2. 1 形態推定のための多次元相関式の導出 | 3 |
| 2. 1. 1 多次元相関式導出の考え方..... | 3 |
| 2. 1. 1. 1 これまでの研究内容..... | 3 |
| 2. 1. 1. 2 研究開発する方法..... | 11 |
| 2. 1. 2 多次元相関式の導出..... | 12 |
| 2. 1. 2. 1 多次元相関式の理論..... | 12 |
| 2. 1. 2. 2 多次元相関式による基本体型の寸法値算出..... | 16 |
| 2. 1. 2. 3 多次元相関式の標準化に向けて..... | 20 |
| 2. 1. 3 人体基本体型の構築..... | 21 |
| 2. 2 形態推定アルゴリズムの開発 | 24 |
| 2. 2. 1 形態推定アルゴリズム導出の考え方..... | 24 |
| 2. 2. 1. 1 現在の算出方法..... | 24 |
| 2. 2. 1. 2 研究開発する方法..... | 26 |
| 2. 2. 2 形態推定アルゴリズム..... | 50 |
| 2. 2. 2. 1 各部位の寸法推定方法..... | 50 |
| 2. 2. 2. 2 関節位置推定方法..... | 51 |
| 2. 3 形態推定アルゴリズムを適用した人間モデルの開発 | 52 |
| 2. 3. 1 基本体型算出モジュール..... | 52 |
| 2. 3. 1. 1 モジュールの種類と機能..... | 52 |
| 2. 3. 1. 2 各モジュールの処理フロー..... | 53 |
| 2. 3. 1. 3 モジュール(クラス)の詳細..... | 53 |
| 2. 3. 1. 4 モジュールの関係..... | 55 |
| 2. 3. 2 形態推定モジュール..... | 56 |
| 2. 4 人体モデルを使った評価機能の開発 | 67 |
| 2. 4. 1 人間適合性評価の概要..... | 67 |
| 2. 4. 2 人体モデルを使った椅子の評価..... | 68 |
| 3 研究場所等 | 71 |
| 4. 研究体制 | 72 |

| | |
|--|-----------|
| 5 海外調査報告 | 73 |
| 添付資料 | 92 |
| CEN/TC 122 WG1 Work Item: 機械制御の人間工学・コンピュータ・マネキンと人体 テンプレート | 93 |
| 作業空間の設計および評価のための機械類の安全性－人体測定法－コンピュータ・マネキ ンの構造と寸法 | 110 |
| 多次元相関式算出システム利用マニュアル | 123 |
| Anthropometric Measurements and Definitions | 133 |

1. はじめに

コンピュータ・マネキンとは、コンピュータの中で人間の各種特性（身長や手足の長さなどの形態的特性、歩く・走る・座るなどの動態的特性、視力・聴力・腕の力などの機能的特性、ストレスや疲労感などの感覚的特性、その他の諸特性）を再現し、この仮想人間をもって、CAD（コンピュータによる設計支援システム）等で仮想的に造り出された製品や環境の人間に対する適合性（優しさ）を、コンピュータの中で（試作品を作らず）評価するシステムを言う。

コンピュータ・マネキンと呼べるシステムは、既に10以上の製品が市場に供給されており、これを導入した企業の製品開発の効率化・高度化に貢献している。また、各種の事情（たとえば、流通品の価格が高いこと、自社製品の開発にマッチした流通品が無いこと等）により、流通品の導入を躊躇している企業においても、独自の方法により、これに類する機能を構築し、自らの製品開発の効率化・高度化を目指している。

コンピュータ・マネキンの最も基本的（一般的）な機能は、人間のサイズ（身長、手足の長さ、胴回り等）を再現することである。ただし、このサイズは、個人のサイズではなく、例えば「日本人・20歳・女性」と言った、ある集団（製品を供給する企業が、その製品のユーザーと目論む集団）の代表的サイズを再現しなければならない。その集団には背の高い人、低い人、太った人、痩せた人、このように色々な特性を持つ人が分散している。例えば椅子を設計する場合、座面の高さ、背もたれの高さ、座面の横幅、の3点だけに着目しても、足が短く胴が長く太った人、足が長く胴が短く痩せた人など、多様な人が存在するため、最も多くの人にフィットする椅子（最も投資効果の高い椅子）を作るためには、この3つのパラメータを如何に決定すれば良いか、非常に困難な問題を解かなければならない。

現存するコンピュータ・マネキンでは、具体的な方法としては多少の差異があるとしても、基本的には、身長と足の長さの相関、身長と手の長さの相関、と言った2項目間の相関を基に各部位の寸法を決定している。これによると、例えば、平均的な身長を持つ人の中で、足の長さが非常に長く、手の長さが非常に短い、と言う人を生成することが可能である。しかし、この場合、ここで導き出された足の長さとの手の長さの関係が実際に存在する人間に当てはまるかは大きな疑問である。我々の常識から考えても、足の長い人は手も長いのである。また、足の長さが非常に長く、手の長さが非常に短い、と言う条件の中から平均的な身長を決定すると、身長に関する2つの答えが導き出され、矛盾を

生む。

このような問題点を持ちながらも、コンピュータ・マネキンは自動車業界を始めとして企業の開発現場に浸透し始めている。CADが製品開発に無くてはならないものとして浸透してきた状況から見ても、今後、コンピュータ・マネキンは企業の製品開発の中で重要な役割を担うであろうことは想像に難くない。

この現状を踏まえ、現在、ISO（国際規格）やSEA（自動車技術会）などの規格制定団体においては、コンピュータ・マネキンの規格化が検討されている。コンピュータ・マネキンの規格化に関する課題は非常に多いが、人体の寸法に関する規格化が当面の課題（規格化のターゲット）である。先にも述べたように、サイズが最も基本的な事項であるが、寸法決定の方法または、その方法により求められた具体的な値に関して、他を凌駕するものがなく、難航している。

以上のような問題点および現状を打開するために本研究開発を実施した。

なお、本研究開発は新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）殿からの委託により実施されたものである。

2 成果報告

2.1 形態推定のための多次元相関式の導出

2.1.1 多次元相関式導出の考え方

2.1.1.1 これまでの研究内容

(1) 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」における推定方法

平成9年度に開発したシステムでは一部の属性値を変更するだけで、残りの属性値を統計的方法により自動的に推定するために以下のような処理を行っている。

- ・ある属性に注目し、その属性値において、5パーセンタイル値を示す実測値、95パーセンタイル値を示す実測値を求める。これらを実測値₅、実測値₉₅とする。
- ・ある属性値の実測値とパーセンタイル値との関係を以下のように定義する：

$$\frac{\text{パーセンタイル値} - 5}{95 - 5} = \frac{\text{実測値} - \text{実測値}_5}{\text{実測値}_{95} - \text{実測値}_5}$$

- ・上式により各実測値をパーセンタイル値に変換する。
- ・全ての属性において上記の処理を行い、各属性同士のパーセンタイル値の相関係数を求める。
- ・ある属性 A が p パーセンタイル (p は 5 の倍数) の時の、属性 B の推定パーセンタイル値を、「属性 A のパーセンタイル値が p±5 パーセンタイルのサンプルにおける属性 B のパーセンタイル値の平均値」と定義する。
- ・ある属性 A の値が x であるとした時の属性 B の推定値を以下のようにして推定する：

1. 実測値が x である場合のパーセンタイル値を求めます。これを p_x とする。
2. p_x をはさむ 5 の倍数を求める (例： $p_x = 27$ の場合、これをはさむ 5 の倍数は 25 と 30)。これらを p_{x1} 、 p_{x2} とする。
3. 属性 A が p_{x1} 、 p_{x2} パーセンタイルの場合の属性 B の推定パーセ

ンタイトル値を求める。これらを p_{y1} 、 p_{y2} とする。

4. 属性 A が p_x パーセンタイルである場合の属性 B の推定パーセンタイル値 p_y を以下のように定義する :

$$p_y = \frac{(p_{y2} - p_{y1}) \times (p_x - p_{x1})}{p_{x2} - p_{x1}} + p_{y1}$$

5. パーセンタイル値 p_y と、属性 B におけるパーセンタイル値と実測値の関係式から、属性 B の実測値を求める。これを推定値とする。
- ・複数の属性値が与えられた場合の欠損値の推定は、相関値の最も大きな属性値から推定された値を用いる。

なお、当システムで利用している人体寸法項目は以下の表のようにHQLの計測データを採用している。ISOにはない計測項目が多く必要となっている。

表 平成9年度開発システムで採用している
人体寸法項目

| ISO | HQLNo | 計測項目 |
|-------|-------|-----------|
| | 2 | 全頭高 |
| | 3 | 頭耳高 |
| 3. 9 | 10 | 頭長 |
| 3. 10 | 15 | 頭幅 |
| 4. 8 | 24 | 頸囲 |
| 1. 2 | 26 | 身長 |
| | 28 | 耳珠高 |
| | 30 | 頸椎高 |
| 1. 4 | 32 | 肩峰高 |
| 2. 8 | 41 | 肩峰幅 |
| 2. 9 | 42 | 肩幅 |
| | 43 | 肘間幅 |
| 1. 11 | 46 | 胸部横径 |
| | 50 | ウエスト幅 |
| 1. 12 | 51 | ヒップ幅 |
| 2. 16 | 53 | 胸部前後最大距離 |
| | 54 | 腹部厚径 |
| 2. 13 | 84 | 座位大腿厚 |
| 2. 15 | 91 | 座位腹部厚径前腕水 |
| | 96 | 橈骨点高 |
| 1. 7 | 98 | 橈骨茎突高 |

| ISO | HQLNo | 計測項目 |
|-------|-------|-----------|
| | 100 | 指尖高 |
| | 110 | 腕付け根の厚さ |
| | 115 | 前腕最大囲 |
| 3. 3 | 121 | 最大手幅 |
| | 127 | 手厚 |
| | 158 | 股下高 |
| | 159 | 膝蓋骨中央高 |
| | 163 | 内果端高 |
| | 165 | 大腿長 |
| | 167 | 臀部厚径 |
| | 168 | 膝厚径 |
| 4. 12 | 169 | 大腿囲 |
| 3. 7 | 174 | 足長 |
| | 176 | 足幅 (足軸直交) |

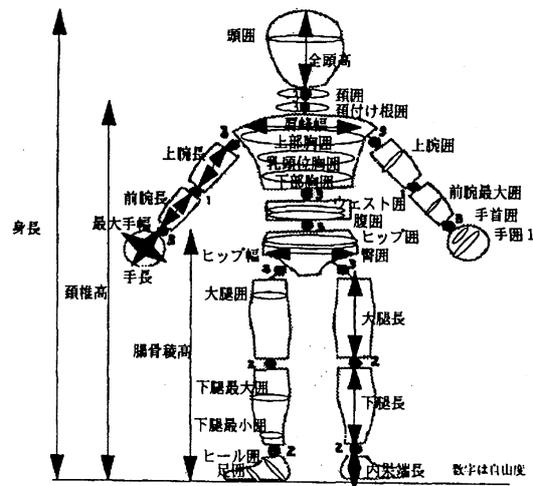
表 ISO 計測項目と HQL 計測項目の対応

| No. | ISO | ISO 項目名 | HQL | HQL 番号 | HQL 項目名 |
|-----|------|------------------------------|-----|--------|----------|
| 1 | 1.2 | Stature | 26 | STR002 | 身長 |
| 2 | 1.4 | Shoulder height | 32 | LTR018 | 肩峰高 |
| 3 | 1.5 | Elbow height | 97 | SUL002 | 肘頭下縁高 |
| 4 | 1.6 | Iliac spine height, standing | 156 | LLL023 | 腸骨棘高 |
| 5 | 1.7 | Crotch height | 98 | LUL004 | 橈骨茎突高 |
| 6 | 1.8 | Tibial height | 160 | LLL025 | 脛骨上縁高 |
| 7 | 1.11 | Chest breadth, standing | 46 | MTR029 | 胸部横径 |
| 8 | 1.12 | Hip breadth, standing | 51 | MTR030 | ヒップ幅 |
| 9 | 2.1 | Sitting height | 74 | STR006 | 座高 |
| 10 | 2.3 | Cervical height, sitting | 76 | STR008 | 座位脛椎高 |
| 11 | 2.4 | Shoulder height, sitting | 77 | STR009 | 座位肩峰高 |
| 12 | 2.5 | Elbow height, sitting | 81 | LUL002 | 座位肘頭下縁高 |
| 13 | 2.6 | Shoulder-elbow length | 102 | LUL009 | 上腕長 |
| 14 | 2.7 | Elbow-wrist length | 103 | LUL010 | 前腕長 |
| 15 | 2.8 | Shoulder(biacromial) breadth | 41 | LTR031 | 肩峰幅 |
| 16 | 2.9 | Shoulder(bideltoid) breadth | 42 | MTR024 | 肩幅 |
| 17 | 2.12 | Lower leg length | 83 | LLL005 | 座面高 |
| 18 | 2.13 | Thigh clearance | 84 | CLL003 | 座位大腿高 |
| 19 | 2.14 | Knee height | 82 | LLL025 | 座位大腿中央高 |
| 20 | 2.15 | Abdominal depth, sitting | 91 | LTR009 | 座位腹部厚径 |
| 21 | 2.16 | Thorax depth at the nipple | 53 | LTR012 | 胸部厚径 |
| 22 | 3.1 | Hand length | 116 | LHA003 | 手長 |
| 23 | 3.3 | Hand breadth at metacarpals | 121 | LHA002 | 最大手幅 |
| 24 | 3.7 | Foot length | 174 | MFT026 | 足長 |
| 25 | 3.8 | Foot breadth | 175 | MFT027 | 足幅 |
| 26 | 3.9 | Head length | 10 | MHE013 | 頭長 |
| 27 | 3.10 | Head breadth | 15 | MHE016 | 頭幅 |
| 28 | 3.12 | Head circumference | 23 | MHE045 | 頭囲 |
| 29 | 4.1 | Wall-acromion distance | 105 | LTR006 | 背・肩峰距離 |
| 30 | 4.2 | Grip reach;forward reach | 106 | CUL004 | 背・指節点距離 |
| 31 | 4.3 | Elbow-grip length | 108 | LUL007 | 肘・指節点距離 |
| 32 | 4.4 | Fist(grip axis) height | 99 | LUL005 | 指節点高 |
| 33 | 4.5 | Forearm-fingertip length | 109 | LUL008 | 肘・指尖距離 |
| 34 | 4.6 | Buttock-popliteal length | 86 | LLL011 | 座位臀・膝下距離 |
| 35 | 4.7 | Buttock-knee length | 85 | LLL010 | 座位臀・膝距離 |
| 36 | 4.8 | Neck circumference | 24 | MHE046 | 頸囲 |
| 37 | 4.9 | Chest circumference | 65 | MTR063 | 乳頭位胸囲 |
| 38 | 4.10 | Waist circumference | 67 | MTR070 | ウエスト囲 |
| 39 | 4.11 | Wrist circumference | 128 | MHA058 | 手首囲り |
| 40 | 4.12 | Thigh circumference | 169 | MLL071 | 大腿囲 |
| 41 | 4.13 | Calf circumference | 171 | MLL073 | 下腿最大囲 |

(2) 平成9年度システムの推定方法の課題

上記方式の課題として、全ての部位が線形関係にあることを基本としている点あげられる。

複数の項目間の関係を効率よく表現するには、複数の変数についてその挙動の相関関係によって、類似した挙動をする変数をなるべく少ない数にまとめる必要があることから、この課題への既存検討として人体寸法項目の主成分分析を試行した。



- 身長 : 床面から頭頂点までの垂直距離
- 体重 : 裸体、あるいはそれに近い着衣での身体の重量
- 全頭高 : 頭頂点から背がけ点までの垂直距離
- 内果端長 : 床面から内果点までの垂直距離
- 下腿長 : 踵骨点から内果点までの垂直距離
- 大腿長 : 転子点から踵骨点までの垂直距離
- ヒップ幅 : 臀部の左右の最外側突出部の間の水平距離
- 腸骨稜高 : 床面から腸骨稜点までの垂直距離
- 頸椎高 : 床面から頸椎点までの垂直距離
- 肩峰幅 : 左右の肩峰点の間の水平距離
- 上肢長 : 肩峰点から踵骨点までの直線距離
- 前腕長 : 踵骨点から踵骨茎突点までの直線距離
- 手長 : 手掌面で、踵骨茎突点を結ぶ線の midpoint から指尖点までの直線距離
- 最大手幅 : 尺側中手点から第1中手骨頭外側部までの直線距離
- 頭圍 : 眉間をとるようにメジャーを水平にまわして測った頭の周長
- 頸圍 : ドボトボの直下で、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
- 頸付け根圍 : 頸椎点、頸側点、鎖骨の内側上縁をとるようにメジャーをまわして測った頸の基部の周長
- 上部胸圍 : 乳窩点の高さで体幹の水平周長
- 乳頭位胸圍 : 乳頭点の高さで体幹の水平周長
- 下部胸圍 (女性) : 乳房と体壁の境界の高さで体幹の周長
- ウエスト圍 : 胸の最も細い位置での周長
- ヒップ圍 : 腹部にセルロイド板を当て、臀部突出点の高さでの水平周長
- 臀圍 : 臀部突出点の高さでの水平周長
- 大腿圍 : 臀溝より下の位置で、大腿が最も太い部位の水平周長
- 下腿最大圍 : ふくらはぎの最も太い部位での水平周長
- 下腿最小圍 : ふくらはぎの最も細い部位での水平周長
- ヒール圍 : 足底を床面に着けた姿勢で、足首前方とかとをとる斜めの周長
- 足圍 : 足指の付け根の関節全部を含む足の周長
- 上腕圍 : 上肢を自然に下垂したときの上腕の最も太い部位を上腕の軸に直交するように測った周長
- 前腕最大圍 : 上肢を自然に下垂したときの前腕の最も太い部位を前腕の軸に直交するように測った周長
- 手首圍り : 手掌面で手に最も近い屈曲線の位置での周長
- 手圍2 : 親指の腹を手掌に接した状態での、人さし指から小指までの付け根の関節と親指を含めて測る周長

図 選択した人体寸法項目

表 平均值、標準偏差、最小値、最大値

男性 (平均值、標準偏差、最小値、最大値)

| Variable | N | Mean | Std Dev | Minimum | Maximum |
|----------|------|-----------|---------|---------|---------|
| AGE | 1641 | 32.2657 | 1.7204 | 30 | 35 |
| MBW007 | 1641 | 66.6184 | 9.1416 | 37.1 | 113.2 |
| MHE019 | 1641 | 234.713 | 12.2151 | 192 | 281 |
| MHE045 | 1641 | 578.9805 | 15.4634 | 524 | 629 |
| MHE046 | 1641 | 372.7922 | 20.2229 | 310 | 465 |
| MHE047 | 1641 | 443.8531 | 27.8788 | 365 | 572 |
| STR002 | 1641 | 1695.8854 | 59.046 | 1423 | 1920 |
| LTR036 | 1641 | 1437.6572 | 54.6466 | 1184.7 | 1639.8 |
| LTR031 | 1641 | 391.3769 | 22.6713 | 296.6 | 462.1 |
| LTR035 | 1641 | 341.1613 | 17.4831 | 275.9 | 400 |
| MTR062 | 1641 | 943.0579 | 56.399 | 704 | 1214 |
| MTR063 | 1641 | 908.7898 | 60.41 | 681 | 1226 |
| MTR070 | 1641 | 795.4839 | 75.582 | 598 | 1162 |
| MTR066 | 1641 | 953.1158 | 52.6053 | 748 | 1205 |
| MTR067 | 1641 | 937.0926 | 50.8768 | 742 | 1156 |
| LUL008 | 1641 | 722.5741 | 33.0169 | 620.8 | 824.7 |
| LUL010 | 1641 | 252.2441 | 18.1288 | 182.6 | 316.2 |
| MUL055 | 1641 | 284.7172 | 25.4502 | 208 | 385 |
| MUL057 | 1641 | 253.6149 | 15.975 | 203 | 315 |
| LHA003 | 1641 | 181.4161 | 8.4838 | 144.7 | 208.9 |
| LHA002 | 1641 | 103.0809 | 6.7069 | 77.4 | 125.9 |
| MHA058 | 1641 | 163.1548 | 8.3698 | 137 | 196 |
| MHA059 | 1641 | 225.8391 | 14.514 | 183 | 279 |
| LLL022 | 1641 | 960.799 | 49.5435 | 796.5 | 1154.8 |
| LLL028 | 1641 | 69.4572 | 13.3109 | 25.3 | 124.1 |
| CLL001 | 1641 | 433.6005 | 33.1464 | 279 | 537.4 |
| CLL002 | 1641 | 355.6915 | 26.5971 | 262.1 | 462.1 |
| MLL071 | 1641 | 537.6527 | 40.0721 | 408 | 711 |
| MLL073 | 1641 | 369.9659 | 25.8269 | 290 | 470 |
| MLL074 | 1641 | 216.9732 | 13.4364 | 165 | 324 |
| MFT075 | 1641 | 321.7087 | 14.0935 | 282 | 378 |
| MFT076 | 1641 | 247.7026 | 11.8033 | 208 | 289 |

女性 (平均值、標準偏差、最小値、最大値)

| Variable | N | Mean | Std Dev | Minimum | Maximum |
|----------|-----|-----------|---------|---------|---------|
| AGE | 574 | 32.6202 | 1.7088 | 30 | 35 |
| MBW007 | 574 | 51.3406 | 7.124 | 33.4 | 91.2 |
| MHE019 | 574 | 220.1777 | 11.786 | 188 | 255 |
| MHE045 | 574 | 556.0157 | 15.5365 | 500 | 600 |
| MHE046 | 574 | 316.1655 | 17.9034 | 273 | 407 |
| MHE047 | 574 | 388.6585 | 25.5196 | 328 | 478 |
| STR002 | 574 | 1571.9512 | 54.0061 | 1383 | 1772 |
| LTR036 | 574 | 1323.2059 | 51.3473 | 1164 | 1506.5 |
| LTR031 | 574 | 349.4721 | 19.7841 | 279.3 | 400 |
| LTR035 | 574 | 333.2333 | 19.1601 | 282.8 | 393.1 |
| MTR062 | 574 | 822.0784 | 52.9865 | 698 | 1021 |
| MTR063 | 574 | 824.3798 | 64.1311 | 661 | 1098 |
| MTR064 | 574 | 725.0801 | 52.5449 | 613 | 994 |
| MTR070 | 574 | 659.1568 | 63.8557 | 534 | 990 |
| MTR066 | 574 | 905.223 | 53.3508 | 768 | 1241 |
| MTR067 | 574 | 889.2735 | 50.8224 | 753 | 1228 |
| LUL008 | 574 | 664.1298 | 27.8162 | 580.8 | 749.3 |
| LUL010 | 574 | 228.0279 | 16.6558 | 175 | 278 |
| MUL055 | 574 | 255.9094 | 27.1454 | 196 | 365 |
| MUL057 | 574 | 216.6376 | 14.9528 | 176 | 289 |
| LHA003 | 574 | 167.0998 | 7.5209 | 144.9 | 191.2 |
| LHA002 | 574 | 91.2561 | 5.9716 | 74.5 | 109 |
| MHA058 | 574 | 144.7003 | 7.3812 | 127 | 172 |
| MHA059 | 574 | 197.6794 | 13.3803 | 168 | 238 |
| LLL022 | 574 | 903.4676 | 43.6206 | 756.4 | 1047.9 |
| LLL028 | 574 | 60.6085 | 10.5525 | 34.4 | 110.3 |
| CLL001 | 574 | 414.5619 | 28.794 | 307.8 | 505.3 |
| CLL002 | 574 | 326.8183 | 21.2524 | 258.6 | 389.7 |
| MLL071 | 574 | 517.5035 | 40.6016 | 370 | 702 |
| MLL073 | 574 | 341.3606 | 23.7196 | 278 | 436 |
| MLL074 | 574 | 203.4059 | 11.846 | 175 | 248 |
| MFT075 | 574 | 292.2352 | 13.3482 | 249 | 345 |
| MFT076 | 574 | 224.6481 | 10.7472 | 190 | 255 |

表 固有值
男性 (固有值)

| Component | Eigenvalue | Difference | Proportion | Cumulative |
|-----------|------------|------------|------------|------------|
| PCR1_2 | 13.0377 | 8.0076 | 0.4206 | 0.4206 |
| PCR2_2 | 5.0301 | 3.5059 | 0.1623 | 0.5828 |
| PCR3_2 | 1.5242 | 0.3379 | 0.0492 | 0.632 |
| PCR4_2 | 1.1863 | 0.1091 | 0.0383 | 0.6703 |
| PCR5_2 | 1.0772 | 0.1422 | 0.0347 | 0.705 |
| PCR6_2 | 0.935 | 0.1382 | 0.0302 | 0.7352 |
| PCR7_2 | 0.7768 | 0.039 | 0.0251 | 0.7602 |
| PCR8_2 | 0.7378 | 0.0303 | 0.0238 | 0.784 |
| PCR9_2 | 0.7075 | 0.1041 | 0.0228 | 0.8069 |
| PCR10_2 | 0.6035 | 0.0161 | 0.0195 | 0.8263 |
| PCR11_2 | 0.5874 | 0.0424 | 0.0189 | 0.8453 |
| PCR12_2 | 0.545 | 0.0147 | 0.0176 | 0.8629 |
| PCR13_2 | 0.5303 | 0.0946 | 0.0171 | 0.88 |
| PCR14_2 | 0.4357 | 0.0323 | 0.0141 | 0.894 |
| PCR15_2 | 0.4034 | 0.0199 | 0.013 | 0.907 |
| PCR16_2 | 0.3834 | 0.0325 | 0.0124 | 0.9194 |
| PCR17_2 | 0.351 | 0.0594 | 0.0113 | 0.9307 |
| PCR18_2 | 0.2915 | 0.0201 | 0.0094 | 0.9401 |
| PCR19_2 | 0.2714 | 0.0279 | 0.0088 | 0.9489 |
| PCR20_2 | 0.2435 | 0.0183 | 0.0079 | 0.9567 |
| PCR21_2 | 0.2252 | 0.0038 | 0.0073 | 0.964 |
| PCR22_2 | 0.2214 | 0.0158 | 0.0071 | 0.9711 |
| PCR23_2 | 0.2057 | 0.0273 | 0.0066 | 0.9778 |
| PCR24_2 | 0.1783 | 0.0148 | 0.0058 | 0.9835 |
| PCR25_2 | 0.1636 | 0.0336 | 0.0053 | 0.9888 |
| PCR26_2 | 0.13 | 0.0308 | 0.0042 | 0.993 |
| PCR27_2 | 0.0992 | 0.0529 | 0.0032 | 0.9962 |
| PCR28_2 | 0.0462 | 0.0189 | 0.0015 | 0.9977 |
| PCR29_2 | 0.0273 | 0.0029 | 0.0009 | 0.9986 |
| PCR30_2 | 0.0244 | 0.0045 | 0.0008 | 0.9994 |
| PCR31_2 | 0.0199 | | 0.0006 | 1 |

女性 (固有值)

| Component | Eigenvalue | Difference | Proportion | Cumulative |
|-----------|------------|------------|------------|------------|
| PCR1_1 | 13.088 | 7.6763 | 0.409 | 0.409 |
| PCR2_1 | 5.4117 | 3.8827 | 0.1691 | 0.5781 |
| PCR3_1 | 1.5291 | 0.2415 | 0.0478 | 0.6259 |
| PCR4_1 | 1.2876 | 0.1163 | 0.0402 | 0.6661 |
| PCR5_1 | 1.1713 | 0.218 | 0.0366 | 0.7027 |
| PCR6_1 | 0.9533 | 0.0389 | 0.0298 | 0.7325 |
| PCR7_1 | 0.9144 | 0.1382 | 0.0286 | 0.7611 |
| PCR8_1 | 0.7762 | 0.0407 | 0.0243 | 0.7854 |
| PCR9_1 | 0.7355 | 0.0327 | 0.023 | 0.8083 |
| PCR10_1 | 0.7028 | 0.0644 | 0.022 | 0.8303 |
| PCR11_1 | 0.6384 | 0.0685 | 0.0199 | 0.8503 |
| PCR12_1 | 0.5699 | 0.0802 | 0.0178 | 0.8681 |
| PCR13_1 | 0.4897 | 0.0224 | 0.0153 | 0.8834 |
| PCR14_1 | 0.4673 | 0.0522 | 0.0146 | 0.898 |
| PCR15_1 | 0.4151 | 0.0373 | 0.013 | 0.9109 |
| PCR16_1 | 0.3778 | 0.0409 | 0.0118 | 0.9228 |
| PCR17_1 | 0.3369 | 0.0528 | 0.0105 | 0.9333 |
| PCR18_1 | 0.2841 | 0.0201 | 0.0089 | 0.9422 |
| PCR19_1 | 0.264 | 0.0133 | 0.0082 | 0.9504 |
| PCR20_1 | 0.2507 | 0.0298 | 0.0078 | 0.9582 |
| PCR21_1 | 0.2209 | 0.0294 | 0.0069 | 0.9651 |
| PCR22_1 | 0.1914 | 0.0093 | 0.006 | 0.9711 |
| PCR23_1 | 0.1821 | 0.0212 | 0.0057 | 0.9768 |
| PCR24_1 | 0.1609 | 0.0185 | 0.005 | 0.9818 |
| PCR25_1 | 0.1424 | 0.0167 | 0.0044 | 0.9863 |
| PCR26_1 | 0.1257 | 0.0291 | 0.0039 | 0.9902 |
| PCR27_1 | 0.0966 | 0.0085 | 0.003 | 0.9932 |
| PCR28_1 | 0.088 | 0.0271 | 0.0028 | 0.996 |
| PCR29_1 | 0.0609 | 0.0294 | 0.0019 | 0.9979 |
| PCR30_1 | 0.0315 | 0.0119 | 0.001 | 0.9989 |
| PCR31_1 | 0.0196 | 0.0034 | 0.0006 | 0.9995 |
| PCR32_1 | 0.0162 | | 0.0005 | 1 |

表 男性固有ベクトル

| 体重 | | 身長 | | 四肢 | | 四肢 | | 頭 | | ? | | Variable | | PCR7 2 | |
|----------|--------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Variable | PCR1 2 | Variable | PCR2 2 | Variable | PCR3 2 | Variable | PCR4 2 | Variable | PCR5 2 | Variable | PCR6 2 | Variable | PCR7 2 | Variable | PCR7 2 |
| 体重 | 0.2663 | 肩骨後高 | 0.357 | 内果端高 | 0.5239 | 内果端高 | 0.5264 | 全頭高 | 0.6754 | 肩峰幅 | 0.6532 | 全頭高 | 0.543 | 全頭高 | 0.543 |
| 腎囲 | 0.2495 | 身長 | 0.3385 | 手囲2 | 0.3261 | 大腿長 | 0.3023 | 頭囲 | 0.4904 | 最大手幅 | 0.4251 | 肩峰幅 | 0.4477 | 肩峰幅 | 0.4477 |
| ヒップ囲 | 0.2464 | 頸椎高 | 0.3364 | 最大手幅 | 0.2774 | 前腕長 | 0.1932 | 頸囲 | 0.2463 | 頸付け根囲 | 0.263 | 下腿最大囲 | 0.1569 | 下腿最大囲 | 0.1569 |
| 乳頭位胸囲 | 0.2321 | 上肢長 | 0.327 | 足囲 | 0.2625 | 頸付け根囲 | 0.1894 | 頸付け根囲 | 0.2317 | 大腿長 | 0.1669 | 大腿囲 | 0.1362 | 大腿囲 | 0.1362 |
| 上腕胸囲 | 0.2316 | 大腿長 | 0.2905 | 手首囲り | 0.2381 | 頭囲 | 0.1561 | 下腿長 | 0.14 | 上腕胸囲 | 0.0924 | 下腿最小囲 | 0.0981 | 下腿最小囲 | 0.0981 |
| 下腿最大囲 | 0.2252 | 手長 | 0.2772 | ヒール囲 | 0.1671 | 肩骨後高 | 0.1434 | 手囲2 | 0.0195 | 頸囲 | 0.0915 | 大腿長 | 0.0656 | 大腿長 | 0.0656 |
| 前腕最大囲 | 0.2228 | 前腕長 | 0.2445 | 下腿最小囲 | 0.1465 | 頸囲 | 0.1193 | 手長 | 0.0175 | 上腕胸囲 | 0.09 | 腎囲 | 0.0534 | 腎囲 | 0.0534 |
| 大腿囲 | 0.2198 | 大腿長 | 0.2426 | 頭囲 | 0.145 | ウェスト囲 | 0.1004 | 身長 | 0.0133 | 肩骨後高 | 0.0868 | ヒール囲 | 0.0499 | ヒール囲 | 0.0499 |
| ウェスト囲 | 0.2178 | ヒール囲 | 0.2131 | 全頭高 | 0.086 | ウェスト囲 | 0.0969 | 足長 | 0.0106 | 頭囲 | 0.073 | 足囲 | 0.0442 | 足囲 | 0.0442 |
| ヒール囲 | 0.2121 | 最大手幅 | 0.112 | 前腕最大囲 | 0.08 | 上腕胸囲 | 0.0801 | ヒール囲 | 0.0034 | 手囲2 | 0.0635 | 身長 | 0.0338 | 身長 | 0.0338 |
| 下腿最小囲 | 0.2076 | 肩峰幅 | 0.0905 | 手長 | 0.0743 | 乳頭位胸囲 | 0.079 | 上腕胸囲 | -0.0013 | 乳頭位胸囲 | 0.0624 | 頸椎高 | 0.0305 | 頸椎高 | 0.0305 |
| 手首囲り | 0.2063 | 足囲 | 0.0681 | 下腿最大囲 | 0.0112 | 頸椎高 | 0.0771 | 上肢長 | -0.0035 | 前腕最大囲 | 0.046 | 体重 | 0.0304 | 体重 | 0.0304 |
| 頸囲 | 0.2053 | 内果端高 | 0.0461 | 肩峰幅 | 0.0043 | 腎囲 | 0.0686 | 前腕最大囲 | -0.0073 | 手首囲り | 0.0321 | 上腕囲 | 0.0284 | 上腕囲 | 0.0284 |
| 上腕囲 | 0.2048 | 全頭高 | 0.0375 | 大腿長 | -0.0047 | 身長 | 0.0674 | 前腕長 | -0.0176 | ウェスト囲 | -0.0213 | ヒップ囲 | 0.0262 | ヒップ囲 | 0.0262 |
| ヒップ幅 | 0.1959 | ヒップ幅 | 0.0125 | 頸付け根囲 | -0.009 | 大腿囲 | 0.0647 | 手首囲り | -0.0189 | 下腿長 | -0.0239 | ヒップ幅 | 0.0234 | ヒップ幅 | 0.0234 |
| 足囲 | 0.1879 | 手囲2 | 0.0005 | 頸囲 | -0.0209 | 全頭高 | 0.0569 | 頸椎高 | -0.0194 | 体重 | -0.0312 | 上腕胸囲 | 0.0181 | 上腕胸囲 | 0.0181 |
| 頸付け根囲 | 0.1604 | 手首囲り | 0.0001 | 身長 | -0.0414 | 肩峰幅 | 0.0542 | ウェスト囲 | -0.0222 | 手長 | -0.0357 | 乳頭位胸囲 | 0.0173 | 乳頭位胸囲 | 0.0173 |
| 頸椎高 | 0.154 | 頭囲 | -0.0109 | 上腕胸囲 | -0.0479 | 体重 | 0.0486 | 乳頭位胸囲 | -0.0316 | 身長 | -0.0511 | 腸骨後高 | -0.0163 | 腸骨後高 | -0.0163 |
| 手囲2 | 0.1493 | 下腿最小囲 | -0.0299 | 頸椎高 | -0.074 | 上腕胸囲 | 0.0216 | 体重 | -0.0524 | 頸椎高 | -0.0551 | 内果端高 | -0.0238 | 内果端高 | -0.0238 |
| 身長 | 0.149 | 体重 | -0.0662 | 上肢長 | -0.077 | ヒップ幅 | -0.0229 | ヒップ幅 | -0.057 | 全頭高 | -0.0589 | ウェスト囲 | -0.0477 | ウェスト囲 | -0.0477 |
| 頭囲 | 0.1373 | 頸付け根囲 | -0.0838 | 前腕長 | -0.0777 | 下腿最大囲 | -0.0443 | 腸骨後高 | -0.0672 | 手囲2 | -0.0622 | 手囲2 | -0.0607 | 手囲2 | -0.0607 |
| 手長 | 0.1326 | 腎囲 | -0.0898 | 体重 | -0.085 | 下腿最大囲 | -0.0628 | ヒップ幅 | -0.0697 | 上肢長 | -0.0719 | 前腕最大囲 | -0.0636 | 前腕最大囲 | -0.0636 |
| 最大手幅 | 0.1239 | ヒップ囲 | -0.11 | 腸骨後高 | -0.085 | 前腕最大囲 | -0.0961 | 腎囲 | -0.0808 | 大腿長 | -0.0812 | 上肢長 | -0.0789 | 上肢長 | -0.0789 |
| 上肢長 | 0.1235 | 下腿最大囲 | -0.1125 | 大腿囲 | -0.0939 | ヒール囲 | -0.0964 | 下腿最小囲 | -0.0875 | 手長 | -0.0873 | 手長 | -0.1087 | 手長 | -0.1087 |
| 肩峰幅 | 0.1189 | 上腕胸囲 | -0.1292 | 腎囲 | -0.1036 | 手長 | -0.1008 | 最大手幅 | -0.1162 | 下腿長 | -0.09 | 下腿長 | -0.1103 | 下腿長 | -0.1103 |
| 腸骨後高 | 0.1038 | 前腕最大囲 | -0.1299 | 上腕胸囲 | -0.1069 | 下腿最小囲 | -0.1394 | 大腿長 | -0.1259 | 手首囲り | -0.1443 | 手首囲り | -0.1111 | 手首囲り | -0.1111 |
| 下腿長 | 0.0976 | 頸囲 | -0.1362 | ヒップ囲 | -0.1136 | 足囲 | -0.1929 | 肩峰幅 | -0.1325 | 最大手幅 | -0.1524 | 最大手幅 | -0.1188 | 最大手幅 | -0.1188 |
| 全頭高 | 0.0933 | 乳頭位胸囲 | -0.1437 | 手首囲り | -0.132 | 手首囲り | -0.2 | 下腿最大囲 | -0.1326 | 前腕長 | -0.1633 | 前腕長 | -0.1501 | 前腕長 | -0.1501 |
| 前腕長 | 0.086 | 大腿囲 | -0.1541 | 最大手幅 | -0.1467 | 最大手幅 | -0.2404 | 大腿囲 | -0.1376 | 内果端高 | -0.1738 | 内果端高 | -0.1505 | 内果端高 | -0.1505 |
| 大腿長 | 0.0414 | ウェスト囲 | -0.183 | ヒップ幅 | -0.2025 | 下腿長 | -0.3239 | 上腕囲 | -0.1475 | ヒール囲 | -0.2033 | 頸囲 | -0.1932 | 頸囲 | -0.1932 |
| 内果端高 | 0.031 | 上腕囲 | -0.1896 | 下腿長 | -0.408 | 手囲2 | -0.3787 | 内果端高 | -0.1762 | 下腿最小囲 | -0.2464 | 頸付け根囲 | -0.5336 | 頸付け根囲 | -0.5336 |

表 女性固有ベクトル

| 体高 | 身長 | 四肢 | 四肢 | 頭 | ヒップ | ? |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Variable |
| PCR1_1 | PCR2_1 | PCR3_1 | PCR4_1 | PCR5_1 | PCR6_1 | PCR7_1 |
| 0.2651 | 0.3531 | 0.4258 | 0.3892 | 0.4825 | 0.4836 | 0.4081 |
| 0.2462 | 0.343 | 0.3939 | 0.3716 | 0.3655 | 0.3455 | 0.2591 |
| 0.2457 | 0.3272 | 0.3711 | 0.2903 | 0.2653 | 0.3113 | 0.2103 |
| 0.23 | 0.3242 | 0.2582 | 0.242 | 0.2309 | 0.2311 | 0.2 |
| 0.2282 | 0.2729 | 0.2179 | 0.2411 | 0.2208 | 0.1566 | 0.1962 |
| 0.2273 | 0.2693 | 0.188 | 0.1728 | 0.1758 | 0.1216 | 0.1645 |
| 0.2238 | 0.242 | 0.1695 | 0.1706 | 0.1191 | 0.1143 | 0.1593 |
| 0.2236 | 0.2261 | 0.1355 | 0.1646 | 0.0581 | 0.0578 | 0.1518 |
| 0.2212 | 0.1601 | 0.1213 | 0.1423 | 0.0374 | 0.0443 | 0.1296 |
| 0.2175 | 0.1109 | 0.0961 | 0.1046 | 0.0224 | 0.0416 | 0.1181 |
| 0.2077 | 0.1022 | 0.0885 | 0.1017 | 0.0021 | 0.0351 | 0.1123 |
| 0.2057 | 0.1005 | 0.0885 | 0.0684 | 0.0015 | 0.0277 | 0.0904 |
| 0.2035 | 0.0771 | 0.0494 | 0.0581 | -0.0062 | 0.0239 | 0.0635 |
| 0.1987 | 0.0705 | 0.0172 | 0.0475 | -0.0132 | 0.0229 | 0.0446 |
| 0.1932 | 0.0635 | -0.0358 | 0.0249 | -0.0404 | 0.0198 | 0.017 |
| 0.181 | 0.0187 | -0.0611 | 0.0187 | -0.0553 | 0.0107 | 0.0091 |
| 0.1736 | 0.0097 | -0.0634 | 0.0156 | -0.0564 | 0.0092 | -0.0005 |
| 0.1511 | -0.0036 | -0.0639 | -0.0259 | -0.0383 | 0.008 | -0.0254 |
| 0.1366 | -0.0266 | -0.0697 | -0.0385 | -0.063 | 0.0069 | -0.0271 |
| 0.1298 | -0.0605 | -0.0744 | -0.045 | -0.0658 | 0.0038 | -0.0303 |
| 0.1292 | -0.0637 | -0.0821 | -0.0472 | -0.0662 | -0.0185 | -0.0525 |
| 0.1219 | -0.0844 | -0.0907 | -0.0634 | -0.0664 | -0.0375 | -0.0795 |
| 0.1217 | -0.0943 | -0.0911 | -0.0824 | -0.0687 | -0.0988 | -0.0832 |
| 0.1191 | -0.1118 | -0.1007 | -0.1002 | -0.0699 | -0.108 | -0.095 |
| 0.1183 | -0.1124 | -0.1033 | -0.1345 | -0.0737 | -0.146 | -0.1694 |
| 0.1154 | -0.1265 | -0.1213 | -0.1647 | -0.0754 | -0.1485 | -0.1796 |
| 0.1099 | -0.1267 | -0.1233 | -0.1779 | -0.0831 | -0.1517 | -0.1856 |
| 0.103 | -0.1438 | -0.1392 | -0.195 | -0.0862 | -0.1872 | -0.1963 |
| 0.0912 | -0.1486 | -0.1635 | -0.1994 | -0.0958 | -0.1967 | -0.2286 |
| 0.0766 | -0.1663 | -0.1775 | -0.2244 | -0.1121 | -0.2012 | -0.2667 |
| 0.0712 | -0.167 | -0.1825 | -0.2356 | -0.1777 | -0.2945 | -0.2919 |
| 0.0332 | -0.1868 | -0.2886 | -0.2874 | -0.5421 | -0.3778 | -0.3745 |

2. 1. 1. 2 研究開発する方法

以上の研究成果を踏まえ、本研究開発では、人体部位の寸法を適切かつ矛盾なく決定するために、各部位が持つ寸法の関係（身長と座高の関係など）を、従来の2項目間の関係（身長と座高、身長と手の長さ等）としてではなく、複数項目間の関係（身長と座高と手の長さとその他の関係）として求め、この関係を表す相関式を構成することとした。

HQLの人体計測データベースには1992年から1994年にかけて採集した7歳～90歳代の日本人男女の約3万4千人の身体の様々な部位（178項目）のサイズ（寸法）が蓄積されている。このデータを利用して、日本人の基本体型の寸法を推定する。

具体的な方法としては次のとおりである。

- ①コンピュータ・マネキンを構成する上で必要な人体寸法項目（身長、胴囲、手の長さ等）を決定する。この寸法項目はISO7250（人体寸法計測項目）の中から選ぶ。
- ②この寸法項目を変数とする主成分分析を行い、人体寸法項目の変動を説明するに適切なもの（目標としては70%以上を説明する）として、いくつ（目標としては4以内）の主成分を選択する。
- ③選択した主成分に関する変数と係数による合成変量を基にして多次元相関式を構成する。
- ④以上の②および③は、日本人と欧米人（いくつかの人種を選択する）に対して行い、その結果を比較検討し、人種間の変動を考慮した多次元相関式として拡張する。

2. 1. 2 多次元相関式の導出

2. 1. 2. 1 多次元相関式の理論

本手法は、次の2つのステップからなる。

①主成分分析による基本体型点の設定：

p 個の人体寸法（説明変量）から、m 個 ($m \leq p$) の互いに無相関となる主成分を求め、さらにその主成分座標軸上に 95% の等確率楕円体を求める。この楕円球の表面および原点に位置する点を基本体型点(全部で 15 体型)と考える。

入力データ：計測寸法 D_s

出力データ：基本体型(15 体型)の主成分スコア F (各 m 個)

②座標変換：

主成分座標系から人体寸法座標系に座標変換を行い、1 の主成分スコアを用いて各基本体型の寸法を求める。

入力データ：基本体型の主成分スコア F

出力データ：基本体型(15 種類)の推定寸法 D_e (各 p 個)。

(1) 主成分分析による基本体型点の設定

①主成分分析

主成分分析により、多数の計測寸法を要約して、少数の総合特性値でデータを表現することができる。p 個の計測寸法を主成分分析すると、式(1)に示すように、その数(p 個)だけ新しい特性値 z (主成分) が得られる。

$$\begin{aligned} z_1 &= a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1p}X_p \\ z_2 &= a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2p}X_p \\ z_3 &= a_{31}X_1 + a_{32}X_2 + a_{33}X_3 + \dots + a_{3p}X_p \\ &\dots \\ z_p &= a_{p1}X_1 + a_{p2}X_2 + a_{p3}X_3 + \dots + a_{pp}X_p \end{aligned} \quad (1)$$

x：標準化された人体寸法（説明変量）、

z：主成分（人体寸法の総合的特性を示す変量）

図 に 2 変量 (p=2) の場合について示す。

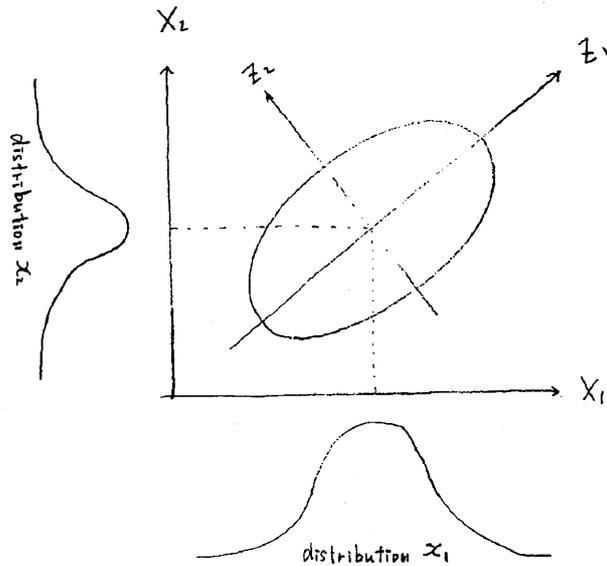


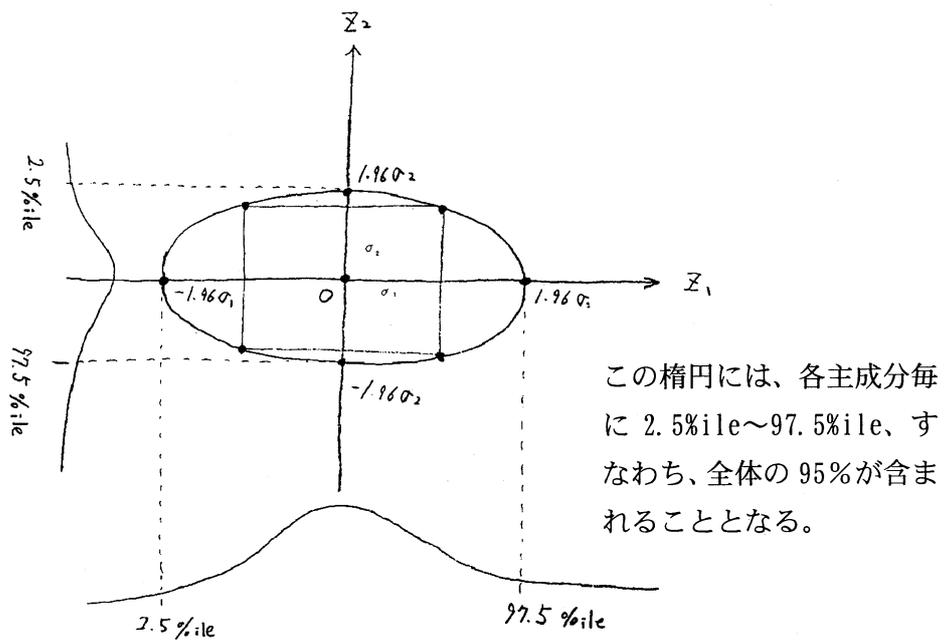
図 2変量での主成分軸

②95%等確率楕円体

各主成分は互いに独立であり、主成分軸は互いに直行する。この座標系において、原点 $0_p(0, 0, \dots, 0)$ を中心とし、各主成分軸においてそれぞれの標準偏差 σ の 1.96 倍 (97.5 パーセンタイル) を径とする楕円体 (3) を考える。

$$\frac{z_1^2}{(1.96\sigma_1)^2} + \frac{z_2^2}{(1.96\sigma_2)^2} + \frac{z_3^2}{(1.96\sigma_3)^2} + \dots + \frac{z_p^2}{(1.96\sigma_p)^2} = 1 \quad (2)$$

図 に 2 変量 ($p=2$) の場合について示す。



一般に第1主成分から第3主成分までで全データの半分以上の情報を表すので、以降、第3主成分までを対象とする（要寄与率確認）。

$$\frac{z_1^2}{(1.96\sigma_1)^2} + \frac{z_2^2}{(1.96\sigma_2)^2} + \frac{z_3^2}{(1.96\sigma_3)^2} = 1 \quad (2)'$$

第4主成分以下は、

$$z_i = 0 \quad (4 \leq i \leq p) \quad (3)$$

とする。

③基本体型の主成分スコア

楕円体(2)'上のいくつかの点および中心を基本体型と考える。

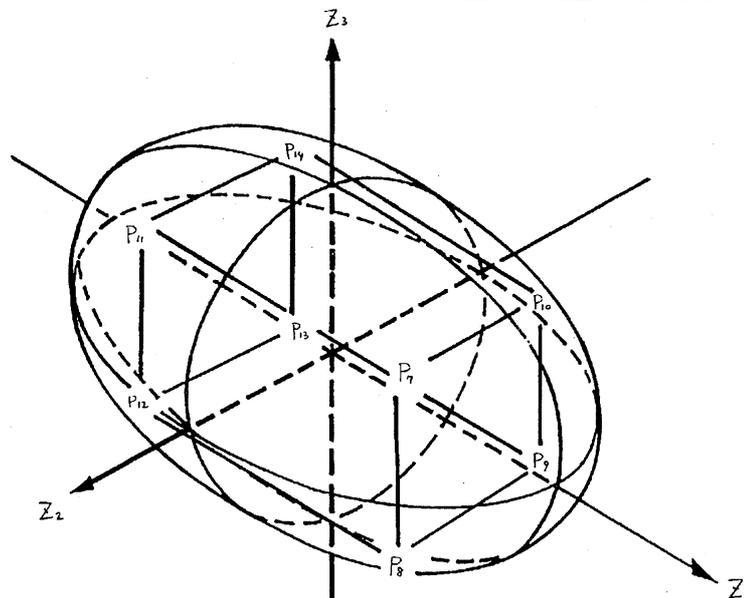


図 3 主成分による基本体型点

a) 原点 The Origin

$P_0(0, 0, 0)$ すべての寸法が平均の人

b) 楕円体と各座標軸との交点

$P_1(1.96\sigma_1, 0, 0)$ 第1主成分得点が非常に高く (97.5%ile) あとは平均の人
 $P_2(-1.96\sigma_1, 0, 0)$ 第1主成分得点が非常に低く (2.5%ile) あとは平均の人
 $P_3(0, 1.96\sigma_2, 0)$ 第2主成分得点が非常に高く (97.5%ile) あとは平均の人
 $P_4(0, -1.96\sigma_2, 0)$ 第2主成分得点が非常に低く (2.5%ile) あとは平均の人
 $P_5(0, 0, 1.96\sigma_3)$ 第3主成分得点が非常に高く (97.5%ile) あとは平均の人
 $P_6(0, 0, -1.96\sigma_3)$ 第3主成分得点が非常に低く (2.5%ile) あとは平均の人

c) 各象限の代表点

下式で示す直線（各軸の分散を方向ベクトルとし原点を通る直線）と 95% 楕円体の交点。

$$\frac{z_1}{\pm\sigma_1} = \frac{z_2}{\pm\sigma_2} = \frac{z_3}{\pm\sigma_3} \quad (4)$$

式(3)'と式(4)より求める交点は以下のとおり。

$$P_8 \left(\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}} \right) \quad z_1 \text{ と } z_2 \text{ の得点が高めで、} z_3 \text{ は低めの人}$$

$$P_9 \left(\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}} \right) \quad z_1 \text{ の得点が高めで、} z_2 \text{ と } z_3 \text{ は低めの人}$$

$$P_7 \left(\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}} \right) \quad \text{すべて高めの人}$$

$$P_{10} \left(\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}} \right) \quad z_1 \text{ と } z_3 \text{ の得点が高めで、} z_2 \text{ は低めの人}$$

$$P_{11} \left(-\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}} \right) \quad z_2 \text{ と } z_3 \text{ の得点が高めで、} z_1 \text{ は低めの人}$$

$$P_{12} \left(-\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}} \right) \quad z_2 \text{ の得点が高めで、} z_1 \text{ と } z_3 \text{ は低めの人}$$

$$P_{13} \left(-\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}} \right) \quad \text{すべて低めの人}$$

$$P_{14} \left(-\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}} \right) \quad z_3 \text{ の得点が高めで、} z_1 \text{ と } z_2 \text{ は低めの人}$$

(2) 座標変換

式(1)を X について解く。

$$\begin{aligned} x_1 &= b_{11}z_1 + b_{12}z_2 + b_{13}z_3 + b_{14}z_4 + \dots + b_{1p}z_p \\ x_2 &= b_{21}z_1 + b_{22}z_2 + b_{23}z_3 + b_{24}z_4 + \dots + b_{2p}z_p \end{aligned} \quad (5)$$

$$x_3 = b_{31}z_1 + b_{32}z_2 + b_{33}z_3 + b_{34}z_4 + \dots + b_{3p}z_p$$

...

$$x_p = b_{p1}z_1 + b_{p2}z_2 + b_{p3}z_3 + b_{p4}z_4 + \dots + b_{pp}z_p$$

where $[b] = [a]^{-1}$

$$\begin{aligned} (4) \text{ より、} \quad x_1 &= b_{11}z_1 + b_{12}z_2 + b_{13}z_3 \\ x_2 &= b_{21}z_1 + b_{22}z_2 + b_{23}z_3 \end{aligned} \quad (5)'$$

$$x_3 = b_{31}z_1 + b_{32}z_2 + b_{33}z_3$$

...

$$x_p = b_{p1}z_1 + b_{p2}z_2 + b_{p3}z_3$$

基本体型の推定寸法を求めるには、上式の z_1 , z_2 , z_3 に、④で求めた各点の座標値を代入すればよい。

例) P_7 に位置する人の寸法を求める。

$$\begin{aligned} x_1 &= b_{11}z_1 + b_{12}z_2 + b_{13}z_3 \\ &= b_{11}\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}} + b_{12}\frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}} + b_{13}\frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}} \end{aligned}$$

2. 1. 2. 2 多次元相関式による基本体型の寸法値算出

(1) 対象とする寸法項目

基本体型を示すための計測項目として、以下の43の項目を採用することとした。

表 使用する寸法項目

| HQL No. | 計測項目 | HQL No. | 計測項目 |
|---------|----------|---------|--------------|
| 2 | 全頭高 | 69 | ヒップ囲 |
| 10 | 頭長 | 70 | 臀囲 |
| 15 | 頭幅 | 74 | 座高 |
| 23 | 頭囲 | 76 | 座位頸椎高 |
| 24 | 頸囲 | 77 | 座位肩峰高 |
| 26 | 身長 | 83 | 座面高 |
| 32 | 肩峰高 | 84 | 座位大腿厚 |
| 34 | 腋窩高 | 85 | 座位臀・膝距離 |
| 41 | 肩峰幅 | 88 | 座位臀・足底距離 |
| 42 | 肩幅 | 89 | 座位臀幅 |
| 46 | 胸部横径 | 91 | 座位腹部厚径(前腕水平) |
| 50 | ウェスト幅 | 93 | 指極 |
| 51 | ヒップ幅 | 101 | 上肢長 |
| 53 | 胸部前後最大距離 | 113 | 上腕囲 |
| 54 | 腹部厚径 | 116 | 手長 |
| 55 | 背丈 | 128 | 手首囲 |
| 56 | 胸幅 | 158 | 股下高 |
| 57 | 背肩幅 | 167 | 臀部厚径 |
| 65 | 乳頭位胸囲 | 169 | 大腿囲 |
| 66 | 下部胸囲 | 174 | 足長 |
| 67 | ウェスト囲 | 178 | 足囲 |
| 68 | 腹囲(腸骨稜位) | | |

(2) 実施結果

①対象サンプル

HQLデータベースより20才女性94サンプルを抽出した。

表 サンプルデータの状況

| 寸法項目 | 最小値 | 最大値 | 平均値 | 標準偏差 |
|--------------|--------|--------|---------|-------|
| 全頭高 | 197.0 | 243.0 | 221.32 | 9.48 |
| 頭長 | 161.0 | 195.0 | 178.53 | 6.92 |
| 頭幅 | 138.0 | 170.0 | 152.37 | 6.24 |
| 頭囲 | 510.0 | 595.0 | 556.41 | 15.64 |
| 頸囲 | 280.0 | 390.0 | 314.98 | 17.26 |
| 身長 | 1449.0 | 1709.0 | 1595.18 | 57.67 |
| 肩峰高 | 1175.5 | 1413.4 | 1292.24 | 52.99 |
| 腋窩高 | 1058.2 | 1316.9 | 1190.19 | 50.49 |
| 肩峰幅 | 317.2 | 406.9 | 354.44 | 18.62 |
| 肩幅 | 359.0 | 498.0 | 410.46 | 21.91 |
| 胸部横径 | 239.0 | 341.0 | 270.62 | 15.68 |
| ウエスト幅 | 186.2 | 306.9 | 232.09 | 21.40 |
| ヒップ幅 | 286.2 | 400.0 | 340.75 | 21.08 |
| 胸部前後最大距離 | 182.8 | 272.4 | 229.05 | 21.06 |
| 腹部厚径 | 165.5 | 300.0 | 214.85 | 22.64 |
| 背丈 | 324.3 | 452.2 | 382.10 | 24.13 |
| 胸幅 | 265.0 | 370.0 | 313.90 | 19.78 |
| 背肩幅 | 360.0 | 442.0 | 395.98 | 20.20 |
| 乳頭位胸囲 | 694.0 | 1085.0 | 831.71 | 63.88 |
| 下部胸囲 | 616.0 | 985.0 | 724.11 | 53.63 |
| ウエスト囲 | 548.0 | 957.0 | 652.71 | 61.04 |
| 腹囲(腸骨稜位) | 622.0 | 1055.0 | 765.44 | 69.16 |
| ヒップ囲 | 812.0 | 1052.0 | 924.10 | 51.74 |
| 臀囲 | 795.0 | 1045.0 | 909.23 | 51.09 |
| 座高 | 794.0 | 924.0 | 863.38 | 26.74 |
| 座位頸椎高 | 548.0 | 665.0 | 614.41 | 22.87 |
| 座位肩峰高 | 493.0 | 631.0 | 566.04 | 23.77 |
| 座面高 | 306.9 | 451.7 | 379.20 | 24.99 |
| 座位大腿厚 | 93.1 | 158.6 | 129.70 | 12.71 |
| 座位臀・膝距離 | 451.7 | 610.3 | 538.01 | 34.35 |
| 座位臀・足底距離 | 836.0 | 1123.0 | 965.79 | 51.63 |
| 座位臀幅 | 293.0 | 398.0 | 340.45 | 20.23 |
| 座位腹部厚径(前腕水平) | 165.5 | 275.9 | 208.07 | 21.47 |
| 指極 | 1380.0 | 1726.0 | 1583.98 | 70.21 |
| 上肢長 | 591.9 | 749.1 | 676.53 | 34.32 |
| 上腕囲 | 208.0 | 347.0 | 260.52 | 26.51 |
| 手長 | 152.6 | 188.3 | 170.23 | 8.57 |
| 手首囲 | 127.0 | 175.0 | 146.65 | 8.00 |
| 股下高 | 615.0 | 830.0 | 718.90 | 38.59 |
| 臀部厚径 | 196.6 | 296.6 | 227.76 | 20.18 |
| 大腿囲 | 447.0 | 655.0 | 537.93 | 38.44 |
| 足長 | 209.0 | 258.0 | 231.28 | 10.95 |
| 足囲 | 200.0 | 255.0 | 225.43 | 10.93 |

②主成分分析（共分散行列による）

第3主成分までで寄与率が80%を越えており、主成分の数を3とする。

表 サンプルデータの主成分分析結果

| 成分 | 固有値 | 寄与率 | 累積寄与率 |
|----|----------|-------|--------|
| 1 | 27685.89 | 52.90 | 52.90 |
| 2 | 13914.69 | 26.59 | 79.49 |
| 3 | 2253.05 | 4.31 | 83.80 |
| 4 | 1590.49 | 3.04 | 86.84 |
| 5 | 1052.33 | 2.01 | 88.85 |
| 6 | 861.38 | 1.65 | 90.49 |
| 7 | 633.42 | 1.21 | 91.70 |
| 8 | 489.46 | 0.94 | 92.64 |
| 9 | 423.20 | 0.81 | 93.45 |
| 10 | 335.31 | 0.64 | 94.09 |
| 11 | 315.99 | 0.60 | 94.69 |
| 12 | 289.56 | 0.55 | 95.25 |
| 13 | 255.85 | 0.49 | 95.73 |
| 14 | 241.91 | 0.46 | 96.20 |
| 15 | 212.08 | 0.41 | 96.60 |
| 16 | 198.42 | 0.38 | 96.98 |
| 17 | 172.20 | 0.33 | 97.31 |
| 18 | 150.35 | 0.29 | 97.60 |
| 19 | 143.91 | 0.27 | 97.87 |
| 20 | 123.58 | 0.24 | 98.11 |
| 21 | 110.12 | 0.21 | 98.32 |
| 22 | 102.82 | 0.20 | 98.52 |
| 23 | 90.91 | 0.17 | 98.69 |
| 24 | 80.95 | 0.15 | 98.84 |
| 25 | 78.53 | 0.15 | 98.99 |
| 26 | 67.63 | 0.13 | 99.12 |
| 27 | 61.28 | 0.12 | 99.24 |
| 28 | 56.81 | 0.11 | 99.35 |
| 29 | 48.48 | 0.09 | 99.44 |
| 30 | 40.98 | 0.08 | 99.52 |
| 31 | 39.64 | 0.08 | 99.60 |
| 32 | 32.10 | 0.06 | 99.66 |
| 33 | 28.59 | 0.05 | 99.71 |
| 34 | 23.92 | 0.05 | 99.76 |
| 35 | 21.40 | 0.04 | 99.80 |
| 36 | 19.50 | 0.04 | 99.84 |
| 37 | 18.60 | 0.04 | 99.87 |
| 38 | 17.13 | 0.03 | 99.90 |
| 39 | 14.94 | 0.03 | 99.93 |
| 40 | 10.81 | 0.02 | 99.95 |
| 41 | 9.13 | 0.02 | 99.97 |
| 42 | 8.74 | 0.02 | 99.99 |
| 43 | 6.62 | 0.01 | 100.00 |

③基準体型の数値

前提条件が満足されたので、式(5)'を用いて算出した基準15体型の寸法値を以下に示す。

表 サンプルデータの基準15体型の寸法値

| | P0 | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 全頭高 | 221.3 | 218.3 | 224.3 | 224.6 | 218.1 | 223.6 | 219.1 | 223.8 | 219.3 | 212.8 | 217.3 | 229.8 | 225.3 | 218.8 | 223.3 |
| 頭長 | 178.5 | 176.6 | 180.4 | 178.2 | 178.9 | 181.2 | 175.9 | 178.9 | 173.7 | 174.3 | 179.6 | 182.7 | 177.5 | 178.1 | 183.4 |
| 頭幅 | 152.4 | 150.6 | 154.1 | 152.8 | 151.9 | 153.9 | 150.8 | 152.6 | 149.5 | 148.6 | 151.7 | 156.2 | 153.1 | 152.1 | 155.2 |
| 頭囲 | 556.4 | 549.3 | 563.5 | 556.5 | 556.3 | 561.8 | 551.0 | 554.9 | 544.0 | 543.8 | 554.6 | 569.0 | 558.2 | 558.0 | 568.8 |
| 頸囲 | 315.0 | 302.3 | 327.6 | 307.8 | 322.2 | 317.7 | 312.3 | 297.8 | 292.4 | 306.8 | 312.2 | 323.1 | 317.7 | 332.1 | 337.5 |
| 身長 | 1595.2 | 1547.5 | 1642.9 | 1637.3 | 1553.0 | 1604.2 | 1586.1 | 1598.7 | 1580.6 | 1496.2 | 1514.3 | 1694.1 | 1676.0 | 1591.7 | 1609.8 |
| 肩峰高 | 1292.2 | 1245.6 | 1338.9 | 1327.9 | 1256.6 | 1295.0 | 1289.5 | 1284.0 | 1278.4 | 1207.2 | 1212.7 | 1377.3 | 1371.8 | 1300.5 | 1306.1 |
| 腋窩高 | 1190.2 | 1147.4 | 1233.0 | 1225.6 | 1154.8 | 1192.0 | 1188.4 | 1184.6 | 1181.0 | 1110.2 | 1113.8 | 1270.2 | 1266.6 | 1195.8 | 1199.3 |
| 肩峰幅 | 354.4 | 340.8 | 368.1 | 356.8 | 352.1 | 357.9 | 351.0 | 346.6 | 339.7 | 334.9 | 341.8 | 373.9 | 367.0 | 362.3 | 369.2 |
| 肩幅 | 410.5 | 391.5 | 429.4 | 398.9 | 422.0 | 412.6 | 408.3 | 382.0 | 377.8 | 400.9 | 405.2 | 420.0 | 415.7 | 438.9 | 443.1 |
| 胸部横径 | 270.6 | 260.1 | 281.1 | 262.5 | 278.7 | 270.9 | 270.3 | 252.2 | 251.7 | 267.9 | 268.5 | 273.3 | 272.7 | 289.0 | 289.5 |
| ウエスト幅 | 232.1 | 213.0 | 251.2 | 223.9 | 240.3 | 230.8 | 233.3 | 203.5 | 206.0 | 222.4 | 219.9 | 241.8 | 244.3 | 260.7 | 258.1 |
| ヒップ幅 | 340.8 | 324.0 | 357.5 | 338.9 | 342.6 | 349.7 | 331.8 | 331.0 | 313.1 | 316.9 | 334.8 | 364.6 | 346.7 | 350.5 | 368.4 |
| 胸部前後最大距離 | 229.0 | 212.7 | 245.4 | 219.6 | 238.5 | 229.9 | 228.2 | 204.1 | 202.4 | 221.3 | 223.1 | 236.8 | 235.0 | 254.0 | 255.7 |
| 腹部厚径 | 214.8 | 196.9 | 232.8 | 203.5 | 226.2 | 212.6 | 217.1 | 183.3 | 187.8 | 210.5 | 206.0 | 219.2 | 223.7 | 246.4 | 241.9 |
| 背丈 | 382.1 | 367.3 | 396.9 | 387.6 | 376.6 | 392.7 | 371.5 | 383.4 | 362.2 | 351.2 | 372.5 | 413.0 | 391.7 | 380.8 | 402.0 |
| 胸幅 | 313.9 | 299.9 | 327.9 | 313.8 | 314.0 | 317.2 | 310.7 | 303.1 | 296.6 | 296.8 | 303.3 | 331.0 | 324.5 | 324.7 | 331.2 |
| 背肩幅 | 396.0 | 381.8 | 410.2 | 397.8 | 394.2 | 398.5 | 393.5 | 386.0 | 381.1 | 377.5 | 382.5 | 414.5 | 409.5 | 405.9 | 410.9 |
| 乳頭位胸囲 | 831.7 | 778.0 | 885.5 | 791.5 | 871.9 | 822.8 | 840.6 | 728.8 | 746.7 | 827.1 | 809.2 | 836.4 | 854.2 | 934.6 | 916.7 |
| 下部胸囲 | 724.1 | 676.5 | 771.8 | 694.4 | 753.8 | 719.7 | 728.5 | 642.4 | 651.1 | 710.6 | 701.8 | 737.7 | 746.4 | 805.9 | 797.1 |
| ウエスト囲 | 652.7 | 597.6 | 707.8 | 618.1 | 687.3 | 644.4 | 661.0 | 554.8 | 571.4 | 640.5 | 623.9 | 664.9 | 681.5 | 750.7 | 734.1 |
| 腹囲(腸骨稜位) | 765.4 | 712.1 | 818.8 | 721.4 | 809.5 | 748.2 | 782.6 | 650.8 | 685.2 | 773.3 | 738.9 | 757.6 | 792.0 | 880.0 | 845.7 |
| ヒップ囲 | 924.1 | 875.5 | 972.6 | 901.3 | 946.9 | 939.2 | 909.0 | 867.8 | 837.6 | 883.2 | 913.5 | 965.0 | 934.7 | 980.3 | 1010.6 |
| 臀囲 | 909.2 | 860.6 | 957.9 | 889.7 | 928.8 | 924.2 | 894.2 | 856.0 | 826.0 | 865.1 | 895.1 | 953.3 | 923.3 | 962.4 | 992.5 |
| 座高 | 863.4 | 848.8 | 878.0 | 876.8 | 850.0 | 881.5 | 845.2 | 880.3 | 844.0 | 817.2 | 853.5 | 909.6 | 873.3 | 846.4 | 882.7 |
| 座位頸椎高 | 614.4 | 601.9 | 626.9 | 625.2 | 603.6 | 628.8 | 600.1 | 627.0 | 598.3 | 576.7 | 605.4 | 652.1 | 623.4 | 601.8 | 630.5 |
| 座位肩峰高 | 566.0 | 552.8 | 579.3 | 574.9 | 557.1 | 580.8 | 551.3 | 576.5 | 547.0 | 529.2 | 558.6 | 602.9 | 573.4 | 555.6 | 585.1 |
| 座面高 | 379.2 | 362.8 | 395.6 | 394.3 | 364.1 | 372.2 | 386.2 | 370.9 | 384.9 | 354.7 | 340.8 | 403.7 | 417.6 | 387.5 | 373.5 |
| 座位大腿厚 | 129.7 | 121.2 | 138.2 | 125.2 | 134.2 | 133.1 | 126.3 | 120.1 | 113.2 | 122.3 | 129.2 | 137.1 | 130.2 | 139.3 | 146.2 |
| 座位臀・膝距離 | 538.0 | 509.7 | 566.3 | 549.2 | 526.8 | 536.0 | 540.1 | 518.9 | 522.9 | 500.5 | 496.4 | 575.5 | 579.6 | 557.2 | 553.1 |
| 座位臀・足底距離 | 965.8 | 921.8 | 1009.8 | 998.7 | 932.9 | 953.7 | 977.9 | 942.7 | 966.8 | 901.0 | 876.8 | 1030.6 | 1054.8 | 988.9 | 964.8 |
| 座位臀幅 | 340.4 | 328.7 | 352.2 | 335.1 | 345.8 | 347.9 | 333.0 | 330.8 | 315.9 | 326.6 | 341.6 | 354.3 | 339.3 | 350.1 | 365.0 |
| 座位腹部厚径 | 208.1 | 193.8 | 222.3 | 196.6 | 219.5 | 208.7 | 207.5 | 183.0 | 181.8 | 204.6 | 205.8 | 211.5 | 210.3 | 233.2 | 234.4 |
| 指極 | 1584.0 | 1526.2 | 1641.7 | 1631.7 | 1536.3 | 1570.7 | 1597.3 | 1560.6 | 1587.2 | 1491.9 | 1465.2 | 1676.1 | 1702.7 | 1607.4 | 1580.7 |
| 上肢長 | 676.5 | 649.3 | 703.8 | 701.2 | 651.9 | 671.5 | 681.6 | 668.9 | 679.0 | 629.7 | 619.6 | 723.4 | 733.5 | 684.1 | 674.1 |
| 上腕囲 | 260.5 | 241.2 | 279.8 | 245.4 | 275.7 | 264.1 | 257.0 | 229.6 | 222.5 | 252.8 | 259.9 | 268.3 | 261.1 | 291.4 | 298.5 |
| 手長 | 170.2 | 164.4 | 176.1 | 174.8 | 165.7 | 170.4 | 170.0 | 169.1 | 168.7 | 159.6 | 160.0 | 180.8 | 180.4 | 171.4 | 171.7 |
| 手首囲 | 146.6 | 140.4 | 152.9 | 145.2 | 148.1 | 147.5 | 145.8 | 139.8 | 138.0 | 141.0 | 142.7 | 152.3 | 150.5 | 153.5 | 155.3 |
| 股下高 | 718.9 | 691.8 | 746.0 | 748.3 | 689.5 | 707.1 | 730.7 | 709.4 | 733.0 | 674.2 | 650.5 | 763.6 | 787.3 | 728.4 | 704.8 |
| 臀部厚径 | 227.8 | 210.9 | 244.7 | 219.3 | 236.3 | 231.0 | 224.5 | 205.6 | 199.1 | 216.1 | 222.7 | 239.4 | 232.9 | 249.9 | 256.4 |
| 大腿囲 | 537.9 | 505.5 | 570.4 | 520.8 | 555.0 | 552.0 | 523.8 | 502.5 | 474.3 | 508.5 | 536.7 | 567.4 | 539.2 | 573.3 | 601.6 |
| 足長 | 231.3 | 223.1 | 239.5 | 236.9 | 225.7 | 232.9 | 229.6 | 230.3 | 227.0 | 215.8 | 219.1 | 246.7 | 243.4 | 232.2 | 235.5 |
| 足囲 | 225.4 | 219.7 | 231.1 | 226.2 | 224.6 | 227.0 | 223.9 | 222.1 | 219.0 | 217.4 | 220.5 | 233.5 | 230.4 | 228.8 | 231.9 |

2. 1. 2. 3 多次元相関式の標準化に向けて

ここまでの検討は、HQLの人体計測データベースに基づくものとなっており、汎用性についての検証が必要である。

そこで、HQLと同様に人体計測データ (Ergo Data) とそのデータを用いたコンピュータ・マネキン (Ergoman) を有するパリ第5大学 (LAA) と国際共同研究を行った。

システムのアーキテクチャや計測項目が異なるため、この共同研究の第1ステップとして、データの共通化を図る必要があった。

この結果を添付資料に掲載する。

今後は、今回研究、導出した多次元相関式を Ergo Data に適用し、有意性のある寸法値の算出可能であるかどうかを検討し、さらに、HQL、LAA相互データ利用のための方策を検討するものとする。

2. 1. 3 人体基本体型の構築

多次元相関式により色々な体型を適切かつ矛盾なく造り出すことが可能となるが、基準となる体型を設定しておくことは、実際の利用場面において非常に有益である。事実、ISOやSEAでも、この点が検討されている。

特に、ISOでは「身長」3種類（5、50、95パーセンタイル）×「胸囲」3種類（5、50、95パーセンタイル）の計9種類の体型を標準体型とし、各々に関して他の部位（腕の長さ、腕の太さ等）の基準値を構成する方向で検討がなされている。本研究開発ではこの基準値を求め、その結果をISOに提案した。

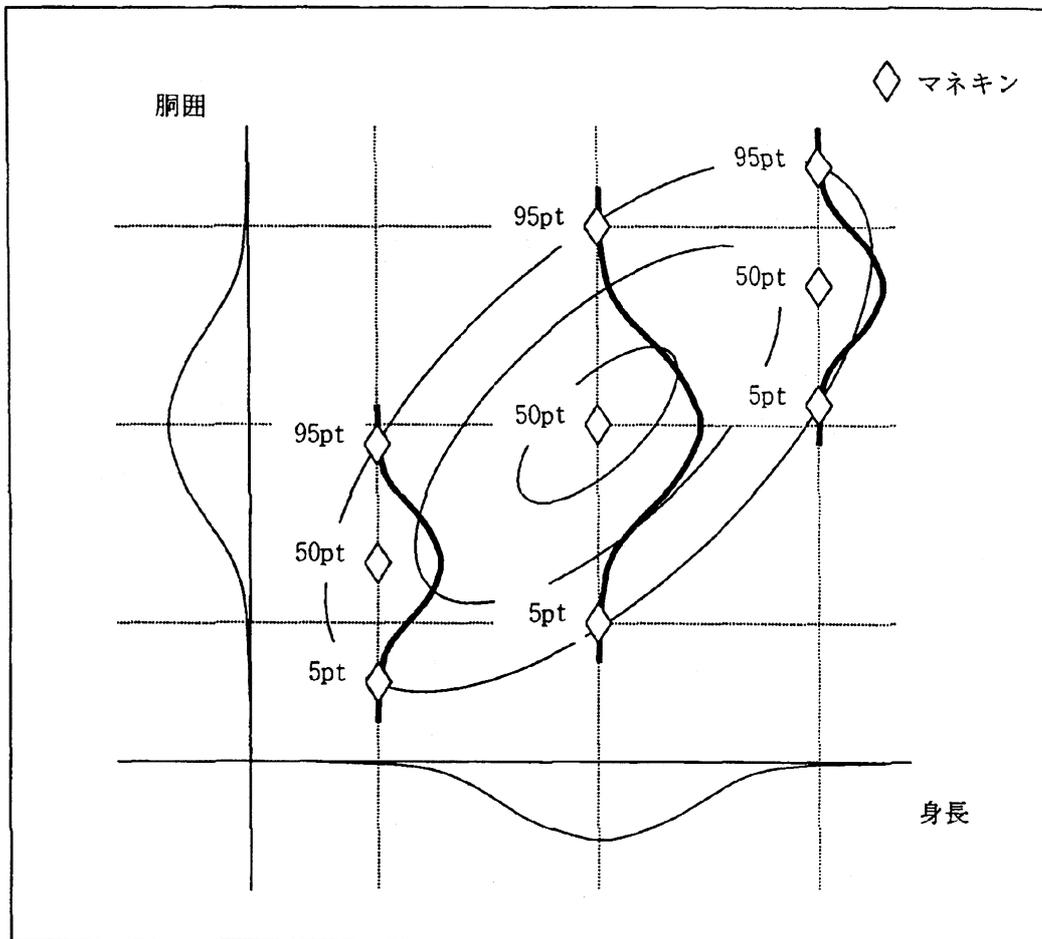


図 日本人の標準体型

表 男性の標準体型

| 身長 | 40-60%ile | 40-60%ile | 40-60%ile | 1-9%ile | 1-9%ile | 1-9%ile | 91-99%ile | 91-99%ile | 91-99%ile |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 胴囲 | 40-60%ile | 1-9%ile | 91-99%ile | 40-60%ile | 1-9%ile | 91-99%ile | 40-60%ile | 1-9%ile | 91-99%ile |
| 人数 | 122 | 47 | 54 | 50 | 19 | 19 | 46 | 18 | 19 |
| 年齢十進 | 46.0 | 30.1 | 48.2 | 62.5 | 68.1 | 63.4 | 32.7 | 27.4 | 37.1 |
| 1体重 | 63.3 | 52.8 | 77.8 | 55.1 | 44.1 | 66.9 | 71.7 | 58.4 | 90.8 |
| 2全頭高 | 233.9 | 230.2 | 238.9 | 227.6 | 223.8 | 224.0 | 241.5 | 238.2 | 245.3 |
| 4頭頂・瞳孔高 | 111.3 | 110.6 | 114.0 | 107.2 | 105.3 | 104.7 | 115.5 | 114.7 | 115.9 |
| 5頭頂・口裂高 | 187.4 | 185.4 | 190.0 | 182.2 | 181.1 | 178.3 | 191.8 | 191.8 | 194.2 |
| 7顔高 | 123.3 | 119.8 | 125.9 | 122.3 | 119.6 | 121.5 | 127.0 | 122.9 | 130.1 |
| 8眼・オトガイ高 | 122.6 | 119.6 | 124.9 | 120.3 | 118.5 | 119.3 | 126.0 | 123.5 | 129.4 |
| 10頭長 | 186.5 | 185.2 | 190.0 | 184.1 | 184.5 | 187.0 | 190.2 | 188.7 | 192.2 |
| 15頭幅 | 160.4 | 158.1 | 163.1 | 156.3 | 151.9 | 158.8 | 161.3 | 162.0 | 164.6 |
| 19瞳孔間距離 | 65.7 | 63.8 | 66.6 | 64.9 | 62.6 | 63.4 | 67.2 | 66.1 | 67.5 |
| 21頭矢状弧長 | 313.9 | 311.4 | 309.8 | 300.0 | 295.4 | 302.3 | 314.9 | 315.8 | 326.9 |
| 22耳珠間頭頂弧長 | 376.5 | 371.6 | 381.3 | 359.9 | 353.1 | 362.1 | 376.2 | 383.3 | 389.2 |
| 23頭囲 | 573.6 | 565.2 | 586.5 | 562.9 | 548.6 | 571.7 | 586.3 | 581.5 | 589.3 |
| 24頸囲 | 370.0 | 346.6 | 402.5 | 365.3 | 334.9 | 396.5 | 376.5 | 354.5 | 410.2 |
| 26身長 | 1663.2 | 1661.0 | 1664.8 | 1548.1 | 1537.1 | 1549.1 | 1779.4 | 1780.6 | 1782.1 |
| 27眼高 | 1541.7 | 1540.7 | 1543.9 | 1431.3 | 1421.0 | 1433.2 | 1650.1 | 1649.4 | 1655.7 |
| 32肩峰高 | 1354.7 | 1349.2 | 1361.1 | 1255.1 | 1250.1 | 1258.8 | 1451.8 | 1449.7 | 1460.4 |
| 41肩峰幅 | 381.4 | 371.7 | 390.0 | 361.0 | 348.1 | 370.8 | 401.5 | 400.2 | 406.5 |
| 42肩幅 | 440.6 | 421.1 | 469.0 | 420.0 | 393.7 | 444.5 | 467.1 | 441.0 | 491.8 |
| 43肘間幅 | 439.9 | 395.5 | 486.6 | 422.9 | 377.2 | 472.2 | 440.7 | 410.0 | 520.4 |
| 46胸部横径 | 306.2 | 287.2 | 332.1 | 289.9 | 262.1 | 303.4 | 316.5 | 297.1 | 350.9 |
| 50ウエスト幅 | 282.6 | 245.3 | 324.0 | 279.9 | 242.8 | 314.0 | 290.2 | 254.8 | 329.0 |
| 51ヒップ幅 | 336.5 | 323.8 | 353.1 | 325.7 | 309.6 | 338.8 | 352.3 | 336.6 | 373.2 |
| 52胸部矢状径 | 195.5 | 176.0 | 225.7 | 200.8 | 191.6 | 226.8 | 198.3 | 182.0 | 226.5 |
| 53胸部前後最大距離 | 234.1 | 212.1 | 263.2 | 237.6 | 210.9 | 259.0 | 234.8 | 213.6 | 266.8 |
| 65乳頭位胸囲 | 900.4 | 819.3 | 995.6 | 877.0 | 797.8 | 956.2 | 920.1 | 837.7 | 1039.4 |
| 67ウエスト囲 | 799.1 | 672.4 | 958.6 | 808.6 | 668.8 | 948.6 | 805.3 | 686.1 | 968.6 |
| 74座高 | 898.5 | 891.2 | 901.0 | 842.2 | 817.1 | 836.6 | 950.5 | 949.6 | 955.1 |
| 76座位頸椎高 | 645.4 | 633.7 | 650.8 | 604.6 | 582.8 | 607.4 | 689.2 | 685.4 | 691.1 |
| 77座位肩峰高 | 594.9 | 583.4 | 602.4 | 554.1 | 534.8 | 554.5 | 635.9 | 629.2 | 646.3 |
| 78座位眼高 | 782.4 | 772.6 | 784.3 | 732.0 | 717.7 | 732.0 | 825.8 | 822.4 | 827.1 |
| 81座位肘頭下縁高 | 269.2 | 263.1 | 278.1 | 247.7 | 236.6 | 260.7 | 286.0 | 283.0 | 283.9 |
| 82座位大腿中央高 | 522.0 | 523.8 | 528.0 | 489.5 | 481.3 | 494.2 | 563.3 | 557.3 | 582.2 |
| 83座面高 | 384.5 | 399.3 | 377.1 | 359.4 | 369.2 | 355.7 | 417.0 | 431.6 | 425.9 |
| 84座位大腿厚 | 137.6 | 124.5 | 151.0 | 130.1 | 112.1 | 138.5 | 146.3 | 125.7 | 156.3 |
| 85座位臀・膝距離 | 548.9 | 543.1 | 561.1 | 523.9 | 506.5 | 526.9 | 582.7 | 577.2 | 589.5 |
| 86座位臀・膝窩距離 | 446.0 | 444.3 | 447.7 | 422.6 | 413.8 | 420.9 | 471.4 | 471.3 | 477.3 |
| 89座位臀幅 | 349.0 | 324.6 | 372.4 | 335.4 | 319.9 | 356.8 | 361.1 | 349.5 | 402.9 |
| 91座位腹部厚径(前) | 237.3 | 202.9 | 285.5 | 249.4 | 211.6 | 292.8 | 232.6 | 209.0 | 281.1 |
| 94上肢挙上指尖高 | 2062.4 | 2061.1 | 2063.4 | 1913.7 | 1908.4 | 1896.2 | 2212.8 | 2210.8 | 2216.4 |
| 96橈骨点高 | 1048.8 | 1040.4 | 1054.8 | 966.2 | 961.0 | 978.2 | 1130.2 | 1118.1 | 1134.1 |
| 97肘頭下縁高 | 1025.2 | 1022.4 | 1031.3 | 946.0 | 948.9 | 962.8 | 1107.2 | 1097.6 | 1120.8 |
| 100指尖高 | 645.8 | 642.1 | 654.7 | 592.7 | 581.5 | 609.5 | 704.7 | 695.1 | 706.2 |
| 101上肢長 | 714.2 | 710.1 | 711.5 | 667.9 | 669.9 | 657.9 | 758.2 | 755.6 | 766.1 |
| 102上腕長 | 310.8 | 310.7 | 311.0 | 295.0 | 292.5 | 290.1 | 328.6 | 331.6 | 336.6 |
| 103前腕長 | 248.7 | 248.4 | 246.5 | 225.4 | 233.8 | 229.0 | 265.2 | 262.7 | 266.6 |
| 104肩峰・肘頭下縁距 | 325.7 | 320.3 | 324.3 | 306.4 | 298.3 | 293.8 | 349.9 | 346.3 | 362.4 |
| 105背・肩峰距離 | 103.8 | 103.6 | 113.1 | 108.1 | 105.6 | 124.7 | 110.6 | 107.3 | 118.1 |
| 107背・指尖距離 | 814.8 | 800.6 | 825.1 | 779.9 | 795.2 | 778.5 | 855.7 | 853.4 | 875.1 |
| 109肘・指尖距離 | 436.6 | 433.4 | 439.7 | 406.7 | 408.4 | 412.9 | 461.6 | 461.9 | 470.2 |
| 115前腕最大囲 | 250.2 | 232.8 | 273.1 | 241.0 | 220.9 | 260.8 | 255.8 | 235.3 | 280.1 |
| 116手長 | 180.4 | 178.8 | 181.7 | 171.9 | 172.8 | 172.7 | 188.9 | 188.7 | 189.9 |
| 117手掌長 | 101.8 | 100.6 | 103.6 | 97.2 | 96.2 | 97.7 | 108.2 | 106.0 | 108.3 |
| 120手幅 | 79.0 | 77.8 | 80.5 | 76.6 | 75.4 | 78.3 | 80.9 | 79.8 | 83.2 |
| 128手首囲 | 163.8 | 155.9 | 173.0 | 161.0 | 156.1 | 168.4 | 166.8 | 159.1 | 174.6 |
| 133第2指長 | 69.7 | 69.6 | 68.8 | 65.4 | 67.4 | 66.1 | 72.0 | 72.9 | 72.6 |
| 138第2指近位関節中 | 20.3 | 18.8 | 21.0 | 20.3 | 20.2 | 21.0 | 20.2 | 19.8 | 21.0 |
| 142第2指遠位関節中 | 17.8 | 16.8 | 18.6 | 17.9 | 17.8 | 18.0 | 17.3 | 17.7 | 18.5 |
| 156腸骨棘高 | 869.5 | 874.3 | 856.9 | 807.3 | 824.7 | 781.3 | 944.6 | 958.2 | 914.0 |
| 158股下高 | 733.1 | 743.8 | 720.2 | 669.7 | 682.3 | 659.3 | 795.6 | 803.2 | 782.1 |
| 160脛骨上縁高 | 414.8 | 416.2 | 424.6 | 389.0 | 394.2 | 386.1 | 458.4 | 451.3 | 454.7 |
| 162下腿最小囲高 | 118.5 | 118.1 | 121.3 | 114.3 | 115.1 | 109.5 | 126.1 | 126.7 | 131.7 |
| 164外果端高 | 45.2 | 44.1 | 47.6 | 43.4 | 41.6 | 42.5 | 50.9 | 46.1 | 49.3 |
| 169大腿囲 | 520.2 | 475.3 | 567.6 | 477.0 | 424.8 | 529.5 | 548.8 | 488.0 | 608.7 |
| 171下腿最大囲 | 359.9 | 332.5 | 388.0 | 332.0 | 301.3 | 365.2 | 374.7 | 335.8 | 411.2 |
| 174足長 | 243.9 | 242.4 | 243.2 | 231.9 | 232.4 | 231.2 | 258.3 | 257.3 | 265.2 |
| 176足幅(足軸直交) | 96.0 | 92.0 | 97.9 | 94.7 | 93.0 | 95.0 | 98.7 | 94.8 | 104.5 |

表 女性の標準体型

| 身長 | 40-60%ile | 40-60%ile | 40-60%ile | 1-9%ile | 1-9%ile | 1-9%ile | 91-99%ile | 91-99%ile | 91-99%ile |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 胸囲 | 40-60%ile | 1-9%ile | 91-99%ile | 40-60%ile | 1-9%ile | 91-99%ile | 40-60%ile | 1-9%ile | 91-99%ile |
| 人数 | 173 | 71 | 70 | 70 | 28 | 28 | 70 | 29 | 27 |
| 年齢十進 | 45.6 | 33.6 | 59.6 | 64.4 | 58.0 | 66.5 | 30.0 | 27.2 | 39.7 |
| 1体重 | 52.1 | 43.8 | 62.6 | 48.5 | 39.1 | 58.2 | 55.2 | 48.3 | 70.9 |
| 2全頭高 | 219.0 | 217.6 | 221.7 | 214.6 | 211.0 | 224.5 | 227.1 | 221.0 | 223.6 |
| 4頭頂・瞳孔高 | 103.3 | 105.2 | 104.1 | 100.9 | 100.8 | 109.9 | 110.5 | 107.8 | 104.2 |
| 5頭頂・口裂高 | 175.6 | 176.4 | 176.7 | 170.9 | 170.5 | 180.6 | 183.9 | 179.4 | 176.7 |
| 7顔高 | 115.5 | 112.4 | 118.7 | 114.9 | 110.0 | 115.8 | 116.8 | 112.8 | 119.7 |
| 8眼・オトガイ高 | 115.7 | 112.5 | 117.7 | 113.8 | 110.2 | 114.7 | 116.6 | 113.2 | 119.4 |
| 10頭長 | 178.5 | 177.0 | 180.8 | 177.5 | 174.9 | 177.3 | 180.0 | 176.0 | 181.1 |
| 15頭幅 | 151.3 | 152.0 | 152.3 | 149.0 | 146.5 | 149.1 | 153.1 | 153.0 | 155.8 |
| 19瞳孔間距離 | 62.1 | 61.9 | 62.8 | 61.1 | 59.6 | 62.0 | 63.6 | 62.4 | 64.0 |
| 21頭矢状弧長 | 296.0 | 297.2 | 300.8 | 288.5 | 287.7 | 292.1 | 300.9 | 297.4 | 306.6 |
| 22耳珠間頭頂弧長 | 365.7 | 360.1 | 371.0 | 351.9 | 348.8 | 354.3 | 371.0 | 369.6 | 375.1 |
| 23頭囲 | 554.2 | 550.4 | 560.8 | 543.4 | 532.7 | 547.0 | 561.4 | 559.0 | 570.6 |
| 24頸囲 | 322.8 | 302.6 | 347.9 | 324.5 | 305.1 | 349.8 | 322.1 | 305.1 | 348.8 |
| 26身長 | 1538.5 | 1540.2 | 1536.7 | 1426.3 | 1425.2 | 1420.5 | 1647.3 | 1641.5 | 1645.7 |
| 27眼高 | 1422.2 | 1423.6 | 1419.5 | 1318.0 | 1318.2 | 1306.9 | 1521.4 | 1517.9 | 1524.4 |
| 32肩峰高 | 1243.9 | 1240.3 | 1248.1 | 1153.0 | 1150.7 | 1151.0 | 1338.5 | 1333.5 | 1345.8 |
| 41肩峰幅 | 344.6 | 339.1 | 354.8 | 330.7 | 311.4 | 339.0 | 357.5 | 352.9 | 369.4 |
| 42肩幅 | 401.5 | 380.4 | 427.7 | 393.1 | 360.6 | 418.1 | 408.6 | 388.7 | 451.1 |
| 43肘間幅 | 403.4 | 355.7 | 451.3 | 407.0 | 356.5 | 455.1 | 388.8 | 360.4 | 455.5 |
| 46胸部横径 | 275.5 | 257.6 | 298.4 | 273.6 | 242.8 | 296.0 | 277.6 | 264.2 | 306.7 |
| 50ウエスト幅 | 242.4 | 211.5 | 287.9 | 255.5 | 214.0 | 292.0 | 238.9 | 211.4 | 284.6 |
| 51ヒップ幅 | 333.0 | 317.1 | 350.5 | 327.0 | 308.5 | 348.0 | 339.7 | 322.5 | 359.6 |
| 52胸部矢状径 | 182.3 | 160.3 | 209.5 | 189.9 | 169.9 | 218.2 | 170.1 | 158.6 | 206.0 |
| 53胸部前後最大距離 | 236.5 | 209.0 | 271.4 | 243.3 | 209.7 | 280.3 | 225.2 | 206.4 | 270.6 |
| 65乳頭位胸囲 | 855.7 | 764.5 | 955.2 | 870.7 | 754.1 | 982.2 | 826.7 | 775.1 | 969.9 |
| 67ウエスト囲 | 691.7 | 590.4 | 844.8 | 736.6 | 601.8 | 893.4 | 661.5 | 591.4 | 823.0 |
| 74座高 | 835.8 | 839.6 | 831.3 | 775.7 | 781.3 | 774.0 | 885.2 | 880.5 | 891.7 |
| 76座位頸椎高 | 593.7 | 595.2 | 597.0 | 549.5 | 550.2 | 551.3 | 633.8 | 626.8 | 643.5 |
| 77座位肩峰高 | 545.5 | 544.9 | 548.1 | 503.7 | 507.5 | 509.9 | 583.0 | 577.0 | 593.3 |
| 78座位眼高 | 722.3 | 724.9 | 717.4 | 670.6 | 680.7 | 669.9 | 762.0 | 755.4 | 766.9 |
| 81座位肘頭下縁高 | 249.2 | 249.9 | 244.4 | 227.2 | 232.0 | 230.5 | 262.5 | 259.5 | 272.2 |
| 82座位大腿中央高 | 478.5 | 472.1 | 485.8 | 447.3 | 440.7 | 446.3 | 508.1 | 501.6 | 522.0 |
| 83座位面高 | 353.4 | 357.2 | 353.2 | 325.7 | 328.8 | 323.9 | 379.8 | 380.6 | 378.0 |
| 84座位大腿厚 | 125.1 | 114.9 | 132.7 | 121.6 | 111.9 | 122.4 | 128.3 | 121.0 | 143.9 |
| 85座位臀・膝距離 | 524.7 | 511.1 | 538.1 | 495.8 | 477.7 | 506.2 | 555.7 | 542.5 | 567.4 |
| 86座位臀・膝窩距離 | 431.5 | 421.6 | 440.7 | 407.6 | 392.2 | 412.8 | 458.6 | 449.9 | 462.6 |
| 89座位臀幅 | 341.8 | 323.0 | 360.7 | 333.6 | 310.0 | 354.1 | 351.1 | 331.4 | 375.9 |
| 91座位腹部厚径(前) | 231.6 | 196.2 | 284.4 | 253.5 | 211.7 | 303.3 | 213.4 | 189.3 | 262.2 |
| 94上肢拳上指尖高 | 1892.2 | 1888.5 | 1906.6 | 1764.7 | 1744.8 | 1763.5 | 2024.2 | 2022.0 | 2034.7 |
| 96橈骨点高 | 962.5 | 958.1 | 965.0 | 886.8 | 884.0 | 887.4 | 1035.4 | 1031.5 | 1041.4 |
| 97肘頭下縁高 | 945.7 | 944.1 | 946.3 | 871.0 | 872.6 | 875.5 | 1017.6 | 1011.1 | 1019.8 |
| 100指尖高 | 598.8 | 598.1 | 595.5 | 544.5 | 540.1 | 544.1 | 647.5 | 642.2 | 653.0 |
| 101上肢長 | 651.6 | 648.5 | 659.9 | 613.7 | 610.6 | 613.5 | 697.0 | 694.6 | 699.1 |
| 102上腕長 | 286.4 | 286.1 | 289.8 | 271.2 | 266.5 | 271.2 | 307.3 | 304.1 | 310.0 |
| 103前腕長 | 223.1 | 220.7 | 226.2 | 203.7 | 205.4 | 201.3 | 238.6 | 243.1 | 239.0 |
| 104肩峰・肘頭下縁距 | 296.3 | 295.0 | 303.6 | 276.6 | 275.5 | 279.4 | 320.4 | 317.6 | 321.1 |
| 105背・肩峰距離 | 96.0 | 89.2 | 116.5 | 100.7 | 92.7 | 123.3 | 96.5 | 85.4 | 108.0 |
| 107背・指尖距離 | 750.7 | 731.0 | 769.6 | 721.1 | 703.6 | 727.9 | 784.0 | 769.5 | 805.0 |
| 109肘・指尖距離 | 398.4 | 393.0 | 408.4 | 380.1 | 369.5 | 379.8 | 422.1 | 418.7 | 429.0 |
| 115前腕最大囲 | 219.6 | 203.2 | 239.1 | 219.2 | 198.7 | 235.3 | 221.9 | 205.6 | 247.6 |
| 116手長 | 166.6 | 163.9 | 170.2 | 162.0 | 157.2 | 159.1 | 174.4 | 171.7 | 175.8 |
| 117手掌長 | 93.6 | 91.8 | 95.9 | 91.5 | 88.6 | 90.1 | 97.8 | 95.9 | 99.0 |
| 120手幅 | 71.9 | 70.0 | 73.5 | 69.3 | 70.3 | 70.0 | 73.0 | 70.7 | 76.2 |
| 128手首囲 | 148.7 | 138.9 | 159.6 | 151.5 | 140.0 | 158.0 | 148.5 | 143.4 | 161.0 |
| 133第2指長 | 65.0 | 64.4 | 65.4 | 62.2 | 61.3 | 61.2 | 68.8 | 67.6 | 68.6 |
| 138第2指近位関節幅 | 18.8 | 17.6 | 20.0 | 19.3 | 18.3 | 19.3 | 18.4 | 17.1 | 19.1 |
| 142第2指遠位関節幅 | 16.4 | 15.2 | 17.5 | 16.7 | 16.0 | 17.1 | 16.0 | 14.7 | 16.6 |
| 156腸骨棘高 | 812.9 | 812.6 | 806.8 | 752.3 | 751.7 | 737.1 | 877.4 | 877.8 | 879.4 |
| 158股下高 | 683.0 | 683.9 | 675.8 | 624.8 | 630.0 | 615.4 | 748.6 | 753.9 | 743.7 |
| 160脛骨上縁高 | 380.5 | 377.9 | 383.8 | 354.9 | 348.9 | 352.4 | 412.7 | 407.6 | 414.2 |
| 162下腿最小囲高 | 105.9 | 107.2 | 109.0 | 97.8 | 97.3 | 98.2 | 111.7 | 107.3 | 110.8 |
| 164外果端高 | 40.5 | 39.5 | 40.9 | 37.6 | 37.8 | 36.5 | 43.2 | 40.9 | 42.3 |
| 169大腿囲 | 515.8 | 479.0 | 541.2 | 495.0 | 457.5 | 526.4 | 530.9 | 495.7 | 587.1 |
| 171下腿最大囲 | 339.6 | 319.5 | 357.4 | 323.5 | 307.0 | 341.3 | 353.6 | 333.3 | 385.7 |
| 174足長 | 223.8 | 221.4 | 228.6 | 214.2 | 210.1 | 216.0 | 235.9 | 232.7 | 240.0 |
| 176足幅(足軸直交) | 89.7 | 85.4 | 93.4 | 87.8 | 85.3 | 90.8 | 90.9 | 88.9 | 95.7 |

2. 2 形態推定アルゴリズムの開発

前述した相関式および基準体型で扱う寸法は、あくまでも人体表面を計測した数値である。これには人間の関節の位置、関節から隣接する関節までの長さ等に関する情報は含まれていない。コンピュータ・マネキンにおいて人間モデルを構成するためには、この人体表面の計測データから間接点や間接間距離を推定しなければならない。

また、周囲長に関するデータは、そのままでは使用できない。円周が分かっている円を描く場合に、まず円周から半径を求めて、これから円を描かなければならないのと同様である。例えば、人体モデルの胴を生成する場合、コンピュータの中では幾何学的な形状をいくつか重ね合わせて胴の形状を発生させるが、発生させた結果の胴囲と計測データの値との誤差を実用上問題のない程度に押さえる近似式を構成する必要がある。

これら、人体の形態を推定し発生させるための手法（アルゴリズム）を構築する。

2. 2. 1 形態推定アルゴリズム導出の考え方

2. 2. 1. 1 現在の算出方法

①関節点の位置算出方法

各関節点と各特徴点の絶対座標を HQL データから以下のようにして算出している。

表 関節点の算出方法

| 関節点名 | 座標 |
|------------|---|
| (1) 頭蓋・脊柱間 | $x=y=0, z=\text{耳珠高 } H28$ |
| (2) 頸・胸椎間 | $x=y=0, z=\text{頸椎高 } H30$ |
| (3) 胸・腰椎間 | (2) 頸・胸椎間関節点と(12) 股間点の midpoint |
| (4) 腰・仙椎間 | (3) 胸・腰椎間関節点と(12) 股間点を結ぶ線分上の股間点から $\frac{1}{3}$ の点 |
| (5) 肩 | 肩峰点と橈骨点を結ぶ線分上で肩峰点から $\frac{1}{4}$ の点 (Δ). 肩峰点: $x=0, y=\pm\text{肩峰幅 } H41/2, z=\text{肩峰高 } H32$. 橈骨点: $x=0, y\sim\pm\text{最外体幅 } H45/2, z=\text{橈骨点高 } H96$. |
| (6) 肘 | $x=0, y=\pm\text{肘間幅 } H43/2, z=\text{肘頭下縁高 } H97$ |
| (7) 手根 | $x=0, y\pm\text{肘間幅 } H43/2, z=\text{橈骨茎突高 } H98$ |
| (8) 股 | $x=0, y\pm\text{ヒップ幅 } H51/4, z=\text{大腿長 } H165+\text{脛骨上縁高 } H160$ |
| (9) 膝 | $x=0, y\pm\text{ヒップ幅 } H51/4, z=\text{膝蓋骨中央高 } H159$ |
| (10) 足根 | $x=0, y\pm\text{ヒップ幅 } H51/4, z=\text{内果端高 } H163$ |

表 特徴点の算出方法

| 点名 | 座標 |
|----------|--|
| (11) 頭頂 | $x=y=0, z=\text{身長 } H26$ |
| (12) 股間 | (8) 左右股関節点の midpoint |
| (13) 手指尖 | $x=0, y \pm \text{肘間幅 } H43/2, z=\text{指尖高 } H100$ |
| (14) 足指尖 | $x=\text{足長 } H174, y=z=0$ |

②セグメントの寸法算出方法

各セグメントの寸法は以下のように HQL データから算出している。

表 各部位の寸法値

| セグメント名 | X 軸方向 | Y 軸方向 | Z 軸方向 |
|---------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 頭蓋 | 頭長 H10, 頭長の半分 Δ | 頭幅 H15 | 全頭高 H2, 上から頭耳高 H3 |
| 頸椎 | 頸囲 $H24/\pi$ | X 軸方向と同じ | (1) 頭蓋・脊柱間関節点, (2) 頸・胸椎間関節点間の距離 |
| 胸椎 | 胸部前後最大距離 H53, 背肩峰距離 $H105\Delta$ | 胸部横径 H46 | (2) 頸・胸椎間関節点, (3) 胸・腰椎間関節点間の距離 |
| 腰椎 | 座位腹部厚径前腕水 H91 | ウエスト幅 H50 | (3) 胸・腰椎間関節点, (4) 腰・仙椎間関節点間の距離 |
| 肩 (左右) | 座位腹部厚径前腕水 H91, 背肩峰距離 $H105\Delta$ | 肩峰幅 H41 | (2) 頸・胸椎間関節点, (5) 肩関節点間の距離 |
| 上腕 (左右) | 腕付け根の厚さ H110 | (肩幅 $H42 - \text{胸部横径 } H46)/2$ | (5) 関節点, (6) 肘関節点間の距離 |
| 前腕 (左右) | 前腕最大囲 $H115/\pi$ | X 軸方向と同じ | (6) 肘関節点, (7) 手根関節点間の距離 |
| 手根 (左右) | 最大手幅 H121 | 手厚 H127 | 手長 H116 |
| 股 | 臀部厚径 H167 | ヒップ幅 H51 | (4) 腰・仙椎間関節点と (8) 股関節点間の距離の z 成分 |
| 大腿 (左右) | 座位大腿厚 H84 | X 軸方向と同じ | (8) 股関節点, (9) 膝関節点間の距離 |
| 下腿 (左右) | 膝厚径 H168 | X 軸方向と同じ | (9) 膝関節点, (10) 足根関節点間の距離 |
| 足根 (左右) | 足長 H174 | 足幅 (足軸直交) H176 | ボール高 H173 |

注意:

○Z 軸方向: 関節点の説明参照

○2 項目記載してある場合は 2 項目が接合点 (仙骨に近いほうの関節点) の座標値

○頸椎は z 軸を中心とする円柱、前腕、大腿、下腿は z 軸に平行な直線を軸とする円柱

○仙骨セグメントは股セグメントに覆われると考えられるので、セグメント寸法を明記していない

2. 2. 1. 2 研究開発する方法

(1) 推定式取得法の概要

平成9年度コンピュータ・マネキンの各体節の形状は、角を丸めた四角形（フィレット）で表現される。この場合、各体節の形状を決定するためには、体節の寸法（節長、節幅、節幅など）および形状（最大幅の位置、中心軸に

対する前後、左右の分割比率など）を、与えなければならない。

これらの寸法を個別に計測するのは煩雑かつ困難であり、実際に大規模計測データも入手しにくい。

これに対応するために、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」において体節寸法詳細推定式を検討している。

具体的には、ISO-7250で規定された身体寸法項目から、コンピュータ・マネキンの体節形状を決定するのに必要な寸法項目を推定することを考える。基本的に、マネキン体節寸法項目と相関の高いISO寸法項目を見つけだし、回帰式などで推定する。このためには、マネキン体節寸法項目とISO寸法項目の双方を同一被験者で計測したデータセットが、推定式の導出に十分なサンプル数だけ必要になる。このデータセットから、寸法間の相関関係を調べ、推定式を導出した。

(2) データ

マネキンの体節寸法項目は非常に多く、このすべての項目とISO-7250の計測項目を網羅したデータセットは存在しない。特に、生体内関節位置のデータはほとんど入手不可能である。そこで、ここでは体表面から計測できる寸法項目については同一被験者によるデータセットを用いて推定式を導出し、生体内の関節位置については、別の少数被験者のデータをもとに推定式を導出することとした。

したがって、ISO-7250で規定された寸法項目（すべて体表面から計測可能なもの）から生体内の関節位置などを推定する式は、2種類のデータセットで別々に導出された推定式を組み合わせるようになる。ここでは、体表面の身体寸法データ、内部関節点位置を取得する全身X線写真データに加え、足部の輪郭図とフットプリントのデータセット、手掌部の寸法のデータセットの4種類のデータを利用した。データの概要を以下に示す。

①旧製品科学研究所で計測した身体寸法データ

- ・計測時期：1991～1992年
- ・計測機関：旧製品科学研究所（河内ほか）
- ・被験者年齢：18～29歳
- ・被験者数：男性217名、女性203名
- ・計測項目：ISO-7250の全項目を含む男性251、女性254項目の身体寸法および前面・側面の体型写真。計測項目は文献に記載されている。本報告書では、この文献中の計測項目番号を用いて、IPRI-C10（肩峰・肘頭距離）のように表記する。また、体節の厚さや幅などが計測されていない場合は、体型写真からこれらの項目を計測した。
- ・使用したデータサンプル数
 直接計測した身体寸法データ：全データサンプル（男性217名、女性203名）直接計測した
 身体寸法データ：全データサンプル（男性217名、女性203名）
 体型写真から取得した身体寸法データ：身長の男性10パーセンタイル以下、男性40-60パーセンタイル以内、男性90パーセンタイル以上、女性10パーセンタイル以下、女性40-60パーセンタイル以内、女性90パーセンタイル以上の合計男性83名、女性76名

表 体型写真データ、足部データの被験者数

| グループ体型写真データ | 人数 | 身長範囲 | 足データ人数 |
|----------------|----|-------------|--------|
| 男性10パーセンタイル以下 | 19 | 1515-1632mm | 39 |
| 男性40-60パーセンタイル | 43 | 1695-1727 | 132 |
| 男性90パーセンタイル以上 | 21 | 1799-1877 | 44 |
| 女性10パーセンタイル以下 | 19 | 1446-1527 | 33 |
| 女性40-60パーセンタイル | 38 | 1572-1604 | 48 |
| 女性90パーセンタイル以上 | 19 | 1658-1735 | 15 |

②X線全身写真（重心線入り）

- ・撮影時期：1973～1979年
- ・撮影者（撮影機関）：鈴木裕視（鈴木整形外科）
- ・被験者年齢：男性30代、女性20～30代
- ・計測項目：次頁図参照。
- ・使用したサンプル数：男性2名、女性3名

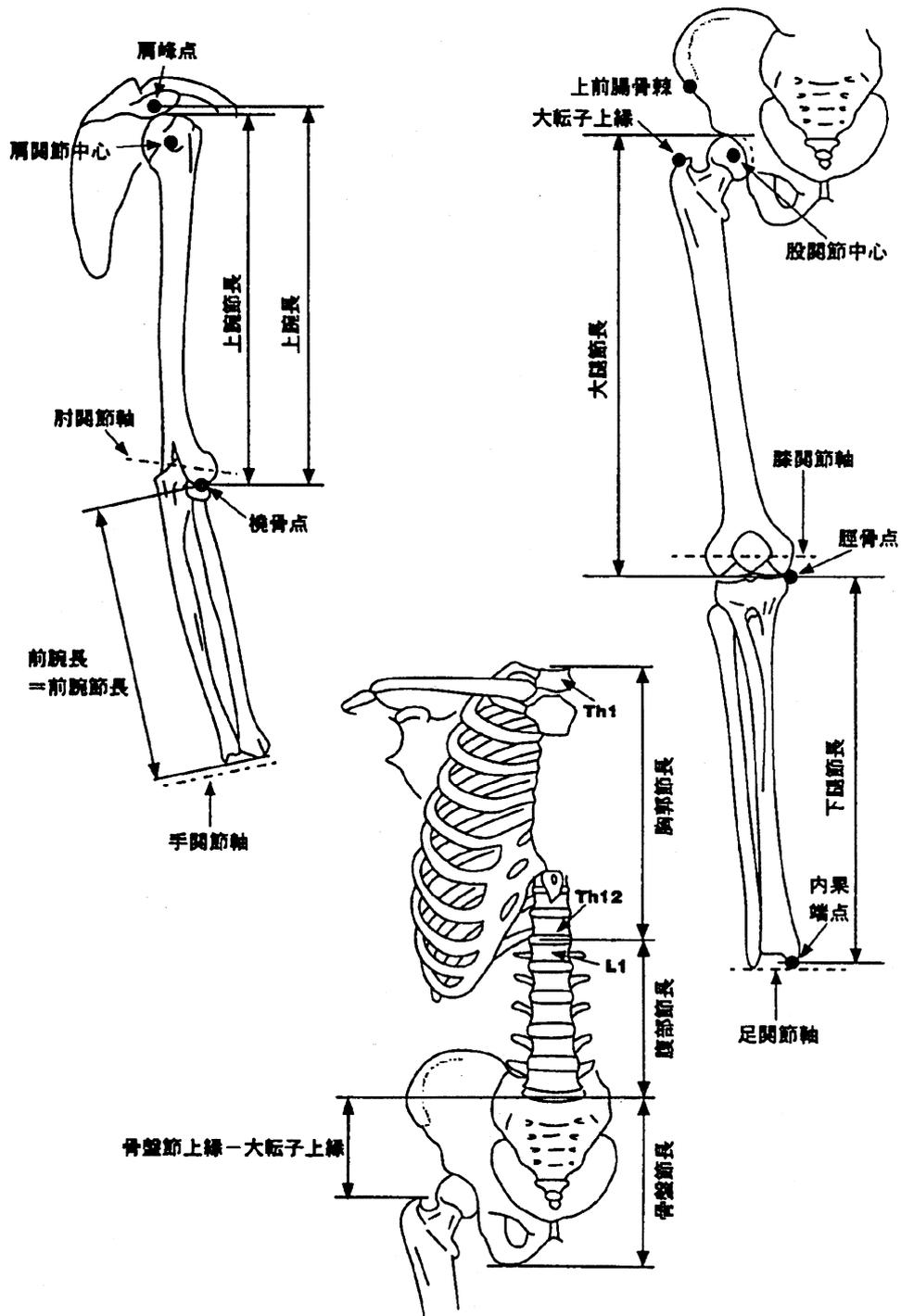
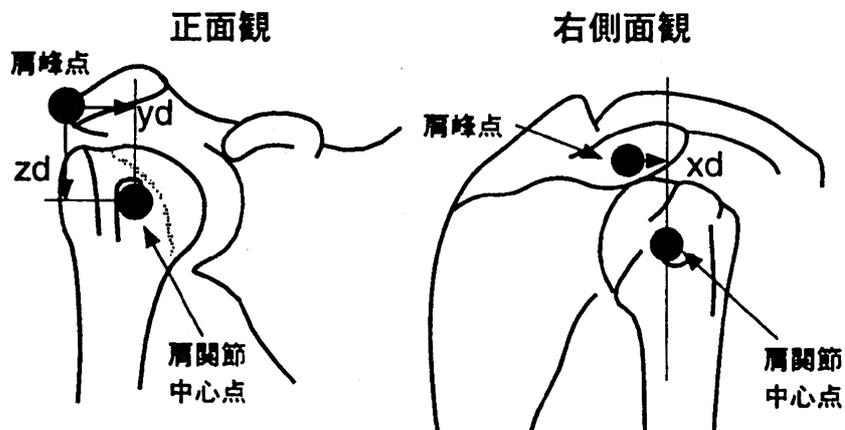


図 X線フィルムからの計測項目

肩関節中心点



xd: 前後方向、 +: 前方、 -: 後方
 yd: 左右方向、 +: 内側、 -: 外側
 zd: 上下方向、 +: 上方、 -: 下方

股関節中心点

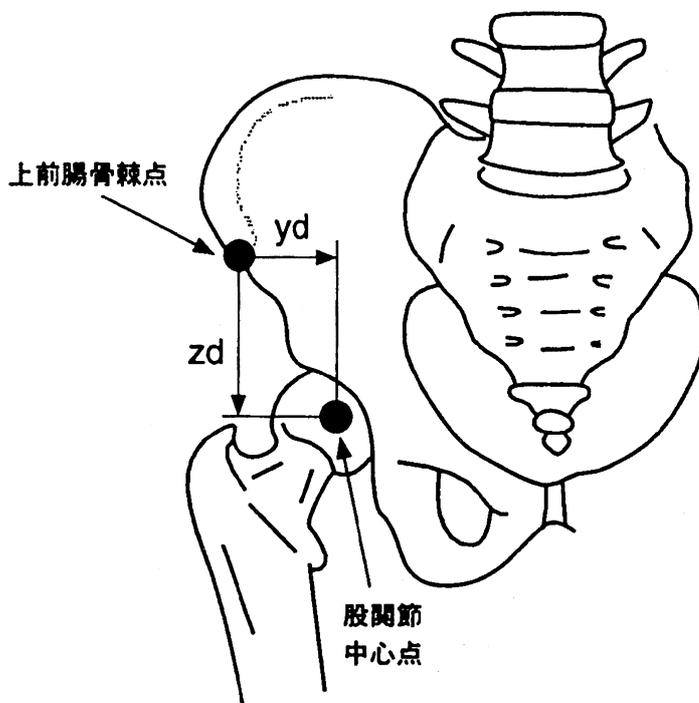


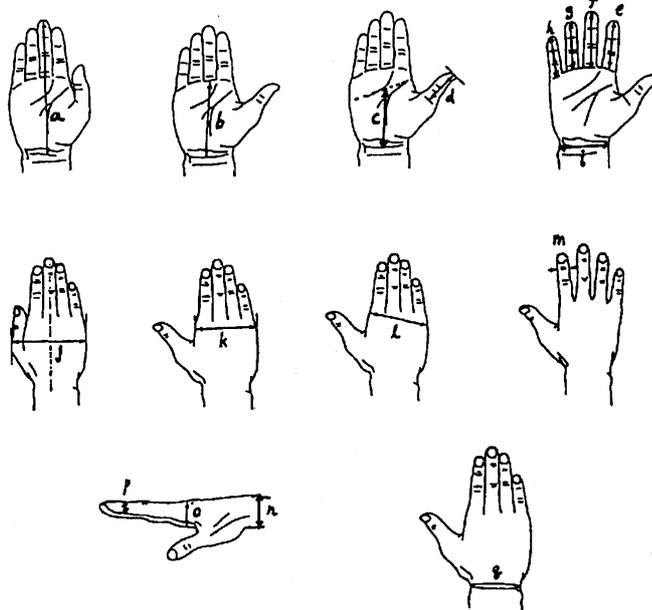
図 関節中心位置の推定

③足部輪郭線・フットプリント

- ・計測時期：1992～1993年
- ・計測機関（計測者）：東京大学理学部人類学教室（足立ほか）
- ・被験者年齢：男性18～26歳、女性18～25歳
- ・被験者数：男性571名、女性233名
- ・計測項目：立位状態での足部輪郭線とフットプリント
- ・使用したデータサンプル数：身長の男性10パーセント以下、男性40-60パーセント以内、男性90パーセント以上、女性10パーセント以下、女性40-60パーセント以内、女性90パーセント以上の合計男性215名、女性96名

④手掌部寸法

- ・計測時期：1998年
- ・計測機関（計測者）：大阪市立大学（岡田ほか）
- ・被験者年齢：21～39歳
- ・被験者数：男性10名、女性11名
- ・計測項目：手首幅、手長、手幅、最大手幅、手掌厚、手部周径など17項目
- ・使用したデータサンプル数：全データサンプル（男女21名分）



a:手長 (+) b:手掌長 (+) c:手首中手基節関節間距離 d:母指長
 e:第2指長 (+) f:第3指長 g:第4指長 h:第5指長 i:手首幅 (*)
 j:最大手幅(手軸直交) (*) k:手幅(手軸直交) (+) l:手幅(中手点間)
 m:第2指遠位関節幅 n:手首厚 (*) o:手掌厚 (*) p:第2指厚
 q:手首周径 (*)

*:算出式で推定される項目 +:算出式の説明変数の候補となる項目
 (手の図は、河内、他「設計のための人体寸法データ集」生命工学工業技術研究所研究報告、2(1)、1994を一部改題)

図 手掌部計測項目

(3) 寸法データ取得法

① 体型写真データからのデータ取得法

立体型写真データは、標準立位姿勢（背すじを自然に伸ばし、両足の内側を平行にして約15cm開いて立つ。肘と指を伸ばして上肢を下垂し、手の甲を前面に向ける）および標準座位姿勢（背すじを伸ばし、大腿裏全面を座面につけて下腿を鉛直に保持したとき、足底全体が床面につくように座面高を調節する。両足の内側を平行にして約15cm開く。上腕を下垂し、肘を約80度に曲げ前腕を前上方に出し、手掌が向い合うようにする）で撮影したものをを用いた。体型写真からの特徴点位置等の読み取りには Macintosh 上で動作する Adobe PhotoShop を用いた。画像の例を図19に示す。画像の解像度は1024×768画素で、1画素あたりの解像度は約1.5mmである。画像から取得した点は図20のデータシートに示される27点である。

被験者ごとに求めた肩峰高（IPRI-B19）-内果高（IPRI-M2）および写真から読み取った肩峰高-内果点相当高の2つの寸法値の対応関係から、写真の画素値を実寸に変換する係数を算出した。実寸変換係数は被験者ごと、姿勢ごとにすべて計算し直し、固有の値を利用した。なお、このときレンズの歪みは考慮していない。

② X線写真からのデータ取得法

X線写真から取得した寸法項目の計測法と、関節中心点位置推定のための計測項目を図に示す。

③ 足部輪郭線図からのデータ取得法

足部輪郭図およびフットプリントデータの一例を図21に示す。踵点と脛側中足点と腓側中足点の中点を結ぶ直線を足軸（X軸）とし、踵点を原点とする座標系で、点（1）～（9）の座標値をディジタイザ（グラフィック社製KD4000）で入力し、以下に示す5項目の寸法を計算した。

計測点

- (1) 踵点
- (2) フットプリントの踵点
- (3) 足首断面前後径中心位置：内果最突出点と外果最突出点を結ぶ直線と足軸の交点
- (4) フットプリントの指先点
- (5) 指先点：踵点から最も離れた指先位置をX軸に投影した点
- (6) 腓側中足点
- (7) フットプリントの腓側中足点

(8)フットプリントの脛側中足点

(9)脛側中足点

計測項目

(A) 足長：(5)のX座標値－(1)のX座標値

(B) フットプリントの足長：(4)のX座標値－(2)のX座標値

(C) 足首断面前後径中心位置：(3)のX座標値

(D) ボール幅：(9)のY座標値－(6)のY座標値

(E) フットプリントのボール幅：(8)のY座標値－(7)のY座標値

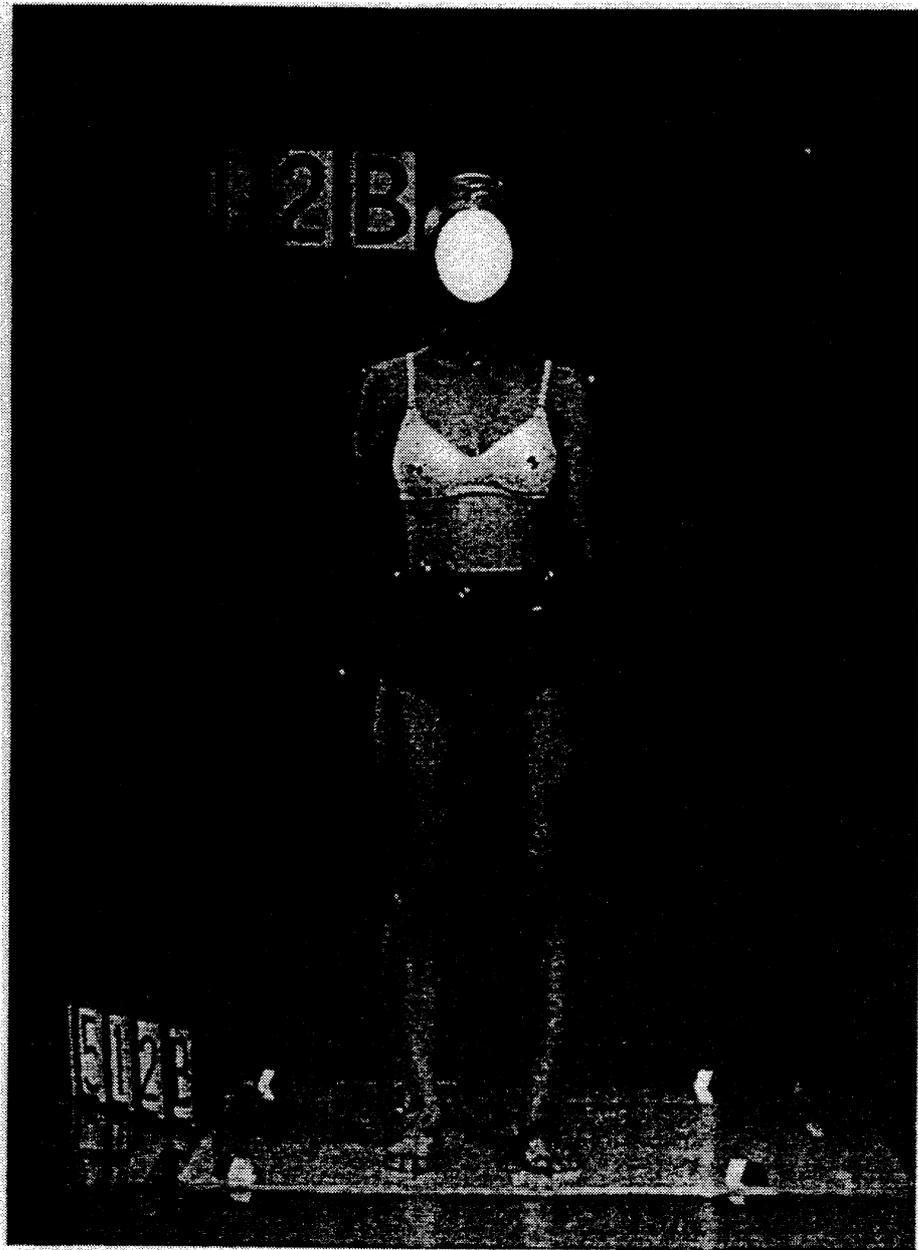


図 体型写真の例

被験者ID: 8

計測者氏名:

計測年月日:

| 0) 全身のマーク 立位 | 51-8B 正面写真より | | 52-8B 側面写真より | |
|-----------------|--------------|-----|--------------|-----|
| | X | Y | X | Y |
| 右耳珠点 | 7 | 2 | 499 | 356 |
| 右眉中心 | 520 | 262 | 505 | 386 |
| 右眉峰点 | 464 | 214 | 442 | 149 |
| 胸骨上点 | 465 | 290 | 449 | 369 |
| 胸骨下点 | 420 | 266 | 400 | 385 |
| 臍点 | 352 | 254 | 330 | 389 |
| ウエスト点 | 362 | 222 | 332 | 363 |
| 右肩胛骨点 | 342 | 225 | 325 | 365 |
| 右肘子点 | 322 | 216 | 297 | 356 |
| 右肘骨点 | 322 | 194 | 355 | 352 |
| 右肘骨実点 | 302 | 195 | 279 | 346 |
| 右中指指節点 | 283 | 200 | 254 | 357 |
| 右大指骨外側上顆 | 7 | 2 | 7 | 2 |
| 右腕骨中央 | 209 | 221 | 176 | 354 |
| 右内果指端点 | 114 | 226 | 71 | 333 |

| 立位 | 55-8D 正面写真より | | 56-8D 側面写真より | |
|-----|--------------|-----|--------------|---|
| | X | Y | X | Y |
| 7 | 2 | 453 | 236 | |
| 428 | 286 | 459 | 265 | |
| 374 | 235 | 379 | 227 | |
| 376 | 290 | 403 | 250 | |
| 333 | 293 | 349 | 262 | |
| 293 | 281 | 7 | 2 | |
| 269 | 245 | 284 | 242 | |
| 7 | 2 | 7 | 2 | |
| 249 | 232 | 260 | 244 | |
| 224 | 216 | 292 | 239 | |
| 7 | 2 | 7 | 2 | |
| 7 | 2 | 7 | 2 | |
| 7 | 2 | 7 | 2 | |
| 210 | 240 | 227 | 369 | |
| 7 | 2 | 7 | 2 | |

| 1) 上肢 | 正面写真より | | 側面写真より | |
|---------|--------|-----|--------|-----|
| | X | Y | X | Y |
| 肘付指節外側点 | 431 | 199 | 412 | 327 |
| 肘付指節内側点 | 431 | 223 | 412 | 364 |
| 中央指節外側点 | 422 | 199 | 407 | 327 |
| 中央指節内側点 | 423 | 224 | 407 | 361 |
| 腕骨点外側点 | 372 | 194 | 355 | 333 |
| 腕骨点内側点 | 372 | 217 | 355 | 361 |

| 2) 前腕 | 正面写真より | | 側面写真より | |
|---------|--------|-----|--------|-----|
| | X | Y | X | Y |
| 最大指節外側点 | 370 | 195 | 379 | 335 |
| 最大指節内側点 | 370 | 216 | 338 | 362 |
| 手首指節外側点 | 302 | 195 | 279 | 341 |
| 手首指節内側点 | 307 | 211 | 279 | 355 |

| 3) 胸部 | 正面写真より | | 側面写真より | |
|----------|--------|---|--------|-----|
| | X | Y | X | Y |
| 右肩峰位後の点 | | | 442 | 320 |
| 右肩峰位前の点 | | | 442 | 370 |
| 乳頭位後の点 | | | 404 | 321 |
| 乳頭位前の点 | | | 404 | 385 |
| ウエスト位後の点 | | | 339 | 332 |
| ウエスト位前の点 | | | 332 | 389 |
| 胸骨位後の点 | | | 320 | 322 |
| 胸骨位前の点 | | | 325 | 382 |
| 臍部最凸位後の点 | | | 291 | 311 |
| 臍部最凸位前の点 | | | 291 | 382 |
| 股湾位後の点 | | | 247 | 326 |
| 股湾位前の点 | | | 247 | 372 |

図 体型写真から読み取った項目

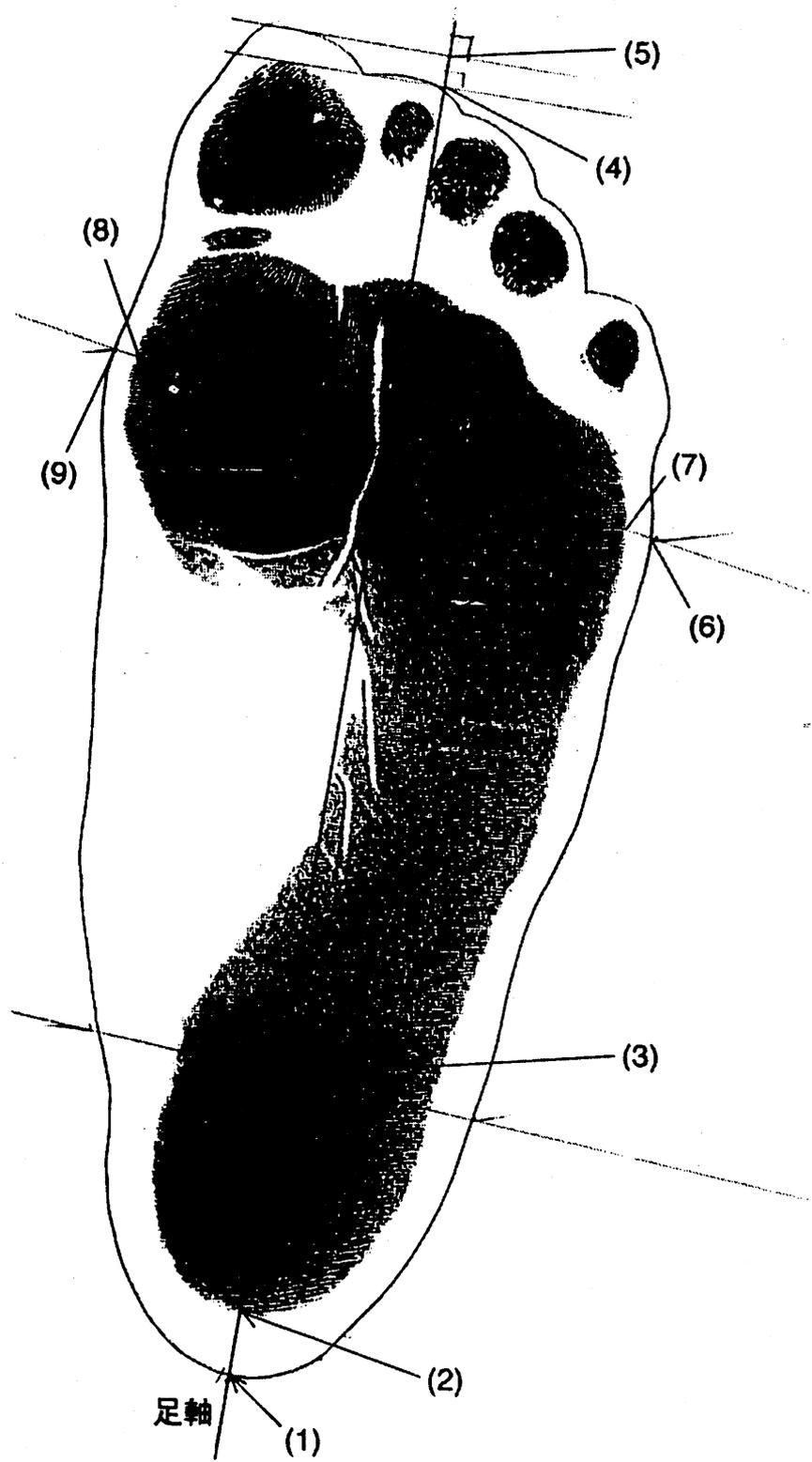


図 足部輪郭線とフットプリントの例

(4) 上腕節

①節長

I S O - 4 . 2 . 6 (肩峰・肘頭距離) から、上腕節長を推定する式を求める。

- ・ I P R I - C 1 0 (肩峰・肘頭距離) から、I P R I - C 7 (上腕長) を推定する関係式を求める。
- ・ I P R I - C 7 の測定点に相当する点をX線フィルムから取得する。また、生体内上腕節長に相当する長さをX線フィルムから取得する。これらのデータから、I P R I - C 7 に相当する寸法から生体内上腕長を推定する関係式を求める。

男性:

- (a) 上腕長=5.604+0.903×肩峰・肘頭距離 (r=0.949)
- (b) 上腕節長=0.957×上腕長

女性:

- (a) 上腕長=-2.670+0.936×肩峰・肘頭距離 (r=0.960)
- (b) 上腕節長=0.959×上腕長

注：r は相関係数

②厚さ・幅

H Q L - 1 1 3 (上腕囲) = I P R I - F 2 5 (上腕囲) から、上腕の近位、最大囲位、遠位での厚さと幅を推定する。

- ・ 体型写真データの立位正面、立位側面から、上腕近位（腕付根レベル）の厚さ、幅、上腕最大囲位の厚さ、幅、上腕遠位（橈骨点レベル）の厚さと幅を取得し、実寸に変換する。
- ・ これらのデータを同一被験者の I P R I - F 2 5 (上腕囲) とともに統計処理して、上腕近位、最大囲位、遠位の幅と厚さを上腕囲から推定する関係式を取得する。

男性:

- (a) 上腕近位幅=57.475+0.067×上腕囲 (r=0.174) この回帰式は有意でない。
- (b) 上腕近位厚=8.283+0.418×上腕囲 (r=0.597)
- (c) 上腕最大囲位幅=20.576+0.215×上腕囲 (r=0.577)
- (d) 上腕最大囲位厚=-22.326+0.469×上腕囲 (r=0.569)
- (e) 上腕遠位幅=38.555+0.131x 上腕囲 (r=0.544)
- (f) 上腕遠位厚=40.699+0.172×上腕囲 (r=0.456)

女性:

- (a) 上腕近位幅=3.849+0.254×上腕囲 (r=0.525)
- (b) 上腕近位厚=12.955+0.383×上腕囲 (r=0.785)
- (c) 上腕最大囲位幅=4.816+0.524×上腕囲 (r=0.692)
- (d) 上腕最大囲位厚=-4.313+0.398×上腕囲 (r=0.748)
- (e) 上腕遠位幅=55.51+0.063×上腕囲 (r=0.258) この回帰式は有意でない。
- (f) 上腕遠位厚=22.672+0.207×上腕囲 (r=0.664)

③高さ・厚さの分割比率

幅方向、厚さ方向の分割比率は1 : 1とする。

長軸方向の分割比率は体型写真から読み取ったデータより計算する。

- ・立位正面（特徴点がみえないときは立位側面）体型写真から、肩峰点、橈骨点、上腕最大囲レベルマークの座標を読み取る。上腕長（肩峰点と橈骨点の間の高さの差）に対して上最大囲レベルが肩峰点から何%の位置にあるかを、全体型写真から計算した。

男性：50.2%（一定値）

女性：50.7%（一定値）

- ・上腕節長の上端からの最大囲の位置は、以下のとおりである。

男性：48.0%（一定値）

女性：48.6%（一定値）

(5) 前腕節

①節長

ISO-4.2.7（壁面・手首）から、生体内前腕長（肘関節点～手関節点までの距離）を推定する式を求める。

- ・ISO4.2.7（壁面・手首）=IPRI-C17（壁面・手首）からIPRI-C8（前腕長）を推定する関係式を求める。

- ・IPRI-C8の測定点に相当する点をX線フィルムから取得する。また、生体内前腕長をX線フィルムから取得する。これによって、IPRI-C8から生体内前腕長を推定する関係式を求める。

男性:

(a) 前腕長=5.151+0.902×壁面・手首 (r=0.917)

(b) 前腕節長=前腕長×1.00

女性:

(a) 前腕長=49.791+0.734×壁面・手首 (r=0.805)

(b) 前腕節長=前腕長×1.00

②厚さ・幅

HQL-115（前腕最大囲）＝IPRI-F26（前腕最大囲）から、最大囲位、遠位での厚さと幅を推定する。前腕の近位の幅と厚さは上腕遠位の幅、厚さと等しいものとする。

- ・ 体型写真データの立位正面、立位側面から、前腕最大囲位の厚さ、幅、前腕遠位の厚さと幅を取得し、実寸に変換する。
- ・ これらのデータを同一被験者のIPRI-F26（前腕最大囲）とともに統計処理して、前腕最大囲位および遠位の幅と厚さを推定する関係式を取得する。

男性：

- (a) 前腕最大囲位幅=13.422+0.239×前腕最大囲 (r=0.649)
- (b) 前腕最大囲位厚=-9.833+0.393×前腕最大囲 (r=0.746)
- (c) 前腕遠位幅=19.659+0.268×前腕最大囲 (r=0.479)
- (d) 前腕遠位厚=26.51+0.089×前腕最大囲 (r=0.264)

この回帰式は有意でない。

女性：

- (a) 前腕最大囲位幅=-8.129+0.357×前腕最大囲 (r=0.677)
- (b) 前腕最大囲位厚=7.473+0.315×前腕最大囲 (r=0.701)
- (c) 前腕遠位幅=24.162+0.215×前腕最大囲 (r=0.407)
- (d) 前腕遠位厚=-24.171+0.311×前腕最大囲 (r=0.686)

③高さ・厚さの分割比率

幅方向、厚さ方向の分割比率は1：1とする。

長軸方向の分割比率は体型写真からよみとったデータより計算する。

- ・ 立位正面（特徴点がみえないときは立位側面）体型写真から、橈骨点、前腕最大囲レベル、橈骨茎突点の座標を読み取る。前腕長（橈骨点と橈骨茎突点の間の高さの差）＝前腕節長に対して前腕最大囲レベルが上端から何%の位置にあるかを全体型写真から計算する。

男性：20.7%（一定値）

女性：19.8%（一定値）

(6) 大腿節

①節長

ISO-4.1.6（上前腸骨棘高）＝IPRI-B13（上前腸骨棘高）とISO-4.1.8（脛骨上縁高）＝IPRI-B25（脛骨上縁高）から、実際の大腿節長を推定する。

- ・ I P R L - B 1 3 (上前腸骨棘高) と I P R I - B 2 5 (脛骨上縁高) の測定点に相当する点を X 線フィルムから取得する。また、大腿節長 (大腿骨頭上縁から脛骨上縁までの垂直距離) を X 線フィルムから取得する。これらから、I P R I - B 1 3、I P R I - B 2 5 から大腿節長を推定する関係式を求める。

男性:

$$(a) \text{ 大腿節長} = 0.921 \times (\text{上前腸骨棘高} - \text{脛骨上縁高})$$

女性:

$$(a) \text{ 大腿節長} = 0.922 \times (\text{上前腸骨棘高} - \text{脛骨上縁高})$$

② 厚さ・幅

ISO 4. 4. 12 (大腿囲) = I P R I - F 1 6 (大腿囲 (殿溝)) から、大腿の近位 (殿溝レベル)、遠位 (膝蓋骨中央レベル) での厚さと幅を推定する。

- ・ I P R I - E 8 (大腿厚)、I P R I - D 1 5 (大腿幅) を ISO 4. 4. 12 (大腿囲) = I P R I - F 1 6 (大腿囲 (殿溝)) から推定する式を求める。同様に、I P R I - E 9 (膝厚)、I P R I - D 1 6 (膝幅) を ISO - 4. 4. 12 (大腿囲) = I P R I - F 1 6 (大腿囲 (殿溝)) から推定する式を求める。

男性:

$$(a) \text{ 大腿幅} = 8.71 + 0.292 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.939)$$

$$(b) \text{ 大腿厚} = -21.181 + 0.354 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.920)$$

$$(c) \text{ 膝幅} = 45.637 + 0.116 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.784)$$

$$(d) \text{ 膝厚} = 58.071 + 0.111 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.706)$$

女性:

$$(a) \text{ 大腿幅} = 16.704 + 0.278 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.893)$$

$$(b) \text{ 大腿厚} = -12.323 + 0.366 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.915)$$

$$(c) \text{ 膝幅} = 30.624 + 0.135 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.690)$$

$$(d) \text{ 膝厚} = 44.971 + 0.133 \times \text{大腿囲 (殿溝)} \quad (r=0.708)$$

③ 高さ・厚さの分割比率

幅方向、厚さ方向の分割比率は 1 : 1 とする。

長軸方向には中間断面がないので分割比率は必要ない。

(7) 下腿節

①節長

ISO-4. 1. 8 (脛骨上縁高) = IPR I - B 2 5 (脛骨上縁高) から、下腿節長を推定する。

- ・ IPR I - B 2 5 (脛骨上縁高) の測定点に相当する点をX線フィルムから取得する。また、下腿節長1 (脛骨上縁から脛骨内果下縁までの垂直距離) をX線フィルムから取得する。これらから、IPR I - B 2 5 から下腿節長を推定する関係式を求める。下腿長=脛骨上縁高-内果端高とするとき、下腿節長を推定する式は以下の通りである。

男性：

(a) 下腿節長=0.977×下腿長

女性：

(a) 下腿節長=0.975×下腿長

②厚さ・幅

HQL-171 (下腿最大囲) = IPR I - F 2 0 (下腿最大囲) から、最大囲位、遠位 (下腿最小囲レベル) での厚さと幅を推定する。下腿近位の幅と厚みは大腿遠位の幅と厚みに等しいものとする。

- ・ IPR I - D 1 7 (下腿最大幅)、IPR I - E 1 0 (下腿最大厚) と IPR I - F 2 0 (下腿最大囲) の関係式、また IPR I - D 1 8 (下腿最小幅)、IPR I - E 1 1 (下腿最小厚) と IPR I - F 2 0 (下腿最大囲) の関係式を求め、HQL-171 (下腿最大囲) から最大囲位、遠位の厚さと幅を推定できるようにする。

男性：

(a) 下腿最大幅=-2.859+0.320×下腿最大囲 (r=0.951)

(b) 下腿最大厚=-1.116+0.309×下腿最大囲 (r=0.936)

(c) 下腿最小幅=15.055+0.120×下腿最大囲 (r=0.674)

(d) 下腿最小厚=16.819+0.156×下腿最大囲 (r=0.796)

女性：

(a) 下腿最大幅=-13.158+0.347×下腿最大囲 (r=0.938)

(b) 下腿最大厚=5.133+0.297×下腿最大囲 (r=0.935)

(c) 下腿最小幅=10.508+0.127×下腿最大囲 (r=0.664)

(d) 下腿最小厚=22.419+0.144×下腿最大囲 (r=0.708)

③高さ・厚さの分割比率

幅方向、厚さ方向の分割比率は1 : 1 とする。

長軸方向の分割比率は、I P R I - B 2 5（脛骨点高）、I P R I - B 2 6（下腿最大囲高）、I P R I - M 3（内果端高）から取得する。下腿最大囲位置が下腿節長に対して上端から何パーセントの位置にあるかを全資料から計算した値は以下の通りである。

男性：33.9%（一定値）

女性：37.5%（一定値）

（8）胸郭

①節長

- ・ X線フィルムから頸・胸椎関節位置、胸・腰椎関節位置、座骨結節下端位置をよみとり、胸郭節長、腹部節長、骨盤節長それぞれの、3つの節長の和に対する比率を求める。
 - ・ 3つの節長の和をI P R I - B 8（頸椎高）- I S O - 4. 1. 6（上前腸骨棘高）から推定する式を求める。
 - ・ また、各節長をI P R I - B 8（頸椎高）- I S O - 4. 1. 6（上前腸骨棘高）から推定する式を求める。
- 各節長間の比率は以下の通りである。

男性：胸郭節長：腹部節長：骨盤節長 = 44.8 : 28.8 : 26.4

女性：胸郭節長：腹部節長：骨盤節長 = 46.3 : 26.5 : 27.2

胸郭節長の推定式は以下のとおりである。

男性：（頸椎高 - 上前腸骨棘高）× 0.558

女性：（頸椎高 - 上前腸骨棘高）× 0.568

②厚さ・幅

I S O - 4. 2. 8（肩峰幅）= I P R I - D 7（肩峰幅）、I S O - 4. 2. 16（乳頭位胸部厚径）= I P R I - E 2（胸部厚径）、I S O - 4. 4. 8（頸囲）= I P R I - F 1（頸囲）、I S O - 4. 4. 9（胸囲）= I P R I - F 5（胸囲（静時））、I S O - 4. 4. 10（ウエスト囲）= I P R I - F 10（胴囲）から、胸郭節の上瑞（頸部）厚・幅、肩峰位の厚・幅、乳頭位の厚・幅、下端（胴部）厚・幅を推定する。

- ・ 頸部端は厚と幅を同じ寸法とし、I P R I - D 1（頸付根幅）を用いる。頸付根幅を推定する式を求める。
- ・ 肩峰位の幅はI S O - 4. 2. 8（肩峰幅）= I P R I - D 7（肩峰幅）をそのまま利用する。肩峰位の前後径は体型写真から計測し、これを推定する式を求める。
- ・ 乳頭位の幅はI S O - 4. 2. 8（胸部横径）= I P R I - D 4（胸部横

径)、厚さはISO-4.2.16 (乳頭位胸部厚径) = IPRI-E2 (胸部厚径) を用いる。

- ・腹部の幅はIPRI-D8 (胴部横径)、厚さはIPRI-E3 (胴部厚径) を用いる。これらを、ISO-4.4.10 (ウェスト囲) = IPRI-F10 (胴囲) から推定する式を求める。

男性

- (a) 頸付根幅=49.443+0.266×頸囲 (r=0.611)
- (b) 肩峰位前後径=65.544+0.394×胸部厚径 (r=0.554)
- (c) 胴部横径=37.975+0.303×胴囲 (r=0.921)
- (d) 胴部厚径=-37.383+0.313×胴囲 (r=0.912)

女性:

- (a) 頸付根幅=50.306+0.241×頸囲 (ISO4.4.8=IPRI-F1) (r=0.525)
- (b) 肩峰位前後径=-3.538+0.452×頸囲 (r=0.482)
- (c) 胴部横径=56.796+0.269×胴囲 (r=0.839)
- (d) 胴部厚径=-12.147+0.271×胴囲 (r=0.842)

③高さ・厚さの分割比率

幅方向の分割比率は1:1とする。

厚さ方向の分割比率は、体型写真から取得する。

高さ方向の分割比率は、X線写真データと製科研寸法データから取得する。

(A) 厚さ方向の分割比率

体型写真から取得した厚さ方向の分割比は、下端部前後径の中心を原点として求める。すなわち、下端部では、原点が前端から厚さの50%の位置にある。

(a) 肩峰レベル

男性：前端からの原点の位置：13.5% (一定)

女性：前端からの原点の位置：26.9% (一定)

(b) 乳頭レベル

男性：前端からの原点の位置：37.0% (一定)

女性：前端からの原点の位置：52.1% (一定)

(c) 下端

男性：前端からの原点の位置：50.0% (一定)

女性：前端からの原点の位置：50.0% (一定)

(B) 高さ方向の分割比率

旧製科研寸法データの胸郭節長、IPRI-B8 (頸椎高)、IPRI-

B19（肩峰高）、IPRI-B6（乳頭高）から求めた高さ方向の分割比は以下のとおりである。

男性：頸椎-肩峰・肩峰乳頭：乳頭下端=26.2:47.9:25.9（一定）

女性：頸椎肩峰：肩峰-乳頭：乳頭-下端=25.2:48.1:26.8（一定）

（9）腹部

①節長

胸郭節長と同様に求める。腹部節長の推定式は以下のとおりである。

男性：（頸椎高-上前腸骨棘高）×0.360

女性：（頸椎高-上前腸骨棘高）×0.318

②厚さ・幅

ISO-4.4.10（ウエスト囲）=IPRI-F10（胴囲）、ISO-4.1.12（殿幅）=IPRI-D6（殿幅）から、腹部節の近位および遠位の厚・幅を推定する。

・上端の幅はIPRI-D8（胴部横径）、厚さはIPRI-E3（胴部厚径）を用いる。これは胸郭節の下端の幅、厚さと同じである。

・遠位の幅はIPRI-D9（腸骨稜幅）、厚さはIPRI-E4（臍位腹部厚径）を用いる。これらの寸法項目とIPRI-F10（胴囲）あるいはIPRI-D6（殿幅）との関係式を求める。

男性：

(a) 遠位の幅=76.981+0.595x 殿幅 (r=0.607)

(b) 遠位の厚み=-23.059+0.288x 胴囲 (r=0.898)

女性：

(a) 遠位の幅=115.782+0.445x 殿幅 (r=0.467)

(b) 遠位の厚み=-1.816+0.261x 胴囲 (r=0.840)

③高さ・厚さの分割比率

幅方向の分割比率は1:1。厚さ方向の分割比率は体型写真から取得する。

長軸方向には中間断面がないので分割比率は必要ない。

(A) 厚さ方向の分割比率

体型写真から取得した厚さ方向の分割比は、下端部前後径の中心を原点として求める。すなわち、下端部では、原点が前端から厚さの50%の位置にある。

(a) 上端位置

男性：前端からの原点の位置：50.7%（一定）

女性：前端からの原点の位置：52.3%（一定）

(b) 下端位置

男性：前端からの原点の位置：50.0%（一定）

女性：前端からの原点の位置：50.0%（一定）

(B) 幅方向の分割比率

男女とも1:1。

(10) 骨盤節

①節長

胸郭節長と同様に求める。腹部節長の推定式は以下のとおりである。

男性：(第7頸椎高-上前腸骨棘高) × 0.330

女性：(第7頸椎高-上前腸骨棘高) × 0.334

②厚さ・幅

- ・近位端の幅はIPRI-D9（腸骨稜幅）、厚さはIPRI-E4（臍位腹部厚径）を用いる。これらは腹部節の下端の幅、厚さと同じである。
- ・大転子位の幅はIPRI-D10（大転子間幅）を、厚みはIPRI-E6（殿部厚径）を用いる。 $ISO-4.4.10$ （ウェスト囲）=IPRI-F10（胴囲）あるいは $ISO-4.1.12$ （殿幅）=IPRI-D6（殿幅）からこれらを推定する式を求める。
- ・遠位端の幅は $ISO-4.1.12$ （殿幅）=IPRI-D6（殿幅）をそのまま用いる。厚さはIPRI-E8（大腿厚）を用いる。この厚さは大腿節近位端の厚さと同じである。

男性：

(a) 大転子間幅=73.94+0.710×殿幅 (r=0.812)

(b) 殿部厚径=52.072+0.243×胴囲 (r=0.777)

女性：

(a) 大転子間幅=52.486+0.811×殿幅 (r=0.911)

(b) 殿部厚径=60.29+0.176×胴囲 (r=0.588)

③高さ・厚さの分割比率

幅方向の分割比率は1:1とする。厚さ方向の分割比率は体型写真から取得する。

(A) 厚さ方向の分割比率

全体型写真から取得した厚さ方向の分割比は、下端部前後径の中心を原

点として求める。

すなわち、下端部では、原点が前端から厚さの50%の位置にある。

(a) 上端位置

男性：前端からの原点の位置：56.7% (一定)

女性：前端からの原点の位置：60.6% (一定)

(b) 大転子位置

男性：前端からの原点の位置：45.4% (一定)

女性：前端からの原点の位置：44.0% (一定)

(c) 下端位置

男性：前端からの原点の位置：50.0% (一定)

女性：前端からの原点の位置：50.0% (一定)

(B) 高さ方向の分割比

X線写真から求めた高さ方向の分割比は以下のとおりである。

男性：上端－大転子÷上端－下端＝0.60

女性：上端－大転子÷上端－下端＝0.65

(11) 手節

①節長

ISO-4.3.1 (手長) をそのまま利用する。

②厚さ・幅

大阪市立大学にて新たに取得したデータより、以下の推定式を求めた。
推定式はステップワイズ重回帰分析による。

(a) 近位置端の幅＝7.788+0.266×手長 (r=0.883)

(b) 近位置端の厚＝-4.472+0.248×手長 (r=0.850)

(c) 手首周長＝-100.528+0.476×手長+0.856×手幅 (手軸直交) (r=0.942)

(d) 最大手幅＝0.344+0.493×手掌長+0.555×手幅 (手軸直交) (r=0.949)

(e) 手掌厚＝-3.679+0.201×手長 (r=0.722)

ただし、手掌厚：撓側中手点と尺側中手点を通る断面の最大厚さ

③高さ・厚さの分割比率

大阪市立大学にて新たに取得したデータより、以下の推定式を求めた。得られた分割比は以下のとおりである。

(a) 最大手幅位の幅の分割比: 尺側÷撓側=1. 10 (標準偏差=0. 13)

図 (a÷b)

(b) 最大手幅位の長軸方向の分割比: 遠位÷近位=1. 70 (標準偏差=0. 09)

図 (c÷d)

(c) 手部先端の幅方向の分割比: 尺側÷撓側=1. 32 (標準偏差=0. 27)

図 (e÷f)

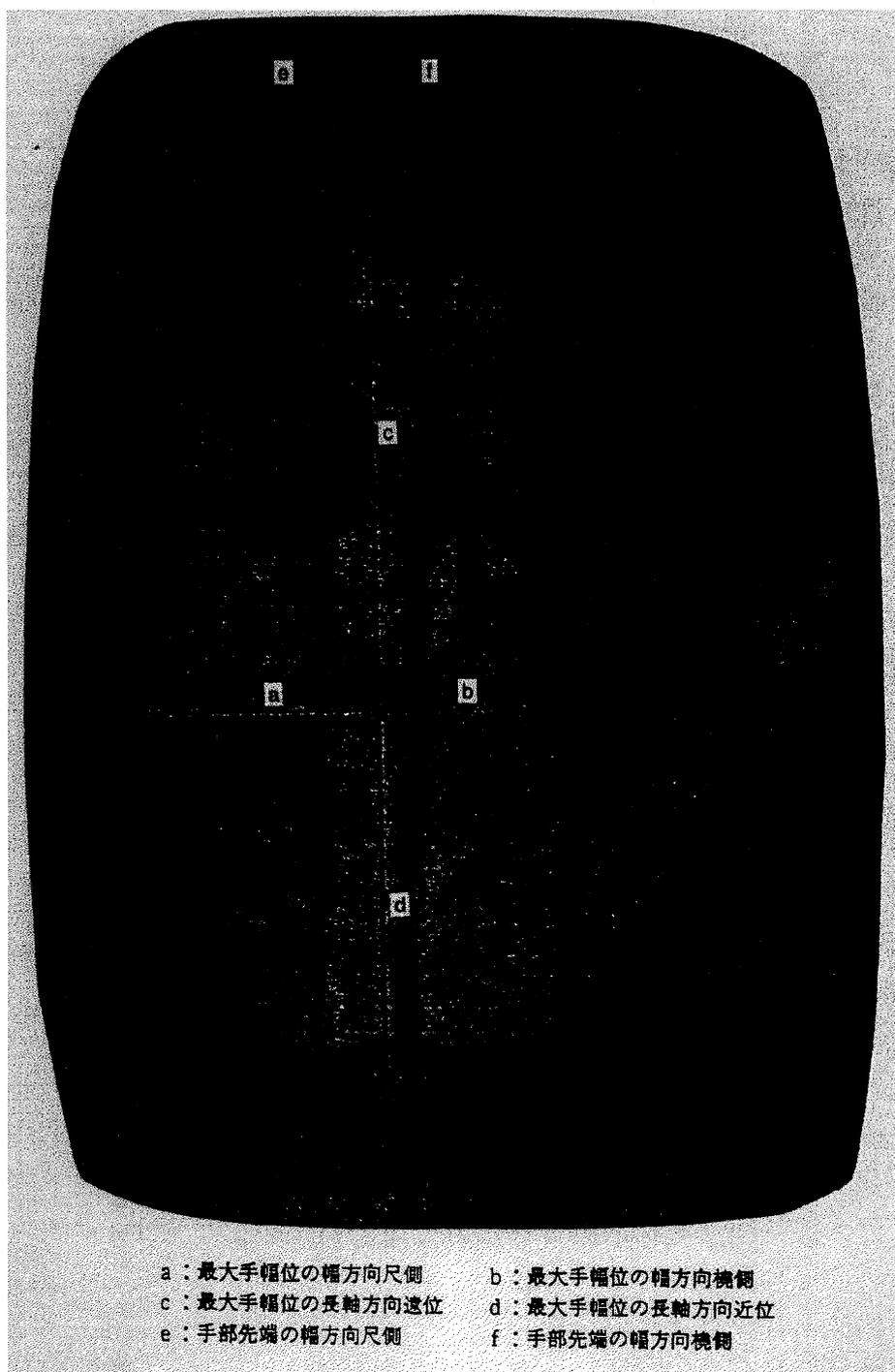


図 手の分割比率

(12) 足部

①節長（床面から足関節までの高さ）

I P R I - M 3（内果端高）をそのまま用いる。これをHQL-163（内果高）=I P R I - M 2（内果高）から推定する。

推定式は以下の通りである。

男性:足部節長= $-10.581+0.345 \times \text{内果高}$ ($r=0.844$)

女性:足部節長= $-2.106+0.900 \times \text{内果高}$ ($r=0.922$)

②厚さ・幅

- ・近位端の厚さと幅は、下腿節遠位端の厚さと幅に等しい。
- ・最大囲位の厚さはISO-4.3.7（足長） \cong I P R I - M 1 8（足長）、幅はISO-4.3.8（足幅） \cong I P R I - M 2 6（ポール幅）を利用する。
- ・遠位端はフットプリントの厚さと幅から決定する。これは、足立氏所有のデータから実測する。これを、それぞれI P R I - M 1 8（足長）、I P R I - M 2 6（ポール幅）相当寸法から推定する。
- ・男女それぞれについて、身長が40～60パーセントイルに入る被験者から求めた関係式は以下の通りである。

男性:

(a) 遠位端の厚さ=フットプリント長= $29.085+0.806 \times \text{足長}$ ($r=0.869$)

(b) 遠位端の幅=フットプリント幅= $6.908+0.856 \times \text{ポール幅}$ ($r=0.894$)

女性:

(a) 遠位端の厚さ=フットプリント長= $13.267+0.865 \times \text{足長}$ ($r=0.919$)

(b) 遠位端の幅=フットプリント幅= $-9.557+1.029 \times \text{ポール幅}$ ($r=0.836$)

③高さ・厚さの分割比率

- ・踵点（踵の最も後方の点）と脛側中足点と腓側中足点の midpoint とを結ぶ直線を足軸とし、幅方向の分割比は足軸を基準に1:1とする。
- ・高さ方向は、最大囲位を床面から1cm（一定）とする。
- ・足長方向の分割比は以下の様に決める。足部輪郭図上で、内果最突出点と外果最突出点を結ぶ直線が足軸と交わる点の位置を中心として上端部断面の前後位置をきめる。この位置を足首断面中心点と呼ぶ。足首断面中心点位置は筑波大学足立氏所有のデータから実測しこれを推定する式を求める。

男性:踵点から足首断面中心位置までの距離= $-28.063+0.336 \times \text{足長}$ ($r=0.620$)

女性:踵点から足首断面中心位置までの距離= $19.617+0.354 \times \text{ポール幅}$ ($r=0.520$)

(13) 頭部

①節長

- ・頭部節長としては全頭高 (IPRI-A36) を用いる。これを ISO-4.3.11 (形態学顔高) = IPRI-A15 (形態学顔高) から推定する式を求める。

男性: 頭部節長 = $149.221 + 0.772 \times \text{形態学顔高}$ ($r=0.562$)

女性: 頭部節長 = $142.128 + 0.753 \times \text{形態学顔高}$ ($r=0.549$)

②厚さ・幅

- ・頭部節には上端、耳珠点位置、下端の3つがある。
- ・上端および耳珠点位置の厚さには ISO-4.3.9 (頭長) = IPRI-A1 (頭長) を、幅には ISO-4.3.10 (頭幅) = IPRI-A2 (頭幅) をそのまま利用する。
- ・下端は厚さのみを頭長の半分にして幅は頭幅をそのまま用いる。

③高さ・厚さの分割比率

耳珠点位置を決定する高さの分割比を計算するためには IPRI-A36 (頭耳高) を利用する。

IPRI 全資料から得られた分割比は以下の通りである。

男性: 頭耳高 ÷ 全頭高 = 0.581 (一定)

女性: 頭耳高 ÷ 全頭高 = 0.576 (一定)

(14) 頸部

①節長

節長は特に規定しない。最終的にすべての節を組み上げる際に、頭頂の高さが身長に一致するようにするためには、どこかの節か関節で高さ方向のずれを吸収しなければならない。頸部節は、そのための調節に利用する。したがって、頸部節の節長は、各節の立位状態の姿勢に従って組み上げたときの、頭頂の高さと身長によって決定する。

②厚さ・幅

ISO-4.4.8 (頸囲) = IPRI-F1 (頸囲) と等しい周長をもち、断面形状を円とみなして、円の半径を推定する。

男性、女性: 厚さ = 幅 = 頸囲 ÷ 2π

③高さ・厚さの分割比率

厚さ方向、幅方向の分割比は 1 : 1 とする。長軸方向には中間断面が存在しないため、分割比は不要である。

(15) 関節点位置の推定式

X線写真から各関節中心位置およびその近傍にあって体表から決定することができる特徴点位置を読み取り、体表から決定することができる特徴点位置を基準に、関節中心位置を推定した。

①肩関節点

肩関節中心点位置は肩峰点より推定する。

図に示すとおり、肩峰点からの奥行き方向 (x_d)、左右方向 (y_d)、上下方向 (z_d) のずれを、以下のように ISO-4.2.8 (肩峰幅) = IPR I-D7 (肩峰幅) から推定する。

男性:

前後方向: $x_d = 0.030 \times \text{肩峰幅}$ (+なので肩峰点より前方)
左右方向: $y_d = -0.053 \times \text{肩峰幅}$ (-なので肩峰点より内側)
上下方向: $z_d = -0.094 \times \text{肩峰幅}$ (-なので肩峰点より下方)

女性:

前後方向: $x_d = 0.028 \times \text{肩峰幅}$ (+なので肩峰点より前方)
左右方向: $y_d = -0.060 \times \text{肩峰幅}$ (-なので肩峰点より内側)
上下方向: $z_d = -0.096 \times \text{肩峰幅}$ (-なので肩峰点より下方)

肩関節中心点間幅は、以下の通り推定される。

男性: 肩関節中心点間幅 = $0.890 \times \text{肩峰幅}$
女性: 肩関節中心点間幅 = $0.879 \times \text{肩峰幅}$

②肘関節軸

肘関節軸位置は上腕骨滑車内にあるので、撓骨点よりも近位となる。撓骨点と肘関節軸位置の距離は以下のように推定される。

男性: 撓骨点より近位方向に $0.0478 \times \text{前腕長}$
女性: 撓骨点より近位方向に $0.0572 \times \text{前腕長}$

③手関節軸

前腕関節間距離、すなわち肘関節軸と手関節軸の距離は以下のように推定される。

男性: $1.07 \times \text{前腕長}$
女性: $1.06 \times \text{前腕長}$

④股関節中心点

股関節中心点位置は上前腸骨棘点から推定する。図に示すとおり、上前腸骨棘点からの左右方向（y d）、上下方向（z d）のずれを、以下のように I P R I - D 9（腸骨稜幅）から推定する。

男性：

左右方向： $y_d = -0.151 \times \text{腸骨稜幅}$ （-なので上前腸骨棘点より内側）

上下方向： $z_d = -0.199 \times \text{腸骨稜幅}$ （-なので上前腸骨棘点より下方）

女性：

左右方向： $y_d = -0.145 \times \text{腸骨稜幅}$ （-なので上前腸骨棘点より内側）

上下方向： $z_d = -0.192 \times \text{腸骨稜幅}$ （-なので上前腸骨棘点より下方）

股関節中心点の前後方向の位置は、上前腸骨棘点の奥行き方向の情報が不明であるため、上記では求められない。側面観では重心線が股関節中心を通ることを利用して推定する。すなわち、耳孔、股関節中心、膝関節中心が一直線上に並ぶことを利用する。

⑤膝関節軸

膝関節軸位置は大腿骨顆部を横断するので、脛骨点（脛骨上縁高の計測点よりも近位にある）。脛骨点と膝関節軸位置の距離は、下腿節長から以下のように推定される。

男性：脛骨点から近位方向に $0.0723 \times \text{下腿節長}$

女性：脛骨点から近位方向に $0.0703 \times \text{下腿節長}$

⑥足関節軸

足関節軸は内果端点よりも下方（遠位）に位置する。膝関節面から足関節軸までの距離は、下腿節長から以下のように推定される。

男性：脛骨点から遠位方向に $1.0345 \times \text{下腿節長}$

女性：脛骨点から遠位方向に $1.0297 \times \text{下腿節長}$

2. 2. 2 形態推定アルゴリズム

以上の研究成果を踏まえ、本研究開発では形態推定アルゴリズムを以下のように設定した。

2. 2. 2. 1 各部位の寸法推定方法

| セグメント名 | X 軸方向 (前後幅・厚さ) | Y 軸方向 (横幅) | Z 軸方向 (節長・高さ) |
|---------|--|--------------------------------|--|
| 頭蓋 | 頭長 [H10] | 頭幅 [H15] | 149.221 + 0.772 * 顔高 [H7] |
| 頸椎 | 頸囲 [H24] / π | 頸囲 [H24] / π | (1) 頭蓋・脊柱間関節点, (2) 頸・胸椎間関節点間の距離 (※ 旧) |
| 胸椎 | -37.383 + 0.313 * ウエスト囲 [H67] | 37.975 + 0.303 * ウエスト囲 [H67] | (頸椎高 [H30] - 上前腸骨棘高 [H156]) * 0.558 |
| 腰椎 | -37.383 + 0.313 * ウエスト囲 [H67] | 37.975 + 0.303 * ウエスト囲 [H67] | (頸椎高 [H30] - 上前腸骨棘高 [H156]) * 0.360 |
| 肩 (左右) | 65.544 + 0.394 * 胸部厚径 [H54] | 肩峰幅 [H67] (※ 旧) | 65.544 + 0.394 * 胸部厚径 [H54] |
| 上腕 (左右) | -22.326 + 0.469 * 上腕囲 [H113] | 20.576 + 0.215 * 上腕囲 [H113] | (5) 関節点, (6) 肘関節点間の距離 (※ 旧) |
| 前腕 (左右) | -9.833 + 0.393 * 前腕最大囲 [H115] | 13.422 + 0.239 * 前腕最大位囲 [H115] | (6) 肘関節点, (7) 手根関節点間の距離 (※ 旧) |
| 手根 (左右) | 0.344 + (0.493 * 手掌長 [H116]) + (0.555 * 手幅 [H120]) | -3.679 + 0.201 * 手長 [H116] | 手長 [H116] |
| 股 | 52.072 + 0.243 * ウエスト囲 [H67] | ヒップ幅 [H51] (※ 旧) | (第7頸椎高 [H30] - 上前腸骨棘高 [H156]) * 0.330 |
| 大腿 (左右) | -21.181 + 0.354 * 大腿囲 [H169] | 8.71 + 0.292 * 大腿囲 [H169] | 0.921 * (上前腸骨棘高 [H156] - 脛骨上縁高 [H160]) |
| 下腿 (左右) | -1.116 + 0.309 * 下腿最大囲 [H171] | -2.859 + 0.320 * 下腿最大囲 [H171] | 0.977 * 下腿長 [H166] |
| 足根 (左右) | 29.085 + 0.806 * 足長 [H174] | 足幅 (足軸直交) [H176] (※ 旧) | -10.581 + 0.945 * 内果高 [H163] |

※ 各項目の計算方法は、男性の計算方法を採用している。

※ ” X, Y, Z ” 項目部分で、 ” [H***] ” と記述している部分は、HQLの計測点番号

2. 2. 2. 2 関節位置推定方法

| 関節点名 | X (前後) | Y (幅) | Z (高さ) |
|------------|---------------|---|--|
| (1) 頭蓋・脊柱間 | X = 0 (※旧) | Y = 0 (※旧) | 耳珠高[H28] (※旧) |
| (2) 頸・胸椎間 | | | 頸椎高[H30] (※旧) |
| (3) 胸・腰椎間 | | (2) 頸・胸椎間関節点と(12)股関節の midpoint (※旧) | |
| (4) 腰・仙椎間 | | (3) 胸・腰椎間関節点と(12)股関節を結ぶ線分上の股関節から3分の1の点 (※旧) | |
| (5) 肩 | X = 0 | $(0.5 * \text{肩峰幅}[H41]) - (0.053 * \text{肩峰幅}[H41])$ | 肩峰高[H32] - 0.094 * 肩峰幅[H41] 橈骨点[H96] + (0.0478 * 前腕長[H103]) |
| (6) 肘 | | 肘間幅[H43] / 2 (※旧) | 肘関節位置 - 1.07 * 前腕長[H103] |
| (7) 手根 | | | 腸骨棘高[H156] - 0.119 * (0.5 * 0.5 * (ウエスト幅[H50] + ヒップ幅[H51])) |
| (8) 股 | X = 0 (※旧) | $(\text{ウエスト幅}[H50] + \text{ヒップ幅}[H51]) / 4 * 1.1$ | エスト幅[H50] + ヒップ幅[H51] |
| (9) 膝 | | $1) - 0.151 * ((\text{ウエスト幅}[H50] + \text{ヒップ幅}[H51]) / 4 * 0.9)$ | 脛骨上縁高[H160] + 0.0723 * 下腿長[H166] |
| (10) 足根 | | | 脛骨上縁高[H160] - 1.0345 * 下腿長[H166] |
| (11) 頭頂 | | Y = 0 (※旧) | 身長[H26] (※旧) |
| (12) 股間 | | (8) 左右股関節の midpoint (※旧) | |
| (13) 手指尖 | X = 0 (※旧) | $\bar{y}_{\text{肘間幅}}[H43] / 2$ (※旧) | 指尖高[H100] (※旧) |
| (14) 足指尖 | 足長[H174] (※旧) | Y = 0 (※旧) | Z = 0 (※旧) |

※ 各項目の計算方法は、男性の計算方法を採用している。

※ ”(※旧)” と記述している部分は、現在のマネキンシステムの計算方法

※ ”X, Y, Z” 項目部分で、 ”[H***]” と記述している部分は、HQL計測点番号

2. 3 形態推定アルゴリズムを適用した人間モデルの開発

前述の結果を反映したコンピュータ・マネキンを開発した。

次の2つのモジュールを開発した。

①基本体型算出モジュール

与えられたデータ群の主成分分析を行い15の基本体型を算出する

②形態推定モジュール

新たなアルゴリズムに基づき、関節点位置や寸法値を算出する

以下、それぞれの内容を示す。

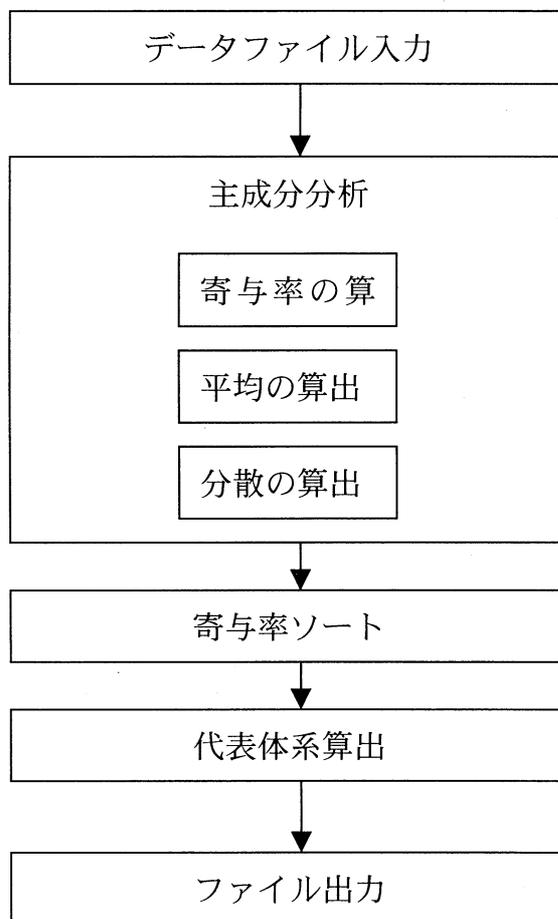
2. 3. 1 基本体型算出モジュール

2. 3. 1. 1 モジュールの種類と機能

本ツールは以下の表に示す機能モジュールを利用して動作している。

| モジュール名 | 機能 |
|-----------|---|
| データファイル入力 | Csv形式(“TAB”“SPACE”区切り)で保存されたデータファイルをシステムに取り込む |
| 主成分分析 | 取り込まれたデータを用いて主成分分析を行う 算出される項目は、以下の値となる 寄与率・平均・分散 |
| 寄与率ソート | 算出された寄与率をソートし以下の処理を行う 1. 第3主成分までを処理対象と考える 2. 第4主成分以下を寄与率(0)と考える |
| 代表体系算出 | 代表体系とする15人のデータを、主成分分析の結果より算出する |
| ファイル出力 | 算出された15人分の代表体系をファイルへ出力する |

2. 3. 1. 2 各モジュールの 処理フロー



2. 3. 1. 3 モジュール (クラス) の詳細

=====
main プログラムの実行 (本体)
=====

概要： 以下の順にプログラムが実行される

1. ファイル読み込み

[実行関数] cm_PCAnalysis クラスの readCVSFile

2. 主成分分析

[実行関数] cm_PCAnalysis クラスの calcPCAnalysis

3. 寄与率 による ソート

[実行関数] cm_PCAnalysis クラスの sortParams

4. 代表点を元にした行列作成

[実行関数] cm_PCAnalysis クラスの createNewVec

5. 代表点の推定値を算出

[実行関数] cm_PCAnalysis クラスの calcSize

6. ファイル出力

[実行関数] cm_PCAnalysis クラスの writeCVSFile

=====
クラス名: cm_PCAnalysis
=====

概要: cm_PCACalc クラスの派生クラス
main 関数より呼び出される。

関数

main 関数より呼ばれる関数

| | |
|----------------|--------------------|
| readCVSFile | CVS ファイルの読込 |
| calcPCAnalysis | 主成分分析計算・結果格納のメイン関数 |
| sortParams | 寄与率のソートを行う |
| createNewVec | 逆行列の作成 (転地行列作成) |
| calcSize | 代表体型の算出 |
| writeCVSFile | CVS ファイルの出力 |

その他の関数

| | |
|----------------|---------------------------|
| paramsEvalSort | 寄与率の大小判別 (sortParams で利用) |
| setPcaParams | 主成分分析結果の格納 (平均値の算出) |
| printPcaParams | コンソールへの表示関数 |

=====
クラス名: cm_PCACalc
=====

概要: 主成分分析を行う実体

関数

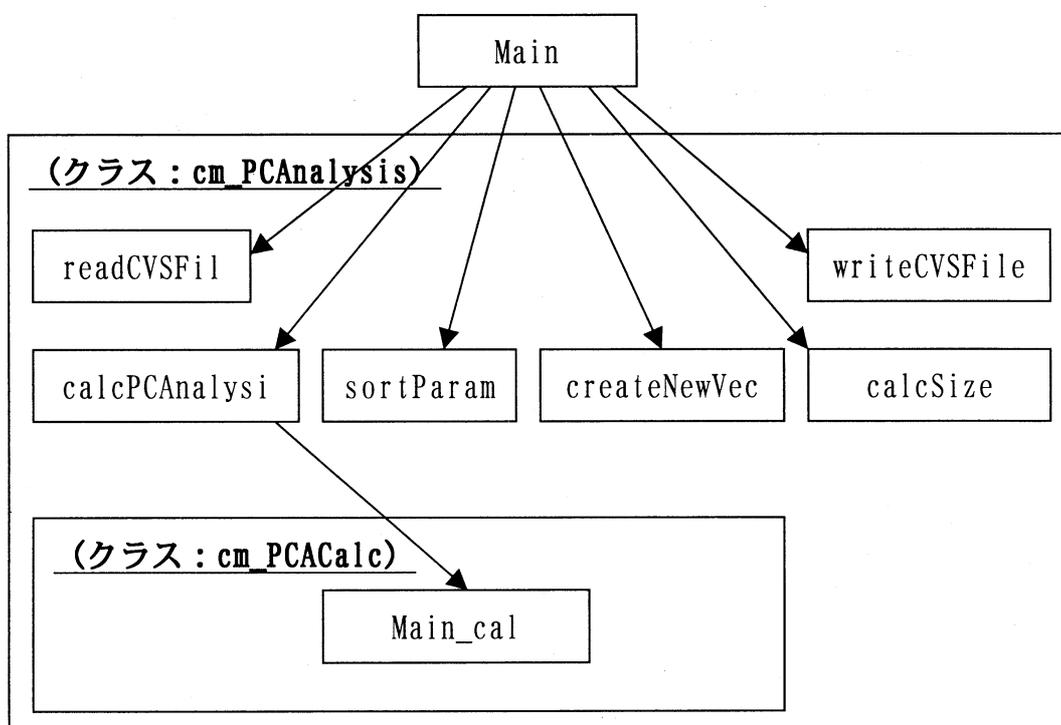
cm_PCACalc クラスの calcPCAnalysis 関数より呼ばれる関数
main_cal 主成分分析関数

その他の関数

covcol 行列演算
sccol 行列演算 ($A * A$)
tred2 行列演算 (三角行列作成)
tqli 行列演算

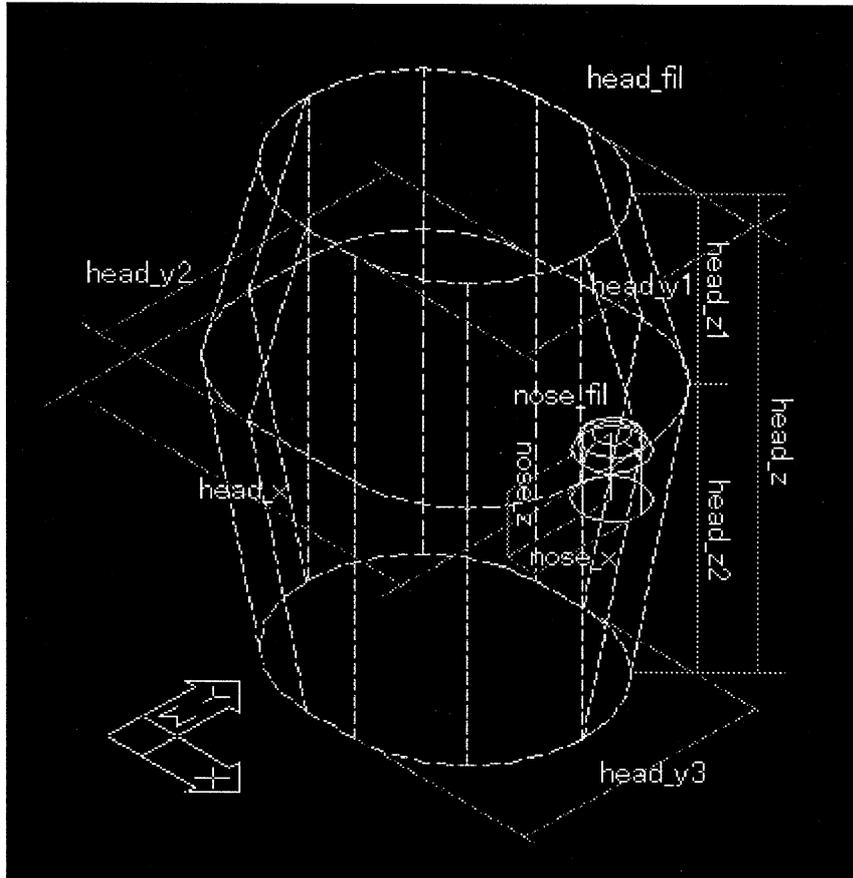
vector 1次元配列の動的作成
matrix 2次元配列の動的作成
free_vector 動的作成に作成された1次元配列の開放
free_matrix 動的作成に作成された1次元配列の開放

2. 3. 1. 4 モジュールの関係



2. 3. 2 形態推定モジュール

(1) 頭 (head) セグメント



```
head_x = 188.220 ※ 寸法計算より  
head_y = 162.410 ※ 寸法計算より  
head_z = 238.970 ※ 寸法計算より
```

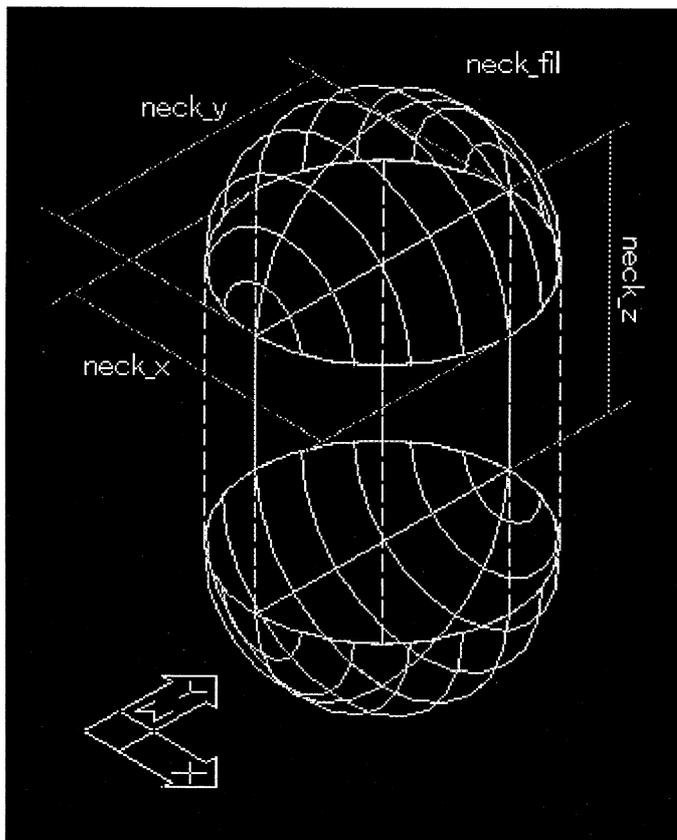
```
head_y1 = head_y * 0.8  
head_y2 = head_y  
head_y3 = head_y * 0.8
```

```
head_x2 = head_x  
head_x3 = head_x2 - (head_y2 - head_y3)
```

```
head_r1 = 0.4  
head_r2 = 1 - head_r1  
head_z1 = head_z * head_r1  
head_z2 = head_z * head_r2  
head_fil = head_y1 / 2 * (1 - tol)
```

```
nose_x = head_y / 10  
nose_z = head_y / 5  
nose_fil = head_y2 / 20 * (1 - tol)
```

(2) 首 (neck) セグメント



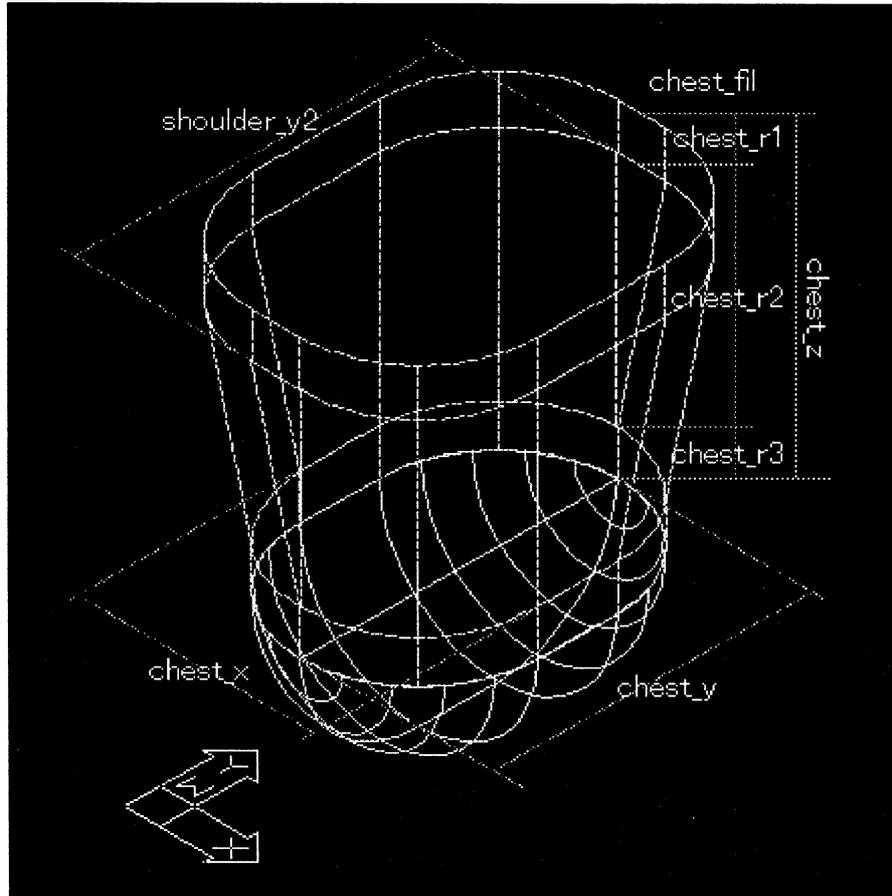
neck_x = 116.721 ※ 寸法計算より

neck_y = 116.721 ※ 寸法計算より

neck_z = 112.480 ※ 寸法計算より

neck_fil = neck_x / 2 * (1 - tol)

(3) 胸 (chest) セグメント



```
chest_x = 225.340      ※ 寸法計算より  
chest_y = 301.230      ※ 寸法計算より  
chest_z = 289.595      ※ 寸法計算より  
shoulder_y = 451.920  ※ 寸法計算より
```

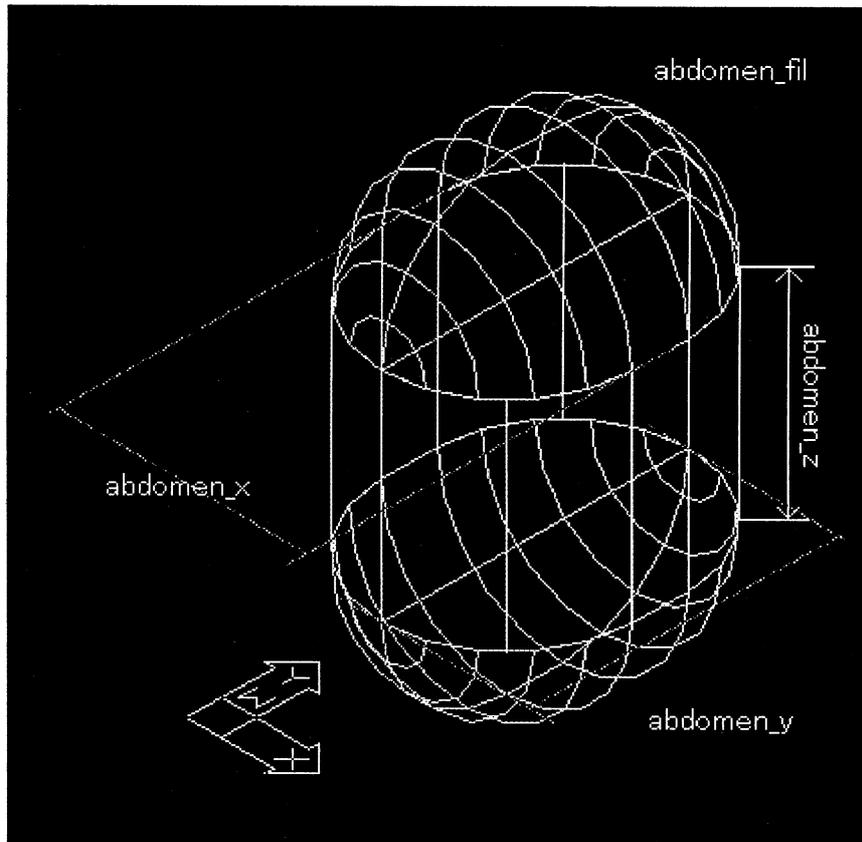
```
chest_x2 = chest_x - (chest_y - shoulder_y2)
```

```
shoulder_y2 = shoulder_y - 2 * upperarm_y1
```

```
chest_r1 = 0.15  
chest_r3 = chest_r1  
chest_r2 = 1 - chest_r1 - chest_r3  
chest_z1 = chest_z * chest_r1  
chest_z2 = chest_z * chest_r2  
chest_z3 = chest_z * chest_r3
```

```
chest_fil = chest_x / 2 * (1 - tol)
```

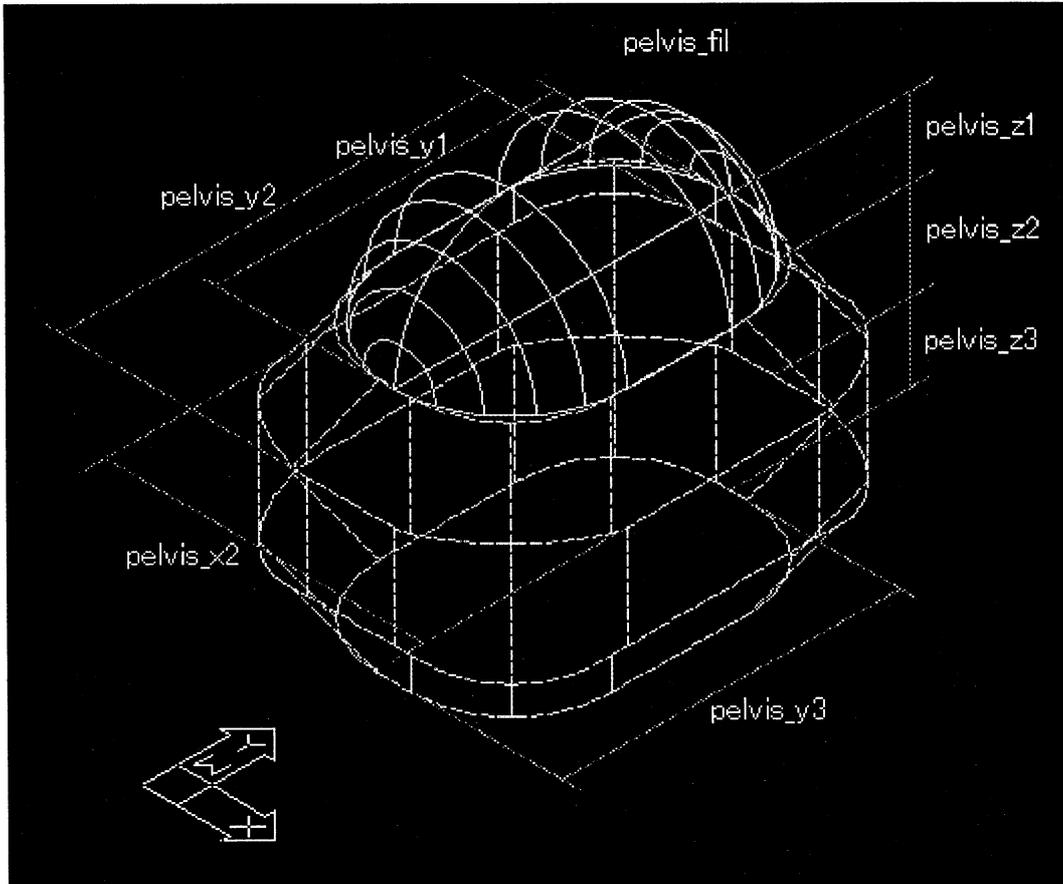
(4) 腹 (abdomen) セグメント



abdomen_x = 218.960 ※ 寸法計算より
abdomen_y = 267.810 ※ 寸法計算より
abdomen_z = 193.063 ※ 寸法計算より

abdomen_fil = abdomen_x / 2 * (1 - tol)

(5) 腰 (pelvis) セグメント



```
pelvis_x = 255.210    ※ 寸法計算より
pelvis_y = 338.250    ※ 寸法計算より
pelvis_z = 204.982    ※ 寸法計算より
```

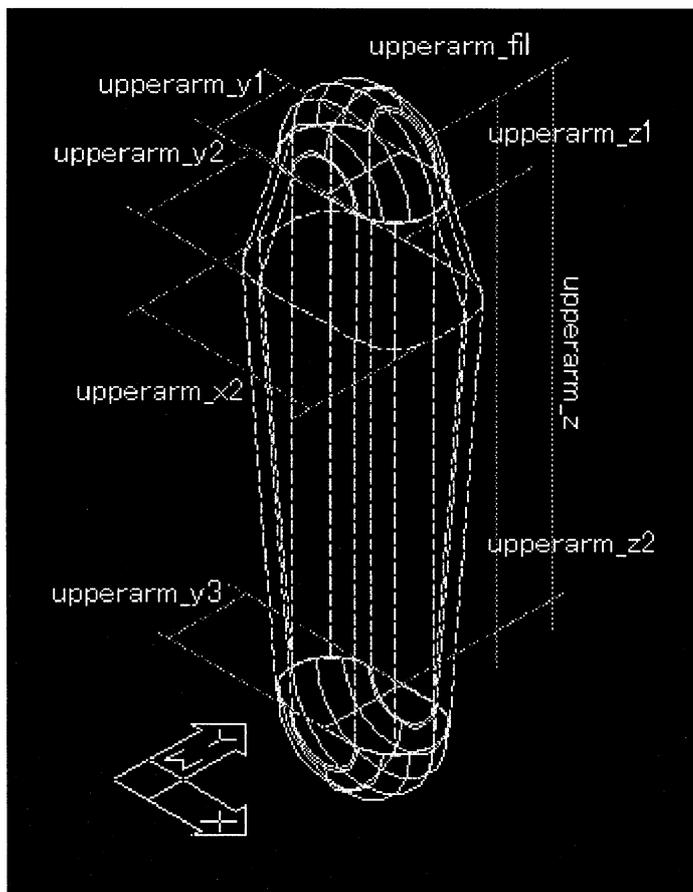
```
pelvis_y1 = abdomen_y
pelvis_y2 = pelvis_y
pelvis_y3 = pelvis_y1
```

```
pelvis_x2 = pelvis_x
pelvis_x1 = pelvis_x2 - (pelvis_y2 - pelvis_y1)
```

```
pelvis_r1 = 0.3
pelvis_r3 = pelvis_r1
pelvis_r2 = 1 - pelvis_r1 - pelvis_r3
pelvis_z1 = pelvis_z * pelvis_r1
pelvis_z2 = pelvis_z * pelvis_r2
pelvis_z3 = pelvis_z * pelvis_r3
```

```
pelvis_fil = pelvis_x1 / 2 * (1 - tol)
```

(6) 上腕 (upperarm) セグメント



```
upperarm_x = 117.750    ※ 寸法計算より  
upperarm_y = 75.345    ※ 寸法計算より  
upperarm_z = 314.350   ※ 寸法計算より
```

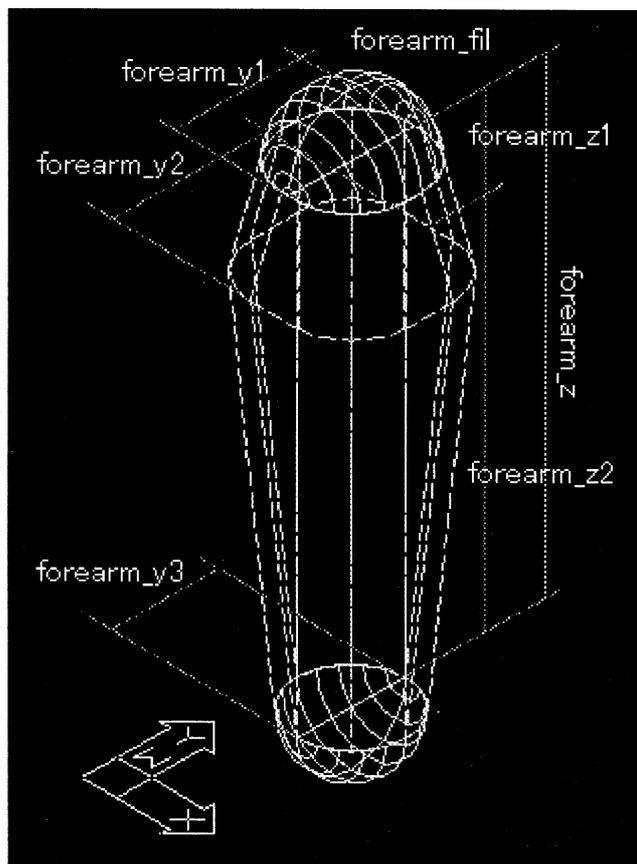
```
upperarm_yr1 = 0.7  
upperarm_yr2 = 0.7  
upperarm_y1 = upperarm_y * upperarm_yr1  
upperarm_y2 = upperarm_y  
upperarm_y3 = upperarm_y * upperarm_yr2
```

```
upperarm_x2 = upperarm_x  
upperarm_x1 = upperarm_x2 - (upperarm_y2 - upperarm_y1)  
upperarm_x3 = upperarm_x2 - (upperarm_y2 - upperarm_y3)
```

```
upperarm_r1 = 0.2  
upperarm_r2 = 1 - upperarm_r1  
upperarm_z1 = upperarm_z * upperarm_r1  
upperarm_z2 = upperarm_z * upperarm_r2
```

```
upperarm_fil = upperarm_y3 / 2 * (1 - tol)
```

(7) 前腕 (forearm) セグメント



```
forearm_y = 79.998      ※ 寸法計算より  
forearm_x = 79.998      ※ 寸法計算より  
forearm_z = 246.670    ※ 寸法計算より
```

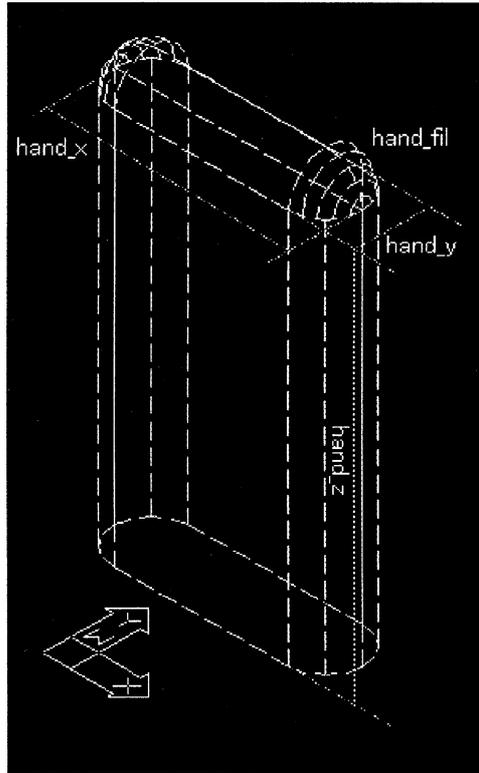
```
forearm_yr1 = 0.8  
forearm_yr2 = 0.7  
forearm_y1 = forearm_y * forearm_yr1  
forearm_y2 = forearm_y  
forearm_y3 = forearm_y * forearm_yr2
```

```
forearm_x2 = forearm_x  
forearm_x1 = forearm_x2 - (forearm_y2 - forearm_y1)  
forearm_x3 = forearm_x2 - (forearm_y2 - forearm_y3)
```

```
forearm_r1 = 0.2  
forearm_r2 = 1 - forearm_r1  
forearm_z1 = forearm_z * forearm_r1  
forearm_z2 = forearm_z * forearm_r2
```

```
forearm_fil = forearm_y3 / 2 * (1 - tol)
```

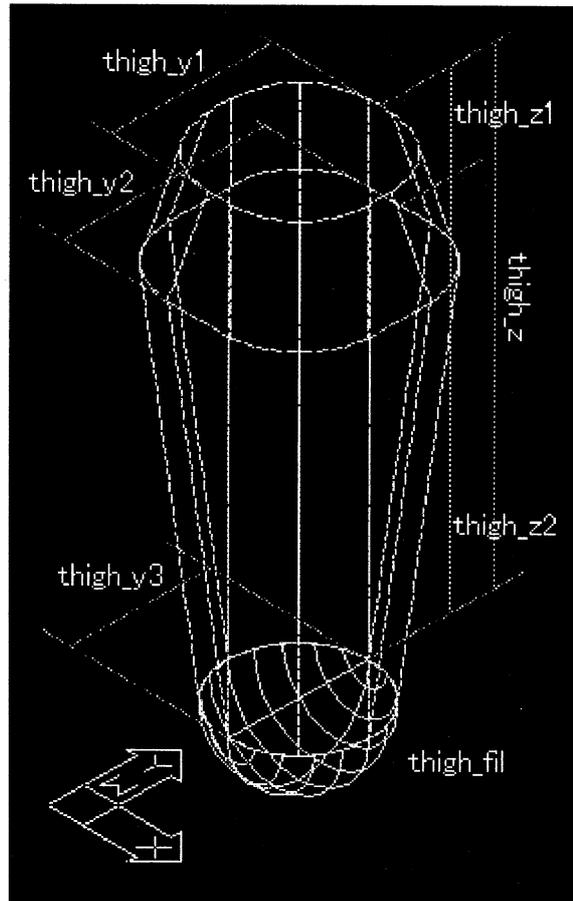
(8) 手 (hand) セグメント



hand_x = 103.290 ※ 寸法計算より
hand_y = 30.730 ※ 寸法計算より
hand_z = 165.330 ※ 寸法計算より

hand_fil = hand_y / 2 * (1 - tol)

(9) 大腿 (thigh) セグメント



```
thigh_y = 172.218      ※ 寸法計算より  
thigh_x = 172.218      ※ 寸法計算より  
thigh_z = 409.170     ※ 寸法計算より
```

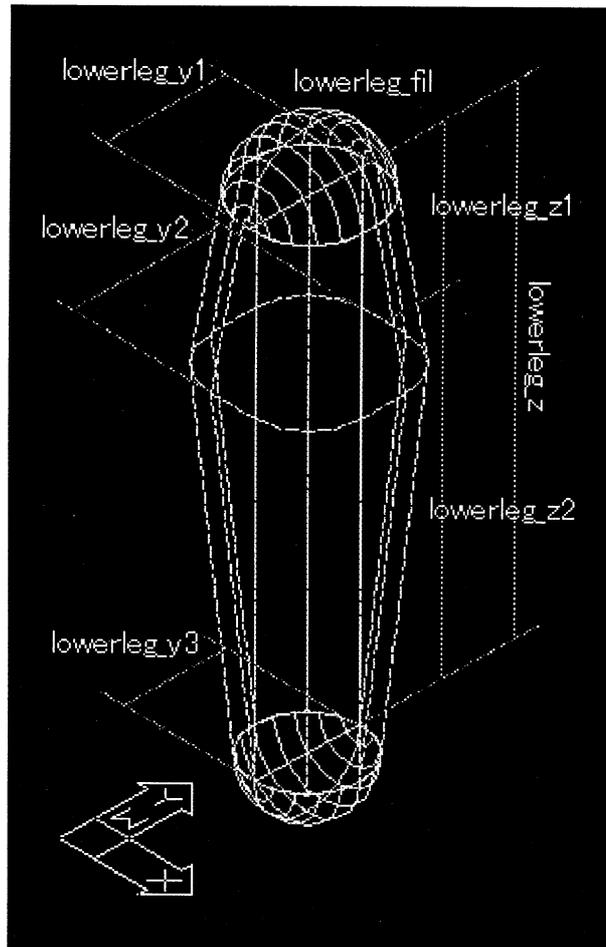
```
thigh_yr1 = 0.8  
thigh_yr2 = 0.7  
thigh_y1 = thigh_y * thigh_yr1  
thigh_y2 = thigh_y  
thigh_y3 = thigh_y * thigh_yr2
```

```
thigh_x2 = thigh_x  
thigh_x1 = thigh_x2 - (thigh_y2 - thigh_y1)  
thigh_x3 = thigh_x2 - (thigh_y2 - thigh_y3)
```

```
thigh_r1 = 0.2  
thigh_r2 = 1 - thigh_r1  
thigh_z1 = thigh_z * thigh_r1  
thigh_z2 = thigh_z * thigh_r2
```

```
thigh_fil = thigh_y3 / 2 * (1 - tol)
```

(10) 下腿 (lowerleg) セグメント



```
lowerleg_x = 118.580    ※ 寸法計算より
lowerleg_y = 118.580    ※ 寸法計算より
lowerleg_z = 387.700    ※ 寸法計算より

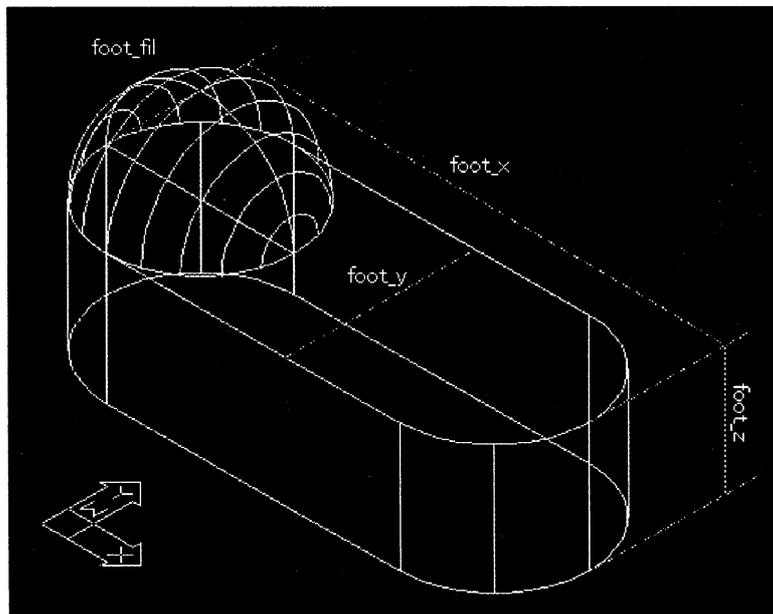
lowerleg_y1 = lowerleg_y * 0.8
lowerleg_y2 = lowerleg_y
lowerleg_y3 = lowerleg_y * 0.7

lowerleg_x2 = lowerleg_x
lowerleg_x1 = lowerleg_x2 - (lowerleg_y2 - lowerleg_y1)
lowerleg_x3 = lowerleg_x2 - (lowerleg_y2 - lowerleg_y3)

lowerleg_r1 = 0.3
lowerleg_r2 = 1 - lowerleg_r1
lowerleg_z1 = lowerleg_z * lowerleg_r1
lowerleg_z2 = lowerleg_z * lowerleg_r2

lowerleg_fil = lowerleg_y3 / 2 * (1 - tol)
```

(11) 足 (foot) セグメント



foot_x = 249.320 ※ 寸法計算より
foot_y = 97.490 ※ 寸法計算より
foot_z = 67.130 ※ 寸法計算より

$$\text{foot_fil} = \text{foot_y} / 2 * (1 - \text{tol})$$

2. 4 人体モデルを使った評価機能の開発

開発された人体モデルを使って製品の評価を行うための機能を開発する。ここでは、例えば椅子を設計する場合、体の大きさと椅子の大きさの関係や、尻部と座面の関係、背中と背もたれの関係、これらが座面と背もたれの角度を変化させる場合にどのように変化するかをシミュレーションすることなどが必要である。このような評価機能（椅子に限定する訳ではない）を開発し、これを検討することで、本研究開発が目指す形態推定技術の実用性を検証する。

2. 4. 1 人間適合性評価の概要

(1) コンピュータ・マネキンの活用目的

椅子の開発における早期段階（企画、構想、試作設計段階）で、椅子と人との関係や、周辺機器と人との関係をコンピュータ・マネキンにより検証し、人体への適合性をより一層図ると共に、不具合点を早期に発見し、開発の手戻り時間を極力少なくすることで、開発のリードタイムを短縮することを目的とする。

(2) 椅子における人間適合性評価の実際

開発プロセスを大きく分類すると、企画、構想、試作設計、試作、評価、設計、量産試作、検証、量産となる。従来、人間適合性評価は、人が座ることのできる試作品ができあがってから、実際に試作品（プロトタイプ）に座って、椅子と人との適合性を評価し、設計にフィードバックしていた。評価項目としては、体型差への適合性、椅子の座り心地、操作性、作業性などが挙げられる。しかし実際に座ることのできるモデルができあがるまでには、かなりの時間と労力が費やされる場合が多く、評価、検証には多くの時間がとれないことが多い。また試作段階での評価であれば、設計へのフィードバックも可能であるが、量産試作品での評価結果のフィードバックには、金型修正や再設計などかなりの時間と工数、費用が発生することになる。当然ではあるが、人間適合性の評価をはじめ、多くの検証は、開発プロセスの上流域でおこなわれるのが理想となる。

また、椅子の人間適合性評価は、評価者の主観によるところが多く、客観的な評価や、評価結果を定量的に表すことが難しく、設計へのフィードバックも困難な場合がある。

このような現状から、開発の早期段階で人間適合性の客観的、定量的な評価

をおこない、試作設計へのフィードバックをおこなうことで、より人間適合性のある製品の開発とリードタイム短縮を図っていくことが必要となってくる。

2. 4. 2 人体モデルを使った椅子の評価

椅子、特にオフィスチェアなどに使用される、事務用回転椅子には、背もたれが傾斜すると共に、座面も一緒に連動して傾斜するものがある。このような機能（シンクロロッキング）は執務姿勢から休息姿勢までを一つの椅子で成し得るために開発されたものである。

今回の実施例では、シンクロロッキングなど座面と背もたれが連動して傾斜するメカニズムの中で、人体と椅子の関係や、周辺機器（デスクやパソコン）との関係がどのように変化するかをシュミレーションし、それぞれの関係を定量的に評価することを目的とした。

(1) 実施例における人体モデル（コンピュータ・マネキン）の与条件

今回の実施例では、椅子のシンクロロッキングのメカニズムに対し、人体がどう変化するかをシュミレーションするのが目的である。メカニズムの動きについては、機構解析での評価実績が過去にあるので、これに人体モデルを座らせた状態で機構解析をおこない、椅子と人体モデルの関係などを評価することとした。

コンピュータ・マネキンの条件としては、以下の項目が挙げられる。

- ・ 3DCADでの使用が可能なもの。
- ・ 3DCADでのデータ互換が可能なもの。
- ・ 人体寸法との整合性があるもの。
- ・ 座姿勢がとれるもの。
- ・ 関節の動きが可能なもの。
- ・ 背の形状変化が可能なもの。
- ・ リアリティのあるもの。

上記、条件のなかで、3DCADで使用可能なもの、データ互換が可能なもの、人体寸法との整合性があるもの、関節の動きが可能なものなどの理由で、HQLで開発したコンピュータ・マネキンを使用した。

(2) 実施例における人体モデル（コンピュータ・マネキン）での評価方法

①椅子の部品データ及びHQL製コンピュータマネキンデータの出力

AUTOCADにてマネキンを椅子に座らせた状態にして、マネキンの各パーツをIGES形式にて出力をおこなう。また、椅子の各部品についてもIGES形式にて出力する。

②3DCADでの各部品の編集

ここでは、機構解析上で設定のしやすいように、目印となるフィチャーを作成する。

編集した部品をSTL形式にて出力する。

③各データの機構解析ソフトへの取り込み

STL形式で出力した形状データを機構解析上に読み込む。

④機構解析ソフト上でのアセンブリー

椅子、マネキン、床、デスクにそれぞれ拘束条件を与える。

マネキンについては、関節の動き、椅子のメカニズムを考慮し、拘束条件をあたえる。

マネキンと椅子についても、座面と大腿部、背もたれと腰にて拘束条件を与える。

⑤解析の実行及び評価

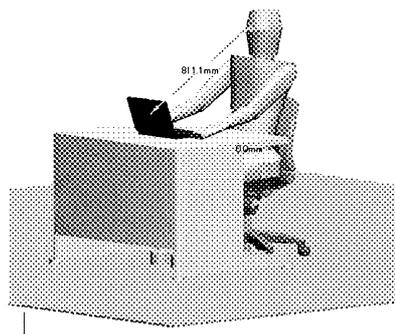


図)機構解析上にて人体モデルをセットした状態

(3) シミュレーションでの評価結果

機構解析によるシミュレーションの結果、背もたれと座面が連動する椅子において、マネキンがどのように変化するか、またマネキンと周辺機器との関係

がどのように変化するかに着目し評価をおこなった。椅子の背もたれとマネキンの背部では、今まで座ってみなければ分からなかった、傾動時の背もたれと腰のわずかなズレや、足浮きなどの発生が検出できた。また、椅子の傾動に従って周辺機器（パソコンとデスク）と人体モデルとの距離も定量的に検証することができた。

(図参照。)

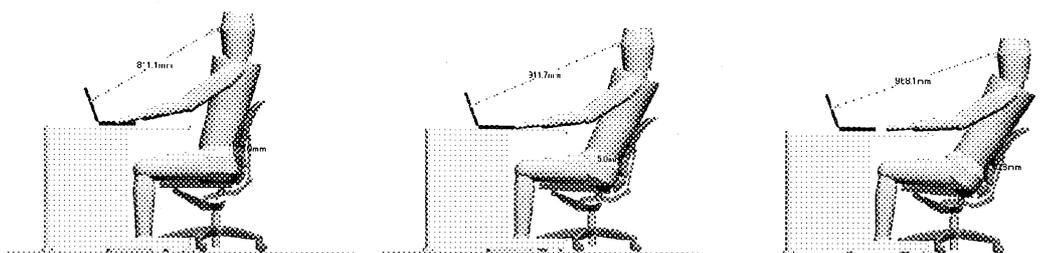


図)機構解析でのシミュレーション
椅子の動きと人体モデル、周辺機器の関係

(4) まとめ

今回のコンピュータ・マネキンを使っでの検証は、実際にものができる前に、椅子のメカニズムと人の動き、周辺機器との関係など、多くの情報を定量的にとらえることが可能となり、椅子のメカニズムを評価検討するツールとして十分に応用できるものと考えられる。今回の事例に基づき、従来品での椅子のメカニズムの検証をおこなっていけば、今後開発するメカニズムとの比較検証もおこなえる。今後は座姿勢でのマネキン形態の精度をあげると共に、解析結果と実物での整合性をさらに高め、より精度の高いシミュレーションができるよう検討をおこなっていく必要がある。

3 研究場所等

以上の研究開発は次の場所で行った。

① 社団法人人間生活工学研究センター

〒530-0003

大阪府大阪市北区堂島1丁目2番5号（堂北ダイビル3階）

TEL. 06-6346-0234

FAX. 06-6346-0456

② 通商産業省 工業技術院 生命工学工業技術研究所

人間環境システム部 形態機能研究室

〒503-8566

茨城県つくば市東1-1

TEL. 0298-54-6657

FAX. 0298-54-6770

③ タカノ株式会社

〒399-4431

長野県伊那市西春近下河原5331

TEL. 0265-72-3153

FAX. 0265-78-6870

④ パリ第5大学

University Rene Descartes

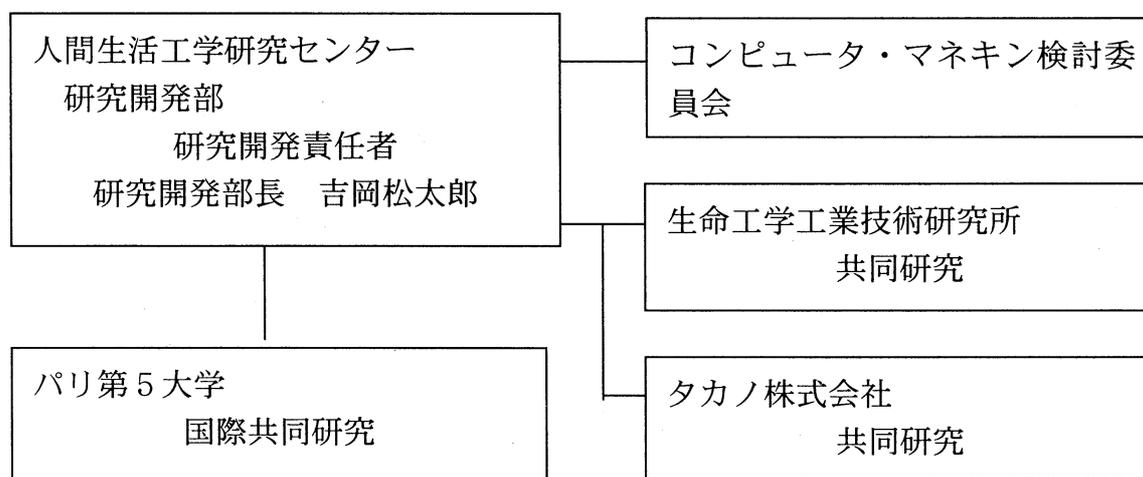
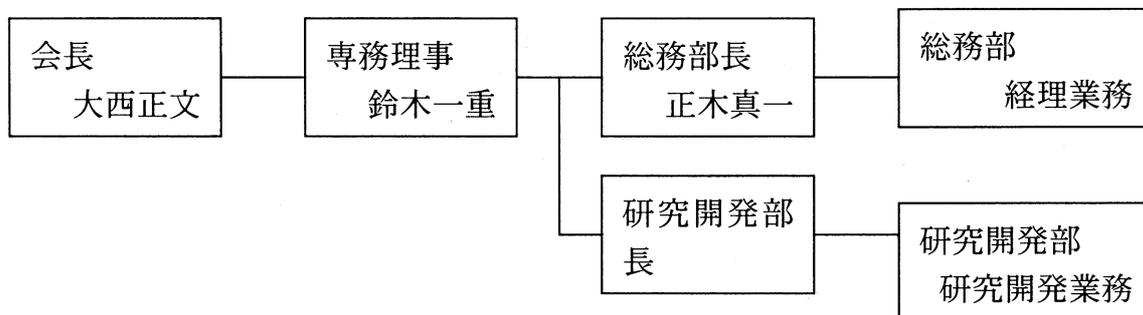
Laboratory of Applied Anthropology

45, rue des Saints-Pères 75270 PARIS Cedex 06 FRANCE

TEL. +33-1-42-86-20-41

FAX. +33-1-42-61-53-80

4. 研究体制



5 海外調査報告

本研究では、コンピュータ・マネキンの高度化を目指して、パリ第5大学との共同研究により、人体モデルの新しい形態推定技術を開発した。海外調査の主な目的は、パリ第5大学と研究内容に関する検討を行うことにあったが、同時に、関連する技術や、国際規格の動向などについても調査を行った。以下にその調査内容を記述する。

5.1 第1回調査

期 間：平成11年10月26日～11月7日（移動を含む）

調査者：鈴木一重（人間生活工学研究センター 専務理事）

津熊貴子（人間生活工学研究センター 研究員）

日 程：以下のとおり（移動を除く）

| 日付 | 場所 | 訪問先 | 目的 |
|-----------|------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 10月27日(水) | 仏国 パリ | パリ第5大学 | 共同研究内容検討 |
| 28日(木) | 仏国 パリ 英国 ロンドン | パリ第5大学 ISO国際会議 | 共同研究内容検討（津熊） ISO動向調査（鈴木） |
| 11月 1日(月) | 米国 デイトン | CARD LAB. ANTHROTECH | コンピュータ・マネキンの 技術調査 |
| 2日(火) | 米国 デイトン | TOTAL CONTACT | コンピュータ・マネキンの 技術調査 |
| 3日(水) | 米国 ボストン | SOLDIER CENTER | コンピュータ・マネキンの 技術調査 |
| 5日(金) | 加国 トロント | SAFEWORK | コンピュータ・マネキンの 技術調査 |

5. 1. 1 パリ第5大学

訪問先：パリ第5大学

UNIVERSITE RENE DESCARTE,
LABORATOIRE D'ANTHROPOLOGIE APPLIQUE (LAA)

目的：共同研究内容検討

面会者：Prof. Alex Coblentz

Prof. Regis MOLLARD

Prof. P.Y. Hennion

1) LAAの概要

- ①内外数十カ国のデータ（生データと文献データ、国による）を保有
- ②コンピュータ・マネキン(ERGODATA)を開発
- ③以上を活用しつつ、軍、企業などへのコンサルティングを実施。
- ④最近は民間へウェイトを移す努力をしている。
- ⑤スタッフは教授らを含め10人強で、大学との兼任が多い。

2) これまでの経緯

3年ほど以前に、Prof. Coblentz が人間生活工学研究センターを訪問し、その際、先方から次のような提案があった。

- ①LAAはこれまで海外のデータを集めており、HQLと交流したい。
- ②国際的なデータ収集を分担することも将来の課題にしよう。

HQLとしては、自身のデータベースの国際的普及が重要なこと、将来的には人間生活工学の手法についての交流が可能であることなどから、これに取り組むこととした。このため、その後交流の条件などのやりとりをしつつ、鈴木、大矢などがLAAを訪問している。

3) 共同研究内容に関する検討

身体の寸法データについてはデータベース化や統計解析が可能であり、国際標準化事業にも取り上げられている。しかし、形状データについては、データベース化や統計解析等の手法が開発されておらず、例えば形状の平均化を行うのも困難である。この事業を進めていくにつれ、形状の解析を行う以前の問題も

出てきた。例えば、産業界によっては目的が異なり、それによってモデリング方法（モデリング＝CAD等にあらわされる形状データ）も異なる。さらに、計測データについての様々な問題点もある。これらについての解決方法やユーザーサイドの要望等の検討を行った。

※計測データについての問題点について

被験者の特徴点へのマーク貼りのずれによる誤差

計測時間が長いために被験者の体動や呼吸によるデータの誤差

貼り合わせによるデータの誤差

隠れ部分の補完の問題、精度の問題

これらの問題を解決すべく、約1秒で1mm程度の精度を持ち、隠れ部分を補完する人体計測器の開発を行う必要がある。

LAAでも同様の問題を抱えおり、様々な試みを行っている。今後、HQLが事業を進めていく上でも全面的にご協力 アドバイス頂けるとのこと。LAAでは現在 人体計測を行うとき、CAESARプロジェクトでアメリカが使用したサイバーウェアのスキヤナーを使用している。

※LAAの業務説明

内外の人体計測データを保有し、ユーザー（現在は殆どが軍関係）からの要望に応じてデータ提供やコンサルティング業務を行っている。目的に応じて補足計測を行い、時には軍などに出向いて計測を行った。動作計測や人間の重心も計測している。ユーザーからの具体例として、エレベーターの囲い網を設計するとき、補足データとして 子供の指の大きさを計測した。LAAユーザーには、自動車工業界のプジョーやシトロエンがいるが、3次元データの利用希望は無い。

※LAAユーザー（DECATHLON）の業務内容説明・要望のヒアリング

同社はスポーツメーカーであり、店舗数は、フランスが最も多く（181）、スペイン、イタリア、ドイツと続く。主に自転車をつくっている。その他、スキーウェア、ヘルメットの設計。人間のサイズについては、2年前から研究を始めている。

形状データについては、CAD上での 身体の部分的なバーチャルモデルを期待する。ヨーロッパでは 各国との提携があり、データ収集が可能である。今後はアジアでの展開も発展させたい。形態データ以外の人間特性データについては、

文化による色に対するイメージに取り組みたい。

※人間工学分野の専門家について

フランスでは毎年100人程度の専門家が生まれている。内、30人程度がコンサル業務を行っているが、自立しているのではなく企業内の業務として主にソフトウェアの開発に携わっている。

※LAAユーザーへのデータ提供業務のデモンストレーション

生データ(20ヶ国) 検索 処理方法

計測地、年齢、性別、項目別に検索を行い、平均値、標準偏差、度数分布、ヒストグラム、相関係数、散布図、人数表(出現率)等を算出。

HQLデータのように、生データを表示することは無かった。

文献データ(90ヶ国 生データ国を含む) 検索方法

国、日付、性別、計測項目等から該当文献を検索し、掲載されている基本統計値を示す。

4) その他

LAAは、大学ながら(あるいは、であればこそ)応用を指向した運営方針と高い専門性を有したスタッフの長年の実績があり、彼我の格差は圧倒的に大きい。こうした点は、イギリスのラフボロー大学のHUSATについても言えることである。しかしながら、HQLもベースになる「道具立て」が整ってきており、着実に力をつけつつ、将来はこうした組織に互していきたい。

5. 1. 2 ISO国際会議

訪問先: ISO13407 conference

目的: ISO動向調査

Human centred design, making computer systems work for people

1) 調査内容

ISO3407の最近の動向を調査した。コンピュータ・マネキンはコンピュータ上で動作するソフトウェアである。コンピュータ・マネキンのソフトウェアとしての規格について調査した。

5. 1. 3 CARD Lab. & ANTHROTECH

訪問先：CARD LAB.

ANTHROTECH

目 的：CAESAR Project についての最新動向調査

1) 調査内容

欧米では大規模な人体計測プロジェクト (CAESAR Project) が推進されている。ここで得られたデータはコンピュータ・マネキンなどに活用される。

本プロジェクトの計測データは、28の伝統的な寸法と36の形状スキャンデータである。1999年12月に、まずいくつかの伝統的な寸法データが生のまま3.5"Diskで提供される。1年後にIGESやALIASに転換可能なフォーマットで、3Dスキャンデータを含むすべての生データがCD-ROMのかたちで提供される。両方とも、統計処理はなされていないので、ユーザーが個々に行う必要がある。

また、データの購入費は資金参画費 (本プロジェクトに参加する時に納める) に含まれているので、はじめに支払う\$20K、来年支払う\$20Kがすべてとなる。参画の期限は2000年の1月であり、これ以降にデータを入手するには、\$100Kが必要である。

5. 1. 4 トータル・コンタクト社

訪問先：コンタクト社 (Germaotown, OHIO)

面談者：Jennifer J. Whitestone

目 的：人体計測データの活用について

1) 調査内容

同社は、設立98年3月、社員3人のベンチャー・ビジネスである。Ms. Whitestoneは、Biomechanical Engineerで、空軍CARD Lab. (前日訪問) に8年間勤務した後、退職して父親(Mr. McKenzie)と会社を興した。三次元人体計測技術をもとに、火傷をした人を治療するための透明なマスク (プラスチック製) を

製造している。

彼女によれば、軍の外には技術の puller (技術移転を望む人々) がいるが、軍内には技術を push out (外部に技術移転) をしようとする人がいない。自分はそれになろうとして退職した。なお、父親はビジネス・経験が豊富である。

近隣の病院が経営するインキュベータ (孵卵器: ベンチャーを支援育成する機能の機関、日本にも各地の公設試験機関にある) 内で経営。なお、同インキュベータ内の企業は2社で、近く3社になるとのこと。

最初の製品が Total Contact Burn Mask で、消防士など火傷を受けた人々の治療用のマスク。火傷の皮膚が膨らむのを防いでおさめるために2年間、一日23時間使用。材料はサーマル・プラスチック。独占で価格は1つ千500ドル、これまでの実績は30個。

これからの展開として、3次元計測から傷の治り具合を計測する分野に展開したい。また、工事用のファーンレス (安全防具)、ガーメントにも。方針としてベンチャー・キャピタルは使わない。州政府の grant があり、これがあるがたい。インキュベータのメリットは、周辺分野の人と情報交換できること、患者に直接コンタクトできることなど。

技術進歩のフォローが大事である。ここ10-20年、軍は外部への技術移転に積極的、ただ、多くは成功せず相互にフラストレーションがたまっている。インキュベータは、そのための試みで、病院のある部長の個人的試み (村起こし、また今後病院の経営が今後困難になる) で、成果が期待されている。また、周辺に大学、リハビリなど関係者の Association ができている。

5. 1. 5 SOLDIER CENTER

訪問先：US Army Soldier System Center

面談者：Dr. Brian D. Corner

Dr. Miyo Yokota(GEO-CENTER, INC.)

Dr. Peng Li(GEO-CENTER, INC.)

目 的：人体計測データの活用について

1) 調査内容

同組織は、陸軍の制服、物資などの研究、早期に3次元計測器 Cyberware を導入した。まだ、軍技術の応用面の活用は途についていない。兵士のユニフォームのフィット性が最初のものとなろう。あと、1-2年かある。また、バック・サックや防弾チョッキなどの製品評価をする。軍の外部で活用は考えていない。

2) 感想

機器開発、ソフトウェア、計測体制と運営など、Caesar 計画の全体を通じて、高い専門性と豊富な経験を持った技術者がリーダーシップを持ち、綿密な準備と訓練のもとに進められた。軍が主体で進めたからこそこうしたことができたのであろうが、学ぶべきことは多い。

国際的な展開も今回計測の特徴である。米軍がリーダーシップを取り、資金的（全体6百万ドル）にも支えたとはいえ、欧州（主にオランダ）との間に専門家との協力体制ができています。日本も一層国際的な情報交換に励むことが大切で、2, 3年前にパリで開催された人体計測のワークショップに、主要国で出てこなかったのは日本だけだといわれた。次回計測では、より国際的な情報交換を図り、計測についても、たとえばアジア（少なくともアセアンか東アジア）と共同のプロジェクトを組むことも一案である。

軍の技術について、政府は技術移転をすることに積極的であるが、当の技術者は研究に熱心で手が回らないというか、関心がないようである。しかし、Cyberware の開発は空軍がアイデアと技術的支援をした模様で、実質的には関係企業との共同開発を通じて、（コスト・ゼロの）技術がどんどん流れ出していると感じた方がよいのではないか。訪問した空軍でも陸軍でも、民間の企業の研究者が入り込んでいた。

ベンチャー・ビジネスの例は、興味深い。彼らは自信ありげであったが、「もし我々が成功すれば、必ずあとに続くものが出てくる」と明言していた。ちなみに、ISO/TC159/SC3で、芦沢教授と人体計測データベースの規格案をまとめている Dr. Clair Godon は、この組織のこの分野の責任者である。

5. 1. 6 SAFEWOR K

訪問先：SAFEWORK社

目的：SAFEWORKの現状について

1) 調査内容

SAFEWORKは自動車業界向けに開発されたコンピュータ・マネキンである。SAE（アメリカ自動車技術者会）が中心となって開発した。RAMSISと双璧をなすマネキンシステムである。

最近は、筋肉の隆起、内部骨格の再現などの研究がなされている。

5. 2 第2回調査

期 間：平成11年12月7日～12月12日（移動を含む）

調査者：大矢高司（人間生活工学研究センター システム担当課長）

日 程：以下のとおり（移動を除く）

| 日付 | 場所 | 訪問先 | 目的 |
|-----------|-------|--------|----------|
| 12月 8日（水） | 仏国 パリ | パリ第5大学 | 共同研究内容検討 |
| 9日（木） | 英国 パリ | パリ第5大学 | 共同研究内容検討 |
| 10日（金） | 英国 パリ | パリ第5大学 | 共同研究内容検討 |

訪問先：パリ第5大学

面会者：Prof. Regis MOLLARD

Mr. Joel VERNAY

議 題：人体モデルの形態推定技術の内容検討

1) はじめに

HQLは、コンピュータ・マネキンの高度化を目指して、同時に、コンピュータ・マネキンの国際標準規格化を目指して、LAAと協力しながら、コンピュータ・マネキンに関する研究を進めて行きたいと考える。

最近のコンピュータ・マネキンでは、動作や負担などをシミュレーションすることも可能となってきた。HQLの研究の主眼も、このような点にあるが、現在の着目点は人体モデルの寸法決定技術の再構築にある。今回、この点に関して、LAAの協力を仰ぎたい。

2) 本研究のアウトプット

HQLは、以下の2つのアウトプットを2000年3月末までに完成させなければならない。ここで説明するもの以外に、LAAに協力していただきたいことがあるが、それは2000年4月以降に改めて検討して行きたい。

2. 1) 代表体型を決定する技術の開発

任意の母集団の、任意の人体寸法計測項目に関するデータを入力し、当該母集団の、当該人体寸法計測項目に関する代表的な寸法の組を出力する。この方法論とコンピュータ・ソフトウェアを開発する。

次は例である。代表的な寸法の組を4つ出力した場合とする。

入力 母集団 : 日本人、女性、100人
人体寸法計測項目: 身長、腕の長さ、脚の長さ

出力 組1 身長 : 170cm
腕の長さ: 80cm
脚の長さ: 90cm
これは身長が高く腕と脚の長い人と考えられる。

組2 身長 : 150cm
腕の長さ: 60cm
脚の長さ: 70cm
これは身長が低く腕と脚の短い人と考えられる。

組3 身長 : 170cm
腕の長さ: 70cm
脚の長さ: 80cm
これは身長が高く腕と脚の短い人と考えられる。

組4 身長 : 150cm
腕の長さ: 70cm
脚の長さ: 80cm
これは身長が低く腕と脚の長い人と考えられる。

2. 2) 標準体型の決定

身長が5、50、95パーセントイルの、それぞれの近辺の群を取り出し、各々について、さらに胴囲が5、50、95パーセントイルの、それぞれの近辺の群を取り出す。これら9群に関して他の人体寸法計測項目(コンピュータ・マネキンを構成する上で必要と考えられる主な項目)の、母集団全体に対するパーセントイル値を決定する。すなわち、下表の空欄を埋めることを意味する。

| | Percentile value | | | | | | | | |
|----------------------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 5 | | | 50 | | | 95 | | |
| 1. Stature | | | | | | | | | |
| 2. Torso | 5 | 50 | 95 | 5 | 50 | 95 | 5 | 50 | 95 |
| 3. Sitting height | | | | | | | | | |
| 4. Forward reach | | | | | | | | | |
| 5. Shoulder width, | | | | | | | | | |
| 6. Hip width, sitting | | | | | | | | | |
| 7. Chest depth | | | | | | | | | |
| 8. Body depth | | | | | | | | | |
| 9. Chest breadth, axillary | | | | | | | | | |
| 10. Elbow height, standing | | | | | | | | | |
| 11. Shoulder-elbow length | | | | | | | | | |
| 12. Knee height | | | | | | | | | |
| 13. Thigh clearance | | | | | | | | | |
| etc. | | | | | | | | | |

上の表を、先ずは日本人のデータに基づき作成し、欧米人に対しても同様に当てはまるかを検討する。この表は人種の違いに依存しないものとして構成したが、大きな差がでる場合は、人種毎の表として構成することも考える。

3) 手順

次の手順で、この研究を進める。

3. 1) 共通化すべき人体寸法計測項目の洗い出し

J E I (H Q Lが開発したコンピュータ・マネキン) と、E R G O M A N (L A Aが開発したコンピュータ・マネキン) の、それぞれで使用されている人体寸法計測項目を洗い出し、これを共通化する。

これに関しては、先ず、H Q Lから、J E Iで使用している人体寸法計測項目のリストを、L A Aに渡した(1999年12月9日)。L A Aは、このリストを元に、E R G O M A Nで使用している人体寸法計測項目のリストを作成し、これをH Q Lに送る(H Q Lは2000年1月末日を希望する)。

3. 2) 手法の決定

代表体型を決定する技術の開発（2. 1 参照）と、標準体型の決定（2. 2 参照）に関する手法の具体的な内容は、HQLが立案する。立案した手法は文書化し、LAAに送る（2000年1月末日）。LAAは、この手法を検討し、問題点や改善点のアドバイスをHQLに返す（2000年2月末日までに）。

3. 3) 手法の適用

代表体型を決定する技術の開発（2. 1 参照）に関しては、立案した手法をコンピュータ・ソフトウェア化し、日本人のデータに対して適用（コンピュータ・ソフトウェアに日本人のデータをインプット）し、その結果（コンピュータ・ソフトウェアのアウトプット）を検証する。なお、ここで使用する人体寸法計測項目は、J E I と E R G O M A N で共通化したものである。ただし、うまく共通化が出来なかった場合や、その他の理由により、別の項目を選択することもあり得る。

標準体型の決定（2. 2 参照）に関しては、コンピュータ・ソフトウェア化は行わず、立案した手法に基づき、日本人のデータに対して、手作業（Excelなどを使用して）での解析を行う。そして、2. 2 項で説明した表を作成する。

以上は何れもHQLが実施し、開発したコンピュータ・ソフトウェア（ソース形式および実行形式の両方）と、日本人のデータに対して適用した結果のレポートを、LAAに送る（2000年2月末日）。

3. 4 欧米人への適用

LAAは、コンピュータ・ソフトウェアや日本人のデータに適用した結果を受け取った後、欧米人のデータへの適用（HQLはオランダ人とイタリア人への適用を希望する）を実施する。その結果と評価をレポートにし、これをHQLに送る（2000年3月末日）。

4) その他

4. 1 成果の共有

本共同研究で得られた次の成果は、L A AとH Q Lが同等に共有する。

- 2. 1項および2. 2項に関する手法
- 2. 1項に関するコンピュータ・ソフトウェア（ソース形式と実行形式の両方）
- 2. 1項および2. 2項に関する手法を、3. 3項および3. 4項で日本人および欧米人のデータに適用した結果として得られたデータ（レポートとして相手へ通知したデータ）

5. 3 第3回調査

期 間：平成12年3月14日～3月22日（移動を含む）

調査者：足立和隆（筑波大学 講師）

大矢高司（人間生活工学研究センター システム担当課長）

橋本一男（人間生活工学研究センター 主任研究員）

日 程：以下のとおり（移動を除く）

| 日付 | 場所 | 訪問先 | 目的 |
|----------|----------|---------|---------------|
| 3月15日（水） | 仏国 パリ | パリ第5大学 | 共同研究内容検討 |
| 16日（木） | 独国 ミュンヘン | BMW研究所 | 利用実態調査 |
| | 奥国 ウイーン | CEN国際会議 | I S O動向調査（足立） |
| 17日（金） | 独国 ミュンヘン | BMW本社 | 利用実態調査 |
| | 奥国 ウイーン | CEN国際会議 | I S O動向調査（足立） |
| 20日（月） | 仏国 | パリ第5大学 | 共同研究内容検討 |

5. 3. 1 パリ第5大学

訪問先：パリ第5大学

面会者：Prof. Regis MOLLARD

Mr. Joel VERNAY

議 題：人体モデルの形態推定技術の内容検討

1) 検討内容

形態推定技術の詳細について検証した。内容は以下のとおり。

本手法は、次の3つのステップからなる：

1. 主成分分析： p 個の人体寸法（説明変量）から、 m 個 ($m \leq p$) の互いに無相関となる主成分を求め、さらにその主成分座標軸上に95%の等確率楕円体を求める。この楕円球の表面および原点に位置する点を基本体型点（全部で15体型）と考える。

入力データ：計測寸法 D_s (①)

出力データ：基本体型(15体型)の主成分スコア F (各 m 個)

2. 座標変換：主成分座標系から人体寸法座標系に座標変換を行い、1の主成分スコアを用いて各基本体型の寸法を求める。

入力データ：基本体型の主成分スコア F

出力データ：基本体型(15種類)の推定寸法 D_e (各 p 個)。

3. 重回帰分析：2で求めた基本体型の推定寸法 D_e (例えば数項目)を用いて、残りの寸法(例えば100~200項目)を推定する。

① Input Data

e.g.) pick out data of female in twenties from HQL database

| Total Head | ... | Body | ... | Up. Chest | Waist | Hip | Sitting | ... |
|------------|-----|--------|-----|-----------|-------|-------|---------|-----|
| Height | | Height | | Circ. | Girth | Girth | Height | |
| 228.0 | ... | 1590.0 | ... | 794.0 | 611.0 | 861.0 | 857 | ... |
| 220.0 | ... | 1568.0 | ... | 810.0 | 670.0 | 990.0 | 869 | ... |
| 226.0 | ... | 1590.0 | ... | 818.0 | 658.0 | 930.0 | 857 | ... |

② 主成分分析 Principal Component Analysis (PCA)

主成分分析により、多数の計測寸法を要約して、少数の総合特性値でデータ

を表現することができる。p 個の計測寸法を主成分分析すると、式(1)に示すように、その数(p 個)だけ新しい特性値 z (主成分) が得られる。

$$\begin{aligned} z_1 &= a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1p}x_p \\ z_2 &= a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2p}x_p \\ z_3 &= a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + \dots + a_{3p}x_p \\ &\dots \\ z_p &= a_{p1}x_1 + a_{p2}x_2 + a_{p3}x_3 + \dots + a_{pp}x_p \end{aligned} \quad (1)$$

where z is a_{ij} principal component (variables representing synthetic characteristics of human proportions), x_i is a body dimension, a_i is a rotated factor

(ただし、 x_i は各寸法の平均からの偏差。 x_i is a deviation from the mean of each dimension)

図 1 に 2 変量 (p=2) の場合について示す。Figure 1 depicts the case of 2 variates (p=2).

③ 95%等確率楕円体 95% Ellipsoid of Constant Distance

各主成分は互いに独立であり、主成分軸は互いに直行する。この座標系において、原点 $0_p(0, 0, 0)$ を中心とし、各主成分軸においてそれぞれの標準偏差 σ の 1.96 倍を径とする楕円体(3)を考える (その楕円体内に全データの 95%が存在する)。

$$\frac{z_1^2}{(1.96\sigma_1)^2} + \frac{z_2^2}{(1.96\sigma_2)^2} + \frac{z_3^2}{(1.96\sigma_3)^2} + \dots + \frac{z_p^2}{(1.96\sigma_p)^2} = 1 \quad (2)$$

where σ_i is a standard deviation of z_i component score.

図 2 に 2 変量 (p=2) の場合について示す。Figure 2 depicts the case of 2 variates (p=2).

一般に第 1 主成分から第 3 主成分までで全データの半分以上の情報を表すので、以降、第 3 主成分までを対象とする (要寄与率確認)。

$$\frac{z_1^2}{(1.96\sigma_1)^2} + \frac{z_2^2}{(1.96\sigma_2)^2} + \frac{z_3^2}{(1.96\sigma_3)^2} = 1 \quad (2)'$$

第 4 主成分以下は、

$$z_i = 0 \quad (4 \leq i \leq p) \quad (3)$$

とする。

④ 基本体型の主成分スコア PCA Scores of Basic Human Proportions

楕円体(2)'上のいくつかの点および中心を基本体型と考える。

We regard both several points which are located on surface of the ellipsoid (2)' and the center (origin) as basic human proportions.

a) 原点 The Origin

$P_0(0, 0, 0)$ All dimensions are at the mean.

b) 楕円体と各座標軸との交点 The intersection of Ellipsoid and Coordinate Axes

$P_1(1.96\sigma_1, 0, 0)$ 1st compo. is very high (97.5%ile), and the rest is at the mean.

$P_2(-1.96\sigma_1, 0, 0)$ 1st compo. is very low (2.5%ile), and the rest is at the mean.

$P_3(0, 1.96\sigma_2, 0)$ 2nd compo. is very high (97.5%ile), and the rest is at the mean.

$P_4(0, -1.96\sigma_2, 0)$ 2nd compo. is very low (2.5%ile), and the rest is at the mean.

$P_5(0, 0, 1.96\sigma_3)$ 3rd compo. is very high (97.5%ile), and the rest is at the mean.

$P_6(0, 0, -1.96\sigma_3)$ 3rd compo. is very low (2.5%ile), and the rest is at the mean.

c) 各象限の代表点 A Typical Point of Each Quadrant

下式で示す直線（各軸の分散を方向ベクトルとし原点を通る直線）と95%楕円体の交点。

The intersections of the line(5) and the 95% ellipsoid.

$$\frac{z_1}{\pm\sigma_1} = \frac{z_2}{\pm\sigma_2} = \frac{z_3}{\pm\sigma_3} \quad (4)$$

図3を参照のこと。Refer to Figure 3.

式(3)'と式(5)より求める交点は以下のとおり。

$P_7\left(\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}}\right)$ All scores are higher.

$P_8\left(\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}}\right)$ z_1 and z_2 are higher, and z_3

is lower.

$P_9\left(\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}}\right)$ z_1 is higher, and z_2 and z_3 are lower.

$P_{10}\left(\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}}\right)$ z_1 and z_3 are higher, and z_2 is lower.

$P_{11}\left(-\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}}\right)$ z_2 and z_3 are higher, and z_1 is lower.

$P_{12}\left(-\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}}\right)$ z_2 is higher, and z_1 and z_3 are lower.

$P_{13}\left(-\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}}\right)$ All scores are lower.

$P_{14}\left(-\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}}, -\frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}}, \frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}}\right)$ z_3 is higher, and z_1 and z_2 are lower.

⑤ 座標変換 Coordinate Transformation

主成分座標系 z の原点は人体寸法座標系 x の原点と一致している (x は偏差であるため)。

(1) を x について解く。To solve the equations (1) for x .

$$\begin{aligned} x_1 &= b_{11}z_1 + b_{12}z_2 + b_{13}z_3 + b_{14}z_4 + \dots + b_{1p}z_p \\ x_2 &= b_{21}z_1 + b_{22}z_2 + b_{23}z_3 + b_{24}z_4 + \dots + b_{2p}z_p \\ x_3 &= b_{31}z_1 + b_{32}z_2 + b_{33}z_3 + b_{34}z_4 + \dots + b_{3p}z_p \\ &\dots \end{aligned} \quad (5)$$

$$x_p = b_{p1}z_1 + b_{p2}z_2 + b_{p3}z_3 + b_{p4}z_4 + \dots + b_{pp}z_p$$

whre $[b] = [a]^{-1}$

(4) より、

$$\begin{aligned} x_1 &= b_{11}z_1 + b_{12}z_2 + b_{13}z_3 \\ x_2 &= b_{21}z_1 + b_{22}z_2 + b_{23}z_3 \\ x_3 &= b_{31}z_1 + b_{32}z_2 + b_{33}z_3 \\ &\dots \end{aligned} \quad (5)'$$

$$x_p = b_{p1}z_1 + b_{p2}z_2 + b_{p3}z_3$$

基本体型の推定寸法を求めるには、上式の z_1 , z_2 , z_3 に、④で求めた各点の座標値を代入すればよい。

例) P_7 に位置する人の寸法を求める。

$$\begin{aligned}x_1 &= b_{11}z_1 + b_{12}z_2 + b_{13}z_3 \\ &= b_{11}\frac{1.96\sigma_1}{\sqrt{3}} + b_{12}\frac{1.96\sigma_2}{\sqrt{3}} + b_{13}\frac{1.96\sigma_3}{\sqrt{3}}\end{aligned}$$

5. 3. 2 BMW研究所

訪問先：BMW研究所

面会者：Dr. rer. nat. E. Assmann

Mz. C. Zipperling

議 題：コンピュータ・マネキンの利用について

コンピュータ・マネキンの利用現場の実際を調査するため、RAMSISを使用している同社を訪問した。

※現在の研究対象について

ダイナミクスと認識がテーマである。

マネキンでモノをつかむ、歩く、などをシミュレーションしたい。人間の属性や環境によって、歩行がどのように変化するか、などをマネキンの中に入れたい。このとき、人間が回りの環境を「認識」しなければならない。

これにより、自動車の周りに何があるか、その時、どう動作するかをシミュレーションしたい。

また、人間と製品の相互作用をシミュレーション可能にしたい。たとえば、シートの材質で、滑りやすい、滑りにくいなどが、操作性や快適性にどう影響するか、今後の研究課題である。このとき、人間だけでなく、シートなどの製品や環境の属性をCADデータ化しなければならない。この点も大きな課題である。

※コンピュータ・マネキンの活用

コンピュータ・マネキンをどのように利用しているのか、についての回答

自動車開発のあらゆる場面で活用している。企画段階から最終確認段階までで

ある。ただし、現時点でもっとも多く利用しているのは、設計された自動車のチェック行程である。設計者が設計したCADデータを管理部門に渡し、管理部門で評価し、設計者にフィードバックする。

コンピュータ・マネキンが開発工程にどの程度寄与しているのか、についての回答

正確な数値は無いが、少なくとも、20～30%のコストダウンにはなっている。

コンピュータ・マネキンの精度について

精度についても正確な数値は無いが、これまでの経験から、人間を正確（問題ない程度の誤差）に表していると考えている。

※デモンストレーション

RAMSI Sの利用場面のデモンストレーションを見学した。

5. 3. 3 CEN国際会議

コンピュータ・マネキンの規格化は、CEN（欧州規格）とISOが共同で推進している。今回の会議は、CENで開かれたコンピュータ・マネキンに関する検討会である。

ISO側の提案は日本が作成している。この提案を本会に提示し、検討をおこなった。

しかし、コンピュータ・マネキンの技術進歩は急であり、各種の議論、問題提起がなされたが、結論までには達しなかった。

ここで検討された規格案は、本文に載せているので、参考にしてほしい。

添付資料

1. CEN/TC 122 WG1 Work Item: 機械制御の人間工学
- コンピュータ・マネキンと人体テンプレート 規格原案 第一部
2. CEN/TC 122 WG1 Work Item: 機械制御の人間工学
- コンピュータ・マネキンと人体テンプレート 規格原案 第二部
3. 多次元相関式算定ソフト利用マニュアル
4. Anthropometric Measurements and Definitions
(L A Aとの国際共同研究の成果)

CEN/TC 122 WG1 Work Item: 機械制御の人間工学 - コンピュータ・マネキンと人体テンプレート

第1部 基本要素事項

0 序文

本ドラフトは、第三分科会「人体計測と生物力学」の技術委員会 ISO/159「人間工学」の協力により、第一作業グループ「人体計測」の技術委員会 CEN/TC 122「人間工学」が、ウィーン合意に基づいて作成した。

コンピュータ・マネキンと人体テンプレートに関する規格は、全体が二部（今後さらに細分化される可能性も）で構成されている。第一部の「一般要件」は、現在、日進月歩の勢いで進化しつつあるこの分野の最新の動向や、最新、詳細かつ典型的な人体計測データの有用性とはほとんど関係がないような要件を取り扱っている。一方、第二部の「構造と寸法」は、マネキンの開発が安定したものとなり、かつ、マネキンに要求される特性に関してより詳細な決定を行うのに必要なデータやモデルが入手可能となった時に、実現するように計画がなされている。

1 はじめに

1.1 コンピュータ・マネキンの目的

空間、家具、機械、その他設備の設計は、人体の物理的特徴をそのベースにしている。コンピュータ技術の急速な進歩により、人体を模したり、人間活動のシミュレーションを行うことのできるコンピュータ・マネキンの制作が可能となった。例えば、人体計測学的に精密なマネキンや人体テンプレートを使えば、人体と物理的環境の幾何学的関係を視覚化することが可能となる。また、リーチゾーンの表示、視界の視覚化、必要強度の生体力学的計算、動作のシミュレーションなどの各種評価機能をマネキンやマネキンシステムで使用することもできる。

コンピュータ・マネキンの目的は、生身の被験者を使ったり、物理的モデル、プロトタイプを評価したりしなくても済むようにすることである。しかし、生身の人間は、実際の物理的寸法が得られるだけでなく、一人一人異なる機能、

知覚的能力を持ち、さらには、実行容易度、快適性を始めとする設計特性の自己評価をも行なってくれる。

1.2 マネキン使用の一般的利点

コンピュータ・マネキンを使用すれば、空間要件の寸法に欠点があっても、それを迅速かつ容易に洗い出すことができる。また、制約のある空間への収まり、対象物へのリーチといった、作業の制約となるような重要な寸法を、限界身体寸法に関して、迅速に評価することができる。生身の人間を使ってこのような寸法決め作業を行うためには、莫大な数の人の中から選ばれた多くの被験者でテストしなければならない。

マネキンを使用する際は、単一かつ同一のテスト状況において、複数の人間工学的側面（人体工学、姿勢、視覚、強度、力学に関するものなど）に焦点が当てられる。普遍的デザインツールであるマネキンは、寸法に関する具体的な推奨値がなく、全面評価を行う際に基準となるようなソリューションが存在しない場合などには特に欠かせない。設計過程において、マネキンを使ってコンピュータモデリングを行えば、専門家、ユーザーが簡単に情報を交換したり、共同作業を行ったりすることもできる。

適切に使用すれば、コンピュータ・マネキンは、設計過程全体を迅速化し、設計コストの削減に寄与する。テスト、シミュレーションの重要度を示した人間工学的設計過程の詳細は、欧州規格 EN 614-1 を参照のこと。

1.3 コンピュータ・マネキン使用に関する制約

マネキンの使用が即、適切なデザインソリューションを保証するものではなく、逆に、誤用の可能性もある。マネキンの姿勢がごちないにもかかわらずそのまま設計したり、動作スペースを殆ど取らなかったりと、デザイナーが使用法を誤ることもある。また、人体計測学的、動作的、生体力学的側面に関するマネキンの生来の制約が承知されていないこともある。マネキンシステムの複雑度が増すほど、こうした人為的特性へのリンクの追跡が困難、または不可能となる。

現在までに開発されたマネキンやマネキンシステムはその機能、特徴、精度、使い勝手が一定していなかった。現在の開発段階では、最も進んだマネキンシステムでも、強力なハードが必要であり、また、ユーザー側にも特別な訓練が必要となるため、それを使いこなせるデザイナーの数は限られている。単純なものであれば操作は簡単だが、実際の作業では限られた効果しか期待出来ない。

システム自体も、人体計測学的多様性、生体力学的能力、グラフィックの視覚化機能、幾何学的デザイン、シミュレーション、アニメーションなど、それぞれの分野一つに特化したもので、一定していない。つまり、マネキンや関連デザインシステムを選択するということは、他の機能を諦めて一部の機能を選択するということに他ならない。

2 適用範囲

本欧州（国際）規格では、コンピュータ・マネキン、人体テンプレート、マネキンシステムの設計、開発に関する一般的要求事項が規定されている。こうした要求事項は、人体計測学的、機能的、および生体力学的特性に関連するもので、使い勝手、並びに構造的複雑性や機能的多様性への制限を考慮したものとなっている。さらに、こうした要求事項は、マネキンやマネキンシステムのデザイン、選択、または特定の使用法に対する使い勝手、精度の評価を行うためのガイドの役割をも果たす。特に、本規格は、マネキンやマネキンシステムの特性、その用途、ならびにそれらのユーザーへのガイダンスに関して記載を行う際の要求事項を規定するものである。

本規格は、作業空間の設計を目的としたコンピュータ・マネキンや人体テンプレートが、人体計測学的、および生体力学的側面において、正確かつ信頼のおけるものであることを保証するための手段を提供することを目的としている。また、マネキンのユーザーが、みずからのデザイン作業に合ったアプリケーションを選択し、それらを適切に使用できるようにすることも目的の一つである。

3 関連規格

| | |
|-------------|---|
| EN 614-1 | 機械装置 - 人間工学的設計原理 - 第1部：用語と一般原理 |
| EN 547-3 | 機械装置の安全性 - 人体の測定 - 第3部：人体計測データ |
| EN ISO 7250 | 工学設計のための基本人体寸法 |
| prEN 1005-4 | 機械装置の安全性 - 人体の物理的パフォーマンス - 第四部：機械装置との比較による作業姿勢の評価 |
| prEN 14738 | 機械装置の安全性 - 機械装置におけるワークステーションの設計に関する生体力学的要求事項 |
| ISO 9241-11 | 視覚ディスプレイ端末（VDT）を使ったオフィス内の作業に関する人間工学的要求事項 - 第11部：使い勝手に関する手引き |

4 定義

本規格では、以下の定義が適用される。

4.1 コンピュータ・マネキン：人体計測寸法、リンクならびに間接構造、動作特性に基づいて人体をコンピュータで表現したもの

4.2 コンピュータ・マネキンシステム：コンピュータ・マネキン、マネキンを制御、操作（姿勢、人体計測的寸法など）するためのツール、人間の特徴、行動（力、動作など）を模倣するための機能、および物理的環境のコンピュータモデルでマネキンの位置決めを行うための手段からなるコンピュータモデリング用システム

4.3 人体テンプレート：人体計測的寸法に基づいた、人体の関節付き二次元輪郭

4.4 部位：マネキン、または人体テンプレートの可動骨格 (*fleshed-out?*) エレメント

4.5 リンク（部位）構造：マネキン、または人体テンプレートの部位、間接、および相互の幾何学的関係

4.6 リンク長：二つの隣接した間接の動作の中心同士の距離

4.7 接合：隣接する部位や、それらの動作特性を繋げること

4.8 間接：隣接する部位の間の接合関係

5 コンピュータ・マネキンの精度に関する一般要求事項

5.1 概説

マネキンの助けを借りて行う分析や決定作業の精度には、複数の要因が影響を与える。こうした要因の中には、マネキン自体の人体計測学的、構造的、機能的、生体力学的精度に左右されるものや、マネキンのユーザーの知識と経験に左右されるものがある。後者には、姿勢に微調整を加える方法、シートのクッションの上に、マネキンをどれだけ深くセットすれば良いかなどが含まれる。

必要とされる精度は、作業タスクや、その寸法（アクセス、リーチ）の重要性などに左右されるため、作業場寸法などでの許容誤差は、5mm から 50mm と幅がある。

本規格は、マネキンの静的精度に関する要求事項のみを定めているが（5.2-5.3）、分析や試験の精度に影響を与えるような、その他の要因に関する推奨も行なっている。こうした要因は、付属書Aで詳述している。

5.2 マネキンの静的精度

マネキンの構造、形状は、人体の人体計測的形狀、寸法と一致していなければならない。リンク（部位）構造、リンク長、節、ならびに部位の寸法の設計は、異なる姿勢のマネキンの寸法が、与えられたアプリケーションで最大限正確になるように設計しなければならない。マネキンの設計には、特別な注意が必要となるが、これは、立位から座位など、マネキンの姿勢が関連した動作の中で変わった時に、寸法の静止精度を一定に保つためである。

コンピュータ・マネキンが、人体計測的な寸法に関する使用可能な集団データに適合しているかどうかは、ISO 7250 の定義に基づいてマネキンの測定を行うことによってチェックする。選択ポイントの間の水平、垂直距離を測定すれば、マネキンの寸法を、集団データ（もしくは EN 547-3 の欧州の人を対象とした集団データ）と比較することができ、標準位置での精度を決定することができる（7.5 参照）。

5.3 人体計測学的精度の個別の問題

5.3.1 前かがみ姿勢の影響

人体計測学的寸法を計測する時の標準的な姿勢は、直立であるが、自然な姿勢では、人体は前かがみ気味である。従って、胴体の姿勢に適切な微調整を行ったり、適切な前かがみ係数を適用することによって（立位姿勢では、通常 10mm-60mm）、立位と座位の間で、身長、その他関連寸法の減少を検討すべきである。

5.3.2 柔らかい組織の変形

人体は、柔軟性のない骨などの硬い組織と、姿勢が変化した時や圧力がかかった時に変形する筋肉や脂肪など、柔らかい組織によって構成されている。マネキンは、臀部あたりに、変形可能組織に相当するものを備えていなければな

らない。これは、立位から座位へ変わった時に、胴体の高さを適切に保つためである。

5.3.3 肩関節の動作

肩関節の回転の中心は移動するため、前方、後方リーチに大きな影響を与える。マネキンのユーザーは、こうしたマネキンのリーチのタイプ（コンビニエント／マキシマル）を知り、できれば、動作範囲内で関節の回転の中心の位置を調整する能力があることが望ましい。関節の動作に関する詳しい情報は、付属書 A.2.3 を参照のこと。

6 マネキンの使い勝手に関する一般的要求事項

6.1 概説

コンピュータ・マネキンのソフトのシステムが、設計プロセスで受け入れられ、実施されるためには、使いやすくなくてはならない（設計プロセスは EN 614-1 に記述あり）。マネキンシステムの使い勝手は、分析の精度にも影響する。マネキンシステムの使い勝手に関する内容は 6.2-6.8 に記す。ソフトのアプリケーションの使い勝手に関する一般的要求事項は、EN ISO 9241-11 に記述がある。

6.2 明瞭度

マネキンシステムの構造、インタフェースは、明瞭で、即時に習得可能で簡単に使えるものでなくてはならない。

6.3 一貫性

ダイアログやメニューなど、ソフトのインタフェースは、設計プログラム（CAD）、アニメーションソフト、評価に用いる人間工学アプリケーションプログラムなど、デザイナーが使用する他のコンピュータプログラムとできるだけ一貫性がなくてはならない。

6.4 有効性

使用するソフトルーチンは、短くかつシンプルでなくてはならない。こうしたルーチンには、あるソフトアプリケーションから別のアプリケーションに移動したり、マネキンや環境をアプリケーション間で移動させたりするのに必要なアクセスルーチンが含まれる。また、ユーザー手順中のステップ数は、限られたものでなくてはならず、各ステップでの選択はできるだけ難しくないもの

でなくてはならない。

6.5 多様性

マネキン（サイズ、姿勢）を操作したり、同じソフトウェアアプリケーション内で、環境を修正したりすることが出来なくてはならない。また、マネキンシステムは、ユーザーが視野、リーチ、コンフォートゾーンなどを指定できるものでなくてはならない。

6.6 マネキンの人体計測法の変更し易さ

マネキンの人体計測学的寸法は、必要な測定パーセンタイルを選択したり、直接寸法を修正したりすることによって簡単に変更できなくてはならない。いずれのケースにおいても、パーセンタイルがユーザーに示されなくてはならない。また、設計のニーズに関して、異なる部位のパーセンタイルを組み合わせることができ、適当な説明が与えられなければならない。また、1st パーセンタイルと 99th パーセンタイルの間で、人体計測学的寸法を調整できなくてはならない（付属書 A.4.2 参照）。

6.7 姿勢変更の容易さ

瞬時にある物体に達し、元の姿勢に戻るなど、ある一連の動作のテストを行う際、容易に姿勢の変更が出来なくてはならない。マネキンシステムは、立位、座位、かがみ、ひざまずきなどの基本姿勢の選択、もしくは基本姿勢への変更が簡単に出来なくてはならない。また、環境内の物体と接触させたり、させなかったりと、マネキンのポジショニングも簡単に行うことが出来なくてはならない。

6.8 目視による判断の容易さ

寸法や姿勢の調整は、必要な精度を得るために、ユーザーが容易に目視で確認ができ、適切な方法で行うことができなくてはならない。このためには、可動関節や、その動作の方向、大きさの指示に加えて、体の表面、もしくは輪郭がしっかりと表示されていることが必要となる。マネキンに髪の毛があったり、衣服や靴を付けている場合にはランドマーク、もしくは関節角度の変化を示した参照線が必要となることがある。

姿勢、または到達物体が受容可能な限度内にあるかどうかを判断するためには、必要に応じて視野、リーチ、コンフォートゾーンを分かりやすく表示することが出来なくてはならない。また、マネキンシステムは、prEN 1005-4 に従って、作業姿勢の受容性も示さなくてはならない。

座位のアレンジを行う際のマネキンのポジショニングには、ヒップポイントやシートインデックスポイントなどの参照ポイントを表示する必要がある。

7 マネキンに関する記載についての要求事項

7.1 概説

マネキン、およびマネキンシステムの開発者は、それらの特徴の記載、その意図された用途、ならびにユーザーへのガイダンスを行う責任がある。こうした記載に関する要求事項を 7.2-7.9 に記す。

7.2 意図された使用領域

アニメーション、人体計測、人体工学など、マネキンの意図された使用領域を、特に人体計測学的視点から、使用に関する制限と共に記載しなければならない。また、以下のような、そのマネキンシステムが意図された分析、評価の種類も指定しなければならない。

- 自動評価機能、または視覚判定のみの評価
- 動作のアニメーション、または静止画によるプレゼンテーションのみ
- ビューイング、リーチ、アクセスなど、幾何学的関係の分析
- 人体工学的計算に基づいた強度要求事項の評価

また、エンジニア、人間工学研究のエキスパートなど、ユーザー群の記載も行なわなければならない。さらに、機械設計、建築学的設計など、デザインの領域の記載も行なわなければならない。人体計測、作業場の設計、ならびに複雑なアプリケーションにおいて、ソフトの能力を最大限利用するための計算技術の経験に関する要求事項の記載も必要である。

7.3 データソース

使用する人体計測学的データの出所を明らかにしなければならない。データが複数のソースを組合せたものだったり、性データをまとめたものであった場合、その結果まとめたデータを示し、5th、50th、95th パーセンタイルで図にまとめなければならない。

7.4 標準ポジションでの人体計測学的精度

コンピュータ・マネキンの精度を評価 (5.2 参照) するためには、少なくとも

表1に示した標準人体計測学的寸法が含まれていなければならない（寸法はISO 7250で定義されている）。それぞれに関して、7.3で示した初期データ（オリジナル、複合、まとめられたもの）の記載を行わなければならない。さらに、5th、50th、95thパーセンタイルを代表するようにセットされた場合、同じ寸法がマネキンから直接得られなければならない。また、こうした数値の差異が、初期値の何パーセントにあたるか（エラーの程度を示す）も記載しなければならない。表1はこうした比較の記載方法を示したものである。

表1 標準ポジションにおけるマネキンの初期値と直接行なった計測の比較

| | P5 | | | P50 | | | P95 | | |
|--------------|-------|---------|------|-------|---------|------|-------|---------|------|
| | 初期データ | マネキン実測値 | エラー% | 初期データ | マネキン実測値 | エラー% | 初期データ | マネキン実測値 | エラー% |
| 1. 身長 | | | | | | | | | |
| 2. 座高 | | | | | | | | | |
| 3. 前方リーチ | | | | | | | | | |
| 4. 肩幅 | | | | | | | | | |
| 5. ヒップ幅, 座位 | | | | | | | | | |
| 6. 胸厚 | | | | | | | | | |
| 7. ボディ厚 | | | | | | | | | |
| 8. 胸幅, 腋窩 | | | | | | | | | |
| 9. 肘の高さ, 立位 | | | | | | | | | |
| 10. 肩から肘の距離 | | | | | | | | | |
| 11. 膝の高さ | | | | | | | | | |
| 12. 股のクリアランス | | | | | | | | | |

上記の記載は、身長からセットした、可能な共通パーセンタイルマネキンに関しても行ない、身長の妥協による固有のエラーや、ボディタイプに関する選択を示さなければならない。ある種のアプリケーションに関しても、1st、99thパーセンタイルを用いなければならない（添付書類A、セクションA.4.2を参照）。

7.5 姿勢による、推定、修正

前かがみの姿勢による影響に対する修正（5.3.1を参照）、肩間接の動作（5.3.3を参照）など、マネキンの標準姿勢と実際の姿勢との寸法の相違に関する推定、修正は、すべて記載しなければならない。そうした姿勢が、マネキンに本来特徴的に備わっているものであれば、7.4で求められている比較を考慮する必要がある。

7.6 人体計測学的精度に影響を与えるその他の特徴

人体計測学、または人体工学的精度に影響を及ぼすが、（部位の番号のように）はっきりとは見えなかったりするマネキンの特徴はすべて、記載しなければならない。これには、リンク構造、関節の構造、リンクのオリエンテーションや、何らかの制約が課されているかどうかを示すために使われるコーディネートシステムの種類が含まれる。

さらに、以下の記載も行なわなければならない。

- マネキンの人体計測学的幾何学形状がどのように表現されているか（表面表現、内部スケルトンの種類）
- 特定の群に関する人体計測学的寸法のデータベースがあるかどうか
- 他のデータベースを取込むことができるか
- ある個人の寸法を特定することが可能か

7.7 人体工学的精度に影響を与える要因

人体工学的分析にマネキンを用いる場合、人体工学的モデルと計算に用いた方程式の詳細、ならびに使用したデータの出所と数量（寸法、質量、強度）を記載しなければならない。

7.8 制御方法

姿勢、バランス、動作、マネキンと環境間の相互作用を制御する方法も記載しなければならない。

7.9 ユーザーガイダンス

特定の評価タスクを目的としたパーセントイルオプションを選択する際に使われた人体計測学的データ、ならびに人体工学的特性など、その他の考慮事項に関するユーザーガイダンスを（技術マニュアルに加えて）提供しなければならない。

マネキンとマネキンシステムを使うためのハード、その他のソフトに関する要求事項を示さなければならない。他のタイプのプログラム（輸入、輸出）、出力メディア（プロッタ、プリンタ、ビデオ）との通信の可能性も記載しなければならない。

付属書 A (参考)

マネキンの人体測定学的精度、ならびにマネキンを用いて行う分析、決定作業に影響を与える要因

この付属書では、マネキンとマネキンシステムの典型的特徴を、それらを用いて行なった分析の精度、および使用分野との関係において、記述、検討する。

A.1 幾何学的表示

A.1.1 二次元人体モデル

二次元（2D）人体テンプレートは、既存の設計投影図の評価に用いられる物理的人体モデルである。コンピュータ化された人体テンプレートは、コンピュータ・マネキンの最も単純なタイプであり、二次元デザイン作業に適している。こうした2D人体モデルは、容易に考案、操作可能で、コンピュータの容量も少なくて済む。2Dマネキンは、スケッチングに適しており、また、一度に一面だけに限った姿勢、動作の研究にも適している。

A.1.2 三次元人体モデル

三次元（3D）のコンピュータ・マネキンでは、人間の様々な姿勢、動作のモデル化が可能である。その幾何学的複雑性は、スケルトンを表した簡単なスティックモデル、部分的に体表を表現したワイヤフレームモデルから、サーフェスモデルや人体の内部構造のよりリアルなモデリングに至るまで、多岐に渡っている。スティックモデルは、特定のアプリケーションに計算能力が十分でないような場合（複雑な実時間シミュレーション、生体力学的計算など）にも用いることができる。詳細まではっきりと出ている表面モデルは、人体の描写をリアルに行うことができる。

3Dマネキンの姿勢の知覚、操作、ならびに動作の制御には、いくつかの困難が伴う。また、3D環境の構築には時間がかかる。従って、3Dマネキンは、一般に、予備スケッチングには適していないが、より進んだ代替設計案の視覚化、評価には効果的である。

A.2 構造的特徴

A.2.1 部位、関節の数

体の部位、可動関節の数が多ければ、体をより自然かついろいろな動かすことができ、特に、胴体や首を極端な姿勢まで動かすことができるが、通常の立位、座位姿勢の寸法決めには、部位の数などは、それほど多くなくても十分である。2Dのマネキンなら、通常可動関節は6~11個あり、ひとつひとつの関節を使って、比較的容易に姿勢を操作することができる。3Dのモデルの場合、可動関節は15ヶ所程しかないようなものもあるが、指や脊柱をそれぞれの機能的解剖的な詳細まで表現するためには、70ヶ所以上は必要となる。

A.2.2 関節の動作の自由度

各関節は、それぞれ自由度（回転軸）が異なり、指は"1"、背骨の前屈、後屈、反り、回転ねじりなどは"3"となる。肩の関節は、複数の軸を持ち、その回転の中心は、かなり大きなエリアで可動することができる。姿勢操作を簡単にするなど、実際の操作上の理由により、関節の動作のオプションに制限を加えられることもある。

A.2.3 間接の構造

コンピュータ・マネキンのリンク、間接が人体よりも単純なものであれば、エラーが生じることがある。例えば、移動型ブレードを使わずに、胸帯をモデル化し、簡単なボールとソケットジョイントだけで上腕間接窩間接をモデル化すれば、前方へ手を伸ばす時の腕の自然な動作がシュミレートできなくなる。一方、膝間接において、膝の角度が変わると、回転軸は若干移動するが、固定回転軸を持つ簡単なヒンジジョイントで膝間接をモデル化すれば、結果として精度のぶれは小さくなる。

A.2.4 角度の制限

各関節には、その動作に対して一定の角度制限が決まっていることがある。こうした制限は、ダイナミック人体計測学的データで示された、可能な動作の全体の範囲を指し示すことがある。また、組立作業、車輛のハンドルを切る作業、または機械装置に関係する作業活動の評価に対する制限など、特定の活動に対して決まった、群中の快適制限を指し示すこともある（prEN 1005-4を参照）。

A.3 機能的特徴

A.3.1 姿勢

マネキンは、人間の様々な自然な姿勢を模倣することができなければならない。視覚による判定で姿勢全体を変えることは容易でないが、これは、間接の動作の自由度が高いためである。従って、通常、あらかじめ決まった（標準）基本姿勢（立位、座位、かがんだ姿勢）のセットが必要となる。

一部のアプリケーションでは、バランス制御が、ある姿勢を維持するための前提条件となる。静止姿勢にある時の体全体のバランスを調べるためには、各部位の質量と、その質量の中心の位置に関するデータが必要となる。バランス制御は、静つりあいの方程式をベースにすることもできる。計算は自動で行うことができ、典型的姿勢動作を統合することによって、姿勢を保ったり、歩行など、連続した動作のシミュレーションを行うことができる。

A.3.2 リーチゾーンと推奨作業エリアの表示

リーチ能力のチェックは、姿勢の変更、またはリーチゾーンや作業時の推奨ハンド動作エリアを（エンベロープやボリュームで）表示することによってチェックすることができる。推奨作業エリアの限界は、取り扱う物体の重量、動作の頻度、作業タスクの時間など、複数の要因によって決まる。

A.3.3 視野の表示

目の動作や辺縁ビューの視野、ならびに快適視覚ラインは、様々な方法で視覚化できる。ビューイング距離に関する推奨、制限も、視覚的に明示することもできる。

A.3.4 動作のパターン

コンピュータ・マネキンの四肢、胴体の動作は、できる限り自然な人間のそれに似せなくてはならない。自由度の高さのおかげで、あらかじめ決めておいた統合動作パターンを、動作の制御に用いることもできる。これには、動作中の関節や部位の軌道、もしくは最適化アルゴリズムの開発に関するデータが必要となる。さらに、動作中は、ボディのバランスを保たなければならない（A.3.1を参照）。

A.3.6 生体力学的評価

生体力学的計算を用いることによって、静止姿勢、または動作中に各部位に作用する負荷を計算することができる。こうした計算は、必要な忠実度／複雑

さによって、人体各部位の質量、質量の中心、慣性モーメントなどの追加データを取り込んだ人体の幾何学的構造のモデリングを行なったデータ、ならびに外部力、その方向、アクションポイントに基づいている。また、特定の関節で必要となる強度を計算し、動作シミュレーションを行うこともできる。結果の数値と限界値を比較することによって、姿勢や動作の人間工学的適合性を評価することができる。

A.4 コンピュータ・マネキンの人体計測学的特徴

A.4.1 固定、またはパラメトリック人体計測

マネキンの人体計測学的変数を、例えば性別、男女別のグループ、統計的サイズグループ、体のタイプなどを表した固定オプションとして選択することができる。こうしたことは、二次元マネキンには典型的に起こりうる。マネキンは、パラメトリック、つまり、人体計測学的かつ角度データがパラメタとして、ファイルに格納されていることもある。これにより、データのアレンジ方法やその操作方法により、ユーザ群の選択、並びに選択した群内での任意の人体計測学的オプションが可能となる。

A.4.2 パーセンタイルオプション

大人の集団に関する利用可能な人体計測学的データは、通常、性、年齢によって、統計的に集計を行う。こうしたグループの組み合わせの範囲内で、一般設計目的に関して、P5、P50、P95などのパーセンタイルとして表される。機械装置の設計に関する一部の欧州、ならびに国際人体計測学的規格では、EN 547-3 (ISO/DIS 15534)にあるように、こうしたパーセンタイルに関して性グループがまとめられている。こうした規格では、安全上の配慮のために、P1、P99パーセンタイルが必要とされる。

性を別々に表す時は、男女別々の基礎幾何学的形状が、利用可能でなくてはならない。マネキンの寸法は、パーセンタイル値、絶対値の両方に関して、個別に調整可能であることが望ましい。しかし、現実上の問題により、デザイナーは、平均的なサイズと極端なサイズの両方を表す、予め決められたボディサイズのオプションをわずかな数しか必要としないこともある。

最も単純なパーセンタイルオプションは、共通パーセンタイルマネキンである。つまり、一つのマネキンが、例えば男性、女性、もしくはそれをまとめたグループに関して、一つのサイズと年齢グループを表したりするのである。し

かし、特にパーセンタイルが極端な場合の、統計データからパーセンタイルを決定する作業には、必ず付きまとう問題がある。中サイズの P50 マネキンは、全計測に関して、P50 の数値と正確に調和することができる。小型、大型のマネキンは、明白に構築することは出来ない。P5 と P95 は、通常、計測値の P5 と P95 の身長に調和し、首の高さ、胴体、下肢など、身長パスを構成する全ての垂直計測のずれがずっと小さくなる。奥行と幅の寸法の P5、P95 の数値は、実際の所、P5、P95 の身長に取込むことができるが、これにより、現実にはずっとまれであるような組み合わせ（背が低くて痩せている。大きくて重たい）が生じる。

実際問題として、例えばレッグスペースや座高などを正確に決める必要がある場合は、プロポーション的に異なる、極端なボディサイズをもったタイプが少なくとも二つは必要となる：

- P5 の身長と P5 の手足の長さを持つ P5 マネキン
- P5 の身長と P5 の座高（胴回り）を持つ P5 マネキン
- P95 の身長と P95 の手足の長さを持つ P95 マネキン
- P95 の身長と P95 の座高を持つ P95 マネキン

さらに、痩せ型、中肉中背、がっちり型など、最小空間の決定にボディタイプのオプションが必要となる。

一部重要寸法を決定するために、ある極端なパーセンタイルの寸法の組み合わせを表したマネキンも必要となる。テーブルトップで構成されるワークステーションのデザインに必要となる、こうしたものの典型例には、テーブルのエッジ部で最小のリーチとなる、最大腹腔深さと最小上腕長さの組み合わせがある。また、最小腹腔深さと最大上腕長さの組み合わせのでは、レッグスペース奥行が最大となる（prEN ISO 14738 を参照）。特殊なアプリケーションでは、長さ、幅、奥行など、各部位の寸法を個別に決定しなければならないことがある。

A.4.3 多変量オプション

設計を行う際に、座高、着席時の目、肘、膝の高さなど、複数の異なる人体計測学的制約が存在する場合、ユーザーは、多変量アプローチを検討して適応パーセンテージを計算するべきである。

A.5 人体計測学的データの入手可能性、精度

人体計測学的測定値に関するデータが入手可能であるか、およびその精度によって、コンピュータ・マネキンの精度、入手可能性が概ね決定される。標準化姿勢の人体計測学的測定値に関するデータは、数多くの個体群に関して入手可能であるが、データの内容は古く、また、現在では入手できないような個体群も数多くある。体表の詳細なモデリングや生体力学的モデリングに必要な群データは、現在、入手不可能である。実際には、必要なパラメタの推定値だけしか使われないことがしばしばある。

A.6 その他の要因

この他にマネキンの静的、動的精度に影響を与える要因としては、体表モデリングの荒さ（多角体か楕円形か）；内部構造（骨、筋肉、脂肪細胞）の表現；および特別な着衣や機器の考慮などがある。

作業空間の設計および評価のための機械類の安全性—人体測定法— —コンピュータ・マネキンの構造と寸法

第2部 構造と寸法

0. まえがき

この草稿は、人体測定法第1作業部会の人間工学技術委員会 CEN/TC 122 が人体測定法および生体力学第3分科会の人間工学技術委員会 ISO/TC 159 の協力を得て、ウィーン協定に従い作成したものである。

1. はじめに

マネキン構造を規定することに関し、構造と性能を評価する方法として人体測定法、生体力学および視覚を考えた。このうち、「構造」(5を参照)についてはリンク、セグメント、ジョイントおよびアングルを明確に定義しなかった。その理由は、これらの要素を厳密に定義してしまうとコンピュータ・マネキンの自由な発展を阻害すると考えたからである。

人体測定法に関しては、詳細な検証とベンチマーキング[目標基準設定]を規定した。ただし、ジオメトリスイートとベンチマーキングは検証における基本製品と基本姿勢だけに限定した。本来、標準実用環境のようなものを規定すべきであるが、[そうしなかったのは]本事例ではそのような標準実用環境が思い当たらなかったことと、標準実用環境で特定の作業を行なう場合、作業完成度の評価方法がないと作業時間だけで性能を評価できないことによる。作業完成度の評価は難しいと考えた(例えば、マネキンが自動車のコックピットにちゃんと座ったかどうかをどのように点検するのか)。検証と結合すれば、作業完成度は検証の精度評価に使える。

生体力学(静的つりあい、重心、動荷重など)および視覚(視野、色覚、注意領域および注視点など)に関しては、コンピュータ・マネキン側の技術が未成熟であると判断し、詳細な検証とベンチマーキングの規定を見送った。

2. 範囲

コンピュータ・マネキンは飽くまで人間の模型であるから、人間の特性を反映していなければならない。この基準に基づけば、作業空間の設計に使うコンピュータ・マネキンとボディ・テンプレートに対し、人体測定法と生体力学にかなう適正な精度と信頼性を保証することができる。この基準はまた、マネキンのユーザが確実に自分の設計作業に相応しい用途を選び、適正にマネキンを利用できることを目指している。

3. 準拠基準

| | |
|----------------|--|
| EN 614-1 | 機械類の安全性－人間工学的設計原則－ 第1部 用語および総則 |
| prEN 614-2 | 機械類の安全性－人間工学的設計原則－ 第1部 機械類の設計と工具の相互影響 |
| EN 547-3 | 機械類の安全性－人体測定法－ 第3部 人体測定データ |
| | EN ISO 7250 技術設計のための基本人体測定法 |
| prEN 1005-4 | 機械類の安全性－人体性能－ 第4部 機械類に対する作業姿勢の評価 |
| prEN ISO 14738 | 機械類の安全性－機械類ワークステーション設計の人体 測定要件 |
| ISO 9241-11 | 端末表示装置（VDT）を使うオフィス業務の人間工学的 要件 第11部 有用性の手引き |
| EN 14738 | 機械類ワークステーション設計の人体測定要件 |

4. 定義

本国際基準の趣旨に沿って、以下の定義が適用される。

- －正中矢状面： 身体を左右に等しく分ける面。
- －正中面： 正中矢状面に同じ。
- －標識点： 他の器官や組織の位置の指標となる解剖学的構造物。人体の寸法の判定に使用。

- 頭頂点： 正中矢状面内の頭部の最高点（ISO 7250、4.1.2項）
- フランクフルト水平面： 左右の耳の外耳孔の上縁中央点と左の眼窩下縁最下部とを結んだ水平面。耳眼面水平。頭部の正中面を垂直に保つ。
- 肩峰点： 関節窩上にかかる広く平坦な突起として突き出した肩甲棘の外側端。
- 胸部測定点： 通常のブラジャーをつけた女性の胸の最も前方に突き出した部分。

5. 構造

原則としてセグメントがジョイントで結合された構造とする。

セグメント数については、頭部、胴体部、左右大腿部、左右下腿部、左右足部、左右上腕部、左右前腕部、左右手部の14節が最低限必要である。さらに、後述する検証プロトコルにおいて直径20mmの棒を握るためには、少なくとも次の15節×左右のセグメントが必要である。即ち、母指MP-CM節、母指CM-IP節、母指IP-指先節、4指×（CM-PIP節、PIPI-DIP節、DIP-指先節）。従って、全身では44節となる。

セグメントは外殻形状を持たなくてはならない。外形の形式（ポリゴン、NURBS曲面など）は規定しない。

セグメントの外殻形状上に、そのセグメントと一緒に動いて動く標識点が定義されていることが望ましい。

ジョイントは人体の関節中心に相当するもので、人体の動きに相当する回転の自由度を有するように設計する。ジョイントの機構（ピンジョイントあるいは並進ずれ機構を有するジョイントなど）については規定しない。

隣接する2つのセグメント間には相対的な関節角度が定義されるが、その定義の仕方については特に規定しない。ただし、その関節角度が解剖学や医学で用いる角度定義（屈曲?伸展、内転?外転、回転など）とある程度対応がつかうことが望ましい。

隣接する2つのセグメントは相対的運動限界を持つことが望ましい。また、その運動限界は人体の関節可動域の制約に従うことが望ましい。

検証に用いる関節角度は隣接する節の長軸を正中矢状面に投影したときの相対角度とする。

6. 人体測定性能

6.1. 測定パラメーターと定義

本項では計測すべき項目を定義する。ISO 7250 とは部分的に異なる場合もある。立位でも座位でも適用可能な項目および立位、座位いずれで測っても同じである項目は立位計測とした。

6.1.1. 身長 (ISO 7250 4.1.1 参照)

床から頭頂点までの垂直距離。両足を揃え、背筋を伸ばして直立する。頭はフランクフルト水平の方向。

6.1.2. 座高 (4.2.1)

座位水平面から頭頂点までの垂直距離。背筋を伸ばして座り、大腿部を完全に座席に載せ、下腿部は力を抜いて垂らす。頭はフランクフルト水平方向。

6.1.3. 壁・握り棒距離 (4.4.2)

垂直面に左右肩甲骨を押し当てて立った場合の、その垂直面から手の握り軸までの水平距離。被験者は左右肩甲骨と臀部を垂直面にしっかり押し付けて背筋を伸ばして直立し、腕を水平に一杯に伸ばす。計測棒を握り軸を垂直にして手に持つ。

6.1.4. 肩幅 (4.2.9)

左右三角筋の側方突起先端部間の距離。背筋を伸ばして直立し肩の力を抜く。

6.1.5. 座位臀部幅 (4.2.11)

臀部のいちばん幅の広い部分で測った体幹幅。両膝を揃え、大腿部を完全に座席に載せ、下腿部は力を抜いて垂らす。臀部に食い込ませないように計測する。

6.1.6. 胸部厚径 (4.2.16)

男性の場合は乳頭先端、女性の場合は胸部突端で測った胸部の最大厚。背筋を伸ばして直立し、両腕は力を抜いて垂らす。女性は通常のブラジャーを着用。

6.1.7. 立位体幹厚径 (4.1.10)

最大体幹厚。両足を揃え、両腕は力を抜いて垂らし、壁を背にして直立する。

6.1.8. 肘頭下縁高 (4.1.5)

床から曲げた肘の骨の最下端突起部までの垂直距離。両足を揃え、背筋を伸ばして直立する。上腕部は力を抜いて垂らし、前腕部はそれに対して直角に曲げる。

6.1.9. 肩峰・肘頭距離 (4.2.6)

前腕部を水平にし肘を直角に曲げたときの肩峰から肘底部までの垂直距離。直立し、左右上腕部を力を抜いて垂らし、左右前腕部を水平にする。

6.1.10. 座位膝高 (4.2.14)

床から膝蓋骨の上部境界の最高点までの垂直距離。足の裏を床につけ、両膝を直角に曲げ、背筋を伸ばして座る。

6.1.11. 座位大腿厚 (4.2.13)

座面から大腿部の最高点までの垂直距離。足の裏を床につけ、両膝を直角に曲げ、背筋を伸ばして座る。

6.1.12. 座面高 (膝窩高) (4.2.12)

足底支持面から直角に曲げた膝の真後ろの大腿部下面までの垂直距離。計測中、座位を取り、大腿部と下腿部は直角をなすように保持する。計測器の可動アームを力を抜いた大腿二頭筋の腱にそっと押し当てる。

6.1.13. 座位臀部・膝距離 (4.4.7)

膝蓋骨の最前点から臀部の最後点までの水平距離。背筋を伸ばして座り、大腿部を完全に座席に載せ、下腿部は力を抜いて垂らす。臀部の最後点は臀部に接触する計測ブロックを使って座面に垂直に突出させる。この計測ブロックと膝蓋骨の最前点の距離を計測する。

6.1.14. 眼高 (4.1.3)

床から外眼角点〔目尻〕までの垂直距離。足を揃え、背筋を伸ばして直立す

る。頭はフランクフルト水平の方向。

6.1.15. 座位眼高 (4.2.2)

水平座面から目尻までの垂直距離。背筋を伸ばして座り、大腿部を完全に座席に載せ、下腿部は力を抜いて垂らす。頭はフランクフルト水平の方向。

6.1.16. 肘頭 (後縁) ・ 指尖距離 (4.4.5)

肘を直角に曲げたときの上腕背部 (肘頭) から各指先までの距離。直立し、上腕部を下向きに垂らし、前腕部を水平に保ち、手を広げる。

6.2. 測定法

本項ではコンピュータ・マネキンからの人体寸法の計測方法を規定する。計測方法には原則として better と marginal の2通りがある。なるべく better の方法 (標識点を使用) で計測することが望ましい。寸法項目によっては marginal な方法が規定されていないものもある。計測項目は全部で16あり、いずれも ISO 7250 に準拠したものである。

6.2.1. 身長

説明： 自然立位。背筋を伸ばし、両足を揃える。頭部は耳眼面水平。上肢を自然下垂する。

推奨方法： 床から頭頂点までの垂直距離

次善方法： 床から頭部最高点までの垂直距離

6.2.2. 座高

説明： ジオメトリー・スイート (6.3参照) で規定する椅子 (A) に座った下腿下垂座位。頭部は耳眼面水平。

推奨方法： 座面から頭頂点までの垂直距離

次善方法： 座面から頭部最高点までの垂直距離

6.2.3. 壁・握り軸距離

説明： 背中を鉛直な壁につけて立ち、ジオメトリー・スイート (6.3参照) で規定する握り棒を握って、手を矢状面内前方に水平に伸ばした姿勢。頭部は耳眼面水平。

推奨方法： 壁面から握り軸中心までの距離

次善方法： なし

6.2.4. 肩幅

説明： 自然立位。

推奨方法： なし

次善方法： 左右の三角筋部の最膨隆部間の水平距離（最大幅）

6.2.5. 座位臀部幅

説明： ジオメトリー・スイート（6.3参照）で規定する椅子（A）に座った下腿下垂座位。左右の膝をつける。頭部は耳眼面水平。

推奨方法： なし

次善方法： 臀部の左右の最膨隆部間の水平距離（最大幅）

6.2.6. 胸部厚径

説明： 自然立位。

推奨方法： 男性では乳頭位置、女性ではバストポイント位置での体幹部の最大前後径

次善方法： なし

6.2.7. 立位体幹厚径

説明： 背中を鉛直な壁につけて立つ。

推奨方法： なし

次善方法： 壁面から身体の前前方点までの水平距離

6.2.8. 肘頭下縁高

説明： 自然立位で肘を直角に曲げ、前腕を水平前方に伸ばす。

推奨方法： なし

次善方法： 床面から肘の部分での最下方点までの垂直距離

6.2.9. 肩峰・肘頭距離

説明： 自然立位で肘を直角に曲げ、前腕を水平前方に伸ばす。

推奨方法： 肩峰点から肘の部分の最下方点までの垂直距離

次善方法： なし

6.2.10. 座位膝高

説明： ジオメトリー・スイート（6.3参照）で規定する椅子（B）に座り、足底を水平な支持面につけて椅子座面の高さを調整し、膝関節角度が90度、足関節角度が90度（医学的には0度）になるように座った姿勢。

推奨方法： 足底支持面から膝蓋骨上縁までの垂直距離

次善方法： 足底支持面から膝の前部上縁までの垂直距離

6.2.11. 座位大腿厚

説明： ジオメトリー・スイート（6.3参照）で規定する椅子（B）に座り、足底を水平な支持面につけて椅子座面の高さを調整し、膝関節角度が90度、足関節角度が90度（医学的には0度）になるように座った姿勢。

推奨方法： なし

次善方法： 座面から大腿上面の最高点までの垂直距離

6.2.12. 座面高（膝窩高）

説明： ジオメトリー・スイート（6.3参照）で規定する椅子（B）に座り、足底を水平な支持面につけて椅子座面の高さを調整し、膝関節角度が90度、足関節角度が90度（医学的には0度）になるように座った姿勢。

推奨方法： なし

次善方法： 足底支持面から膝裏外側における大腿の最下縁までの垂直距離

6.2.13. 臀部・膝距離

説明： ジオメトリー・スイート（6.3参照）で規定する椅子（B）に座り、足底を水平な支持面につけて椅子座面の高さを調整し、膝関節角度が90度、足関節角度が90度（医学的には0度）になるように座った姿勢。

推奨方法： なし

次善方法： 臀部の最後方点から膝蓋骨前面までの水平距離

6.2.14. 眼高

説明： 自然立位

推奨方法： 床面から外眼角点までの垂直距離

次善方法： なし

6.2.15. 座位眼高

説明： ジオメトリー・スイート（6.3参照）で規定する椅子（A）に座った下腿下垂座位。頭部は耳眼面水平。

推奨方法： 座面から外眼角点までの垂直距離

次善方法： なし

6.2.16. 肘頭（後縁）・指尖距離

説明： 自然立位で肘を直角に曲げ、前腕と手を水平前方に伸ばす。

推奨方法： なし

次善方法： 肘の最後方点から中指先端までの水平距離

6.3. ジオメトリー・スイート

本項では測定に必要となる周辺環境モデルを規定する。

6.3.1. (A)

固い水平な平板に足がついた CAD モデルを用意する。CAD モデルの座標点については別紙に記載する。

6.3.2. 椅子 (B)

固い水平な平板に足がついた CAD モデルを用意する。ただし、座面高はマネキンの座位に合わせて上下に調節できること。CAD モデルの座標点については別紙に記載する。

6.3.3. 握り棒

直径 20 mm の固い円筒の CAD モデル。CAD モデルの座標点については別紙に記載する。

6.4. 検証プロトコル

実際の人体寸法データベースから、身長と胴囲の 2 項目分布図に基づく 9 体の体型を選びだし、その 9 体の体型の人体寸法からマネキンを作る。そのマネキンに 6.2 で規定する姿勢をとらせて、そのとき 6.2 で定めた 16 項目の寸法をマネキンから計測する。なお、マネキンの生成に 6.2 で定めた 16 項目のデータそのものを利用するのは自由である。

なお、6.2で規定する姿勢をとらせるときの作業時間を6.5に規定するベンチマーキング・プロトコル [目標基準設定規則] の結果とする。

上記9体型の導出を行なうには人体寸法の生データ（統計データではなく）が必要になる。これは一般的には手に入れにくい。そこで、別紙に上記9体型のサンプルデータをつけることにする。

座位臀部幅（6.2.5）や座位大腿厚（6.2.11）などは軟部組織の変形を正確に模擬でないと誤差が大きくなるだろう。この誤差を検討するためにも、50パーセンタイルだけでなく、太った人や痩せ気味の人（上記9体型）での検証が必要になると考える。

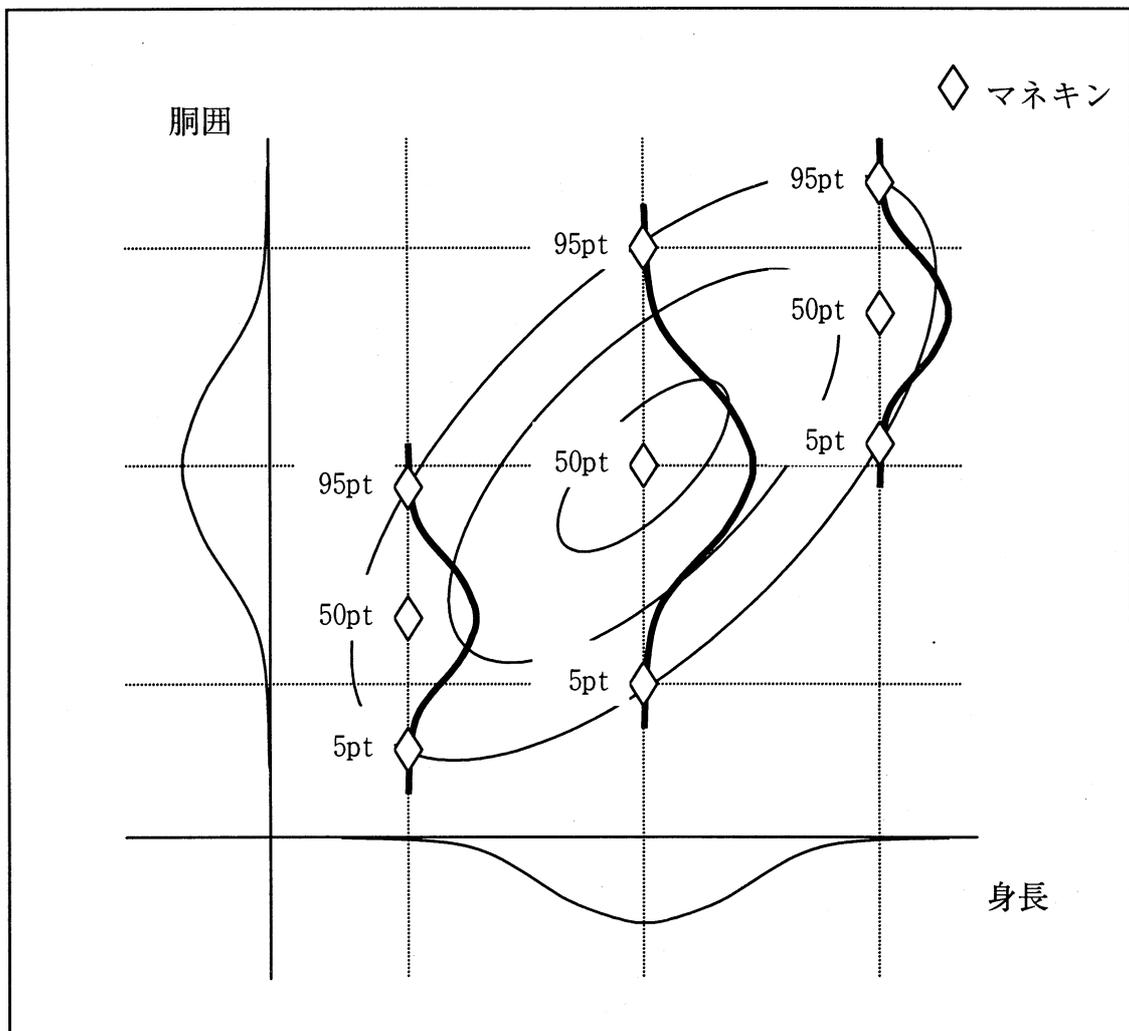


図1 検証に使用するマネキン

6.5. ベンチマーキング・プロトコル

本項では各マネキンソフトウェアの基準姿勢から検証プロトコル（6.2項）で規定された3つの姿勢を生成するまでの作業手順を述べる（参考値として作業時間も記載する方が望ましい）。

ここで生成した姿勢について6.2項の検証を行なうものとする。

7. コンピュータ・マネキンに関する望ましい記載事項

7.1. 生体力学的性能

検証は行なわないが、以下の機能を有しているかどうかを資料文書に記載するものとする。

- 7.1.1. 各関節について関節可動域が設定されているか？ [はい/いいえ]
- 7.1.2. 設定されている場合、元になった母集団データが明記されていなければならぬ。
母集団表示方法については ISO-NP15535 において定める方式に従う。
- 7.1.3. 関節可動域の設定に使用する母集団データは選択できるか？ [はい/いいえ]
- 7.1.4. 負担のない可動域が設定されているか？ [はい/いいえ]
- 7.1.5. 限界可動域が設定されているか？ [はい/いいえ]
- 7.1.6. 隣接する関節との関連によって可動域が変化する特性が設定されているか？
[はい/いいえ]
- 7.1.7. 関節可動域は入力できるか？ [はい/いいえ]
- 7.1.8. 入力できる場合、入力方法（直接数値入力、ファイル読み込みなど）を示すこと。
- 7.1.9. 静的な状態・姿勢で重心位置を計算できるか？ [はい/いいえ]
- 7.1.10. 静的な状態・姿勢で関節にかかるモーメントを計算できるか？ [はい/いいえ]
- 7.1.11. 動的な重心変動を計算できるか？ [はい/いいえ]
- 7.1.12. 動的な関節モーメント変化を計算できるか？ [はい/いいえ]
- 7.1.13. 身体の負担度を評価する機能を持っているか？ [はい/いいえ]
- 7.1.14. その具体的な方法は何か？（NIOSH モデル、可動域、関節モーメント

など)

7.2. 視覚性能

検証は行なわないが、以下の機能を有しているかどうかを資料文書に記載するものとする。

- 7.2.1. 視野が設定されているか？ [はい/いいえ]
- 7.2.2. 設定されている場合、元になった母集団データが明記されていなければならない。
母集団表示方法については ISO-NP15535 において定める方式に従う。
- 7.2.3. 視野の設定に使用する母集団データは選択できるか？ [はい/いいえ]
- 7.2.4. 有効視野が設定されているか？ [はい/いいえ]
- 7.2.5. 誘導視野が設定されているか？ [はい/いいえ]
- 7.2.6. 最低明視距離が設定されているか？ [はい/いいえ]
- 7.2.7. 設定されている場合、元になった母集団データが明記されていなければならない。
母集団表示方法については ISO-NP15535 において定める方式に従う。
- 7.2.8. 視野の設定に使用する母集団データは選択できるか？ [はい/いいえ]

7.3. 人間・環境相互作用的性能

検証は行なわないが、以下の機能を有しているかどうかを資料文書に記載するものとする。

- 7.3.1. 製品モデルを読み込めるか？ [はい/いいえ]
- 7.3.2. 読み込める場合、読み込み可能なファイル形式は何か？
- 7.3.3. 人間モデルを CAD に読み込み可能なファイル形式で出力できるか？ [はい/いいえ]
- 7.3.4. 出力できる場合、そのファイル形式は何か？
- 7.3.5. 人間モデルの軌跡（線または面）を CAD に読み込み可能な形式で出力できるか？ [はい/いいえ]

- 7.3.6. 出力できる場合、そのファイル形式は何か？
- 7.3.7. 製品モデルと人間モデルの対立を検出・表示できるか？ [はい/いいえ]
- 7.3.8. 人間モデル同士の対立を検出・表示できるか？ [はい/いいえ]
- 7.3.9. 必要に応じ製品モデルと人間モデルを一体化して（製品を手を持って、あるいは身体に装着して）移動できるか？ [はい/いいえ]

7.4 基本性能指標

コンピュータ・マネキンの基本性能を示すものとして以下の事項を表記するものとする。

- 7.4.1. 9 体型の身長の見測値および誤差
- 7.4.2. 9 体型の座高の見測値および誤差
- 7.4.3. 9 体型の壁・握り棒距離の見測値および誤差
- 7.4.4. 9 体型の肩幅の見測値および誤差
- 7.4.5. 9 体型の座位臀部幅の見測値および誤差
- 7.4.6. 9 体型の胸部厚径の見測値および誤差
- 7.4.7. 9 体型の体幹厚径の見測値および誤差
- 7.4.8. 9 体型の立位肘頭下縁高の見測値および誤差
- 7.4.9. 9 体型の肩峰・肘頭距離の見測値および誤差
- 7.4.10. 9 体型の座位膝高の見測値および誤差
- 7.4.11. 9 体型の座位大腿厚の見測値および誤差
- 7.4.12. 9 体型の座面高（膝窩高）の見測値および誤差
- 7.4.13. 9 体型の座位臀部・膝距離の見測値および誤差
- 7.4.14. 9 体型の眼高の見測値および誤差
- 7.4.15. 9 体型の座位眼高の見測値および誤差
- 7.4.16. 9 体型の肘頭（後縁）・指尖距離の見測値および誤差
- 7.4.17. 7.4.1 計測のための自然立位生成に要する作業時間
- 7.4.18. 7.4.2 計測のための座位生成に要する作業時間
- 7.4.19. 7.4.3 計測のための姿勢生成に要する作業時間
- 7.4.20. 7.4.10 計測のための座位生成に要する作業時間

多次元相関式算出システム利用マニュアル

=====

PCAnalysis 利用方法

=====

[概要]

"TAB" "SPACE" で区切られた人体寸法データファイルを入力ファイルとして、主成分分析を実行し、その結果を元に代表体系を出力します。

[実行方法]

MS-DOS コマンドラインより、以下のコマンドを実行

PCAnalysis [Input File Name]

- ※ 上記コマンドラインより実行を行うと入力ファイルに、"Out_"が付加された代表体系ファイルがえられます。

例)

| | |
|---------|--------------------|
| 入力ファイル | "abc.csv" |
| コマンドライン | PCAnalysis abc.csv |
| 出力ファイル | "Out_abc.csv" |

[制限事項]

入力ファイルには、以下の制限があります。

1. ファイルの先頭行（一行目）は、見出し項目であること
2. 各行の項目は、"TAB" "SPACE" で区切られていること
3. 各行の項目にデータの抜けがないこと

[実行例]

```
*****
***** コマンドラインより "PCAnalysis サンプル(HQL).txt" を実行 *****
*****
```

| | | |
|----------------|-----------------|---------------|
| Input file | : サンプル(HQL).txt | <---- 入力ファイル名 |
| No. of rows | : 94 | <---- 行数 |
| No. of columns | : 43 | <---- 項目数 |
| Option | : V | |

Analysis of variances-covariances chosen.

Means of column vectors:

| | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 221.3 | 178.5 | 152.4 | 556.4 | 315.0 | 1595.2 | 1292.2 | 1190.2 | 354.4 | 410.5 | 270.6 |
| 232.1 | 340.8 | 229.0 | 214.8 | 382.1 | 313.9 | 396.0 | 831.7 | 724.1 | 652.7 | 765.4 |
| 924.1 | 909.2 | 863.4 | 614.4 | 566.0 | 379.2 | 129.7 | 538.0 | 965.8 | 340.4 | 208.1 |
| 1584.0 | 676.5 | 260.5 | 170.2 | 146.6 | 718.9 | 227.8 | 537.9 | 231.3 | 225.4 | |

Eigenvalues:

27685.89063
13914.69629
2253.05005
1590.49329
1052.33142
861.38342
633.41895
489.45676
423.20398
335.30765
315.99463
289.56000
255.85080
241.90906
212.08333
198.41693
172.20476
150.34537
143.91093
123.58075
110.11794
102.81864
90.90638
80.95113
78.53346
67.63031
61.27729
56.80923
48.47929
40.98073
39.63709
32.10090
28.59473
6.62425
8.74307
9.12641
10.81491
23.91962
14.94251
21.40279
17.12580

19.49649

18.60395

(Eigenvalues should be strictly positive; limited precision machine arithmetic may affect this. Eigenvalues are often expressed as cumulative percentages, representing the 'percentage variance explained' by the associated axis or principal component.)
----- toyo Start

Projections of row-points on first 3 prin. comps.:

| | | |
|-----------|-----------|----------|
| 104.2357 | 74.0632 | 12.4799 |
| 53.5743 | -15.3759 | -40.1333 |
| 151.9476 | -147.6387 | 14.2301 |
| 99.1844 | 96.3462 | -7.6720 |
| -31.1036 | 168.4300 | -11.2996 |
| 188.4393 | -36.3823 | -33.5133 |
| 133.3445 | -72.4320 | -10.6244 |
| -10.7935 | 30.7229 | -24.2941 |
| -243.2800 | 58.8046 | 23.4993 |
| 364.6742 | -11.9097 | -42.1145 |
| 80.2542 | -45.8561 | -41.8691 |
| 210.0880 | -19.7493 | -16.0503 |
| 281.7679 | 14.4131 | 11.2812 |
| 2.3235 | 96.3507 | 8.4735 |
| 247.6204 | 130.4438 | 34.3042 |
| 211.1937 | 45.0736 | -9.3102 |
| 206.9241 | 161.8093 | 10.1499 |
| 98.9655 | 0.0303 | 27.9865 |
| -110.1071 | 121.3793 | 12.3582 |
| -293.6741 | -23.6361 | -10.2123 |
| -344.8764 | 17.9833 | -7.4674 |
| -319.8382 | 42.1107 | -9.2156 |
| -350.0294 | -41.4299 | -92.1376 |
| -214.6564 | 83.8324 | 1.2149 |
| -66.5792 | 55.4313 | -8.3341 |
| -84.0228 | -57.4942 | 10.5157 |
| -15.8543 | -50.6042 | -2.5607 |
| 180.2552 | -16.3577 | -47.7072 |
| -117.0484 | -95.1256 | 41.2933 |
| 15.6500 | 18.4640 | 37.8314 |
| -81.0561 | 70.3734 | -29.5756 |
| -14.9148 | -14.0138 | 3.2323 |
| -52.5856 | 202.0844 | 35.0677 |
| -157.5934 | -108.4385 | 25.6201 |
| 125.2017 | 15.1363 | -48.1014 |
| 257.7117 | -199.5616 | -48.0722 |
| 111.3815 | 1.5270 | 140.2999 |
| -86.6120 | 129.5370 | 6.1641 |

| | | |
|-----------|-----------|-----------|
| -18.5979 | 142.8948 | -32.5797 |
| 114.0412 | -101.6351 | 15.2448 |
| 44.7574 | 200.3947 | -34.7872 |
| 88.6624 | -95.2708 | 111.1307 |
| 77.3675 | 79.0472 | -21.0499 |
| 78.4299 | 64.7912 | -59.5093 |
| 198.7959 | -75.1988 | -55.0492 |
| 313.6301 | -17.0701 | -24.6954 |
| 63.5163 | 23.5916 | 22.1098 |
| -79.7930 | -87.0925 | -11.7827 |
| -201.4403 | 197.7720 | 23.7074 |
| -86.6214 | -42.6210 | 30.3508 |
| 1.9643 | 133.8596 | 20.3086 |
| 88.0909 | -7.1470 | 58.4180 |
| 88.5842 | 120.6995 | -66.6161 |
| 27.8996 | -110.9342 | -80.6051 |
| 153.6906 | 13.0588 | -27.5066 |
| -373.0275 | -505.7646 | -106.8947 |
| -23.6152 | -98.1014 | 8.0318 |
| 104.6363 | -120.4584 | -16.6323 |
| 130.0796 | 38.6188 | -88.0888 |
| 257.5663 | -94.8310 | 63.9870 |
| 186.1581 | -108.8970 | -85.9414 |
| -103.5556 | 183.0867 | 17.6317 |
| -81.9452 | -256.0019 | 63.8364 |
| -198.3920 | -186.6257 | -50.8315 |
| 89.1973 | 75.1540 | -29.8182 |
| -256.5144 | 28.0970 | 30.9972 |
| 14.7983 | -13.8931 | -9.3549 |
| -123.9687 | 23.6433 | -67.8000 |
| 148.9118 | -369.7340 | 59.2598 |
| -151.8644 | -5.5005 | -14.5204 |
| 20.5550 | -81.9695 | 15.3378 |
| 134.6042 | 122.6090 | 5.5603 |
| 174.3392 | -29.4133 | 111.8812 |
| 75.6070 | 247.1738 | 1.2663 |
| 70.2684 | 123.2161 | 35.4329 |
| -220.0495 | 210.9602 | -89.7703 |
| 23.6609 | -154.8711 | -54.0646 |
| -68.4564 | 2.3424 | -21.5863 |
| -79.4864 | 156.9373 | 9.3234 |
| -115.7138 | -39.5423 | 36.5814 |
| 57.7285 | -57.3823 | 48.9478 |
| -58.8628 | -118.2218 | 117.9736 |
| -186.5495 | 24.8954 | -0.1268 |
| -50.5814 | 25.4183 | -6.4826 |
| -283.9471 | 5.2073 | 123.1235 |
| 36.0475 | 6.6454 | 29.8524 |
| -142.1434 | -7.8655 | -51.1299 |

| | | |
|-----------|----------|----------|
| 141.4857 | -2.3723 | -7.1818 |
| 216.8063 | -86.4199 | 33.4212 |
| -250.7804 | 27.2625 | -1.7106 |
| -93.2898 | 5.6675 | -15.1417 |
| -240.6487 | 22.0938 | 50.6877 |
| 53.9627 | -10.6031 | 19.9361 |
| -316.1118 | -98.0360 | 51.1805 |

Projections of column-points on----- PCA Parameters -----

<--- 寄与率のソート前の状態

| [行番号] | [寄与率] | [標準偏差 (σ)] | [平均] | [(μ)] |
|-------|-------|----------------------|----------|---------------|
| 1 | 0.529 | 166.391 | 221.319 | -3989.751 |
| 2 | 0.266 | 117.961 | 178.532 | 1166.411 |
| 3 | 0.043 | 47.466 | 152.372 | 596.740 |
| 4 | 0.030 | 39.881 | 556.415 | 74.406 |
| 5 | 0.020 | 32.440 | 314.979 | 409.894 |
| 6 | 0.016 | 29.349 | 1595.181 | 101.122 |
| 7 | 0.012 | 25.168 | 1292.242 | 270.575 |
| 8 | 0.009 | 22.124 | 1190.191 | 14.867 |
| 9 | 0.008 | 20.572 | 354.442 | 15.433 |
| 10 | 0.006 | 18.311 | 410.457 | 274.410 |
| 11 | 0.006 | 17.776 | 270.617 | 96.388 |
| 12 | 0.006 | 17.016 | 232.090 | 17.173 |
| 13 | 0.005 | 15.995 | 340.751 | -137.001 |
| 14 | 0.005 | 15.553 | 229.049 | 10.016 |
| 15 | 0.004 | 14.563 | 214.849 | -237.999 |
| 16 | 0.004 | 14.086 | 382.099 | 80.269 |
| 17 | 0.003 | 13.123 | 313.904 | 4.939 |
| 18 | 0.003 | 12.262 | 395.979 | 145.350 |
| 19 | 0.003 | 11.996 | 831.713 | -40.179 |
| 20 | 0.002 | 11.117 | 724.106 | 86.874 |
| 21 | 0.002 | 10.494 | 652.713 | -69.998 |
| 22 | 0.002 | 10.140 | 765.436 | 10.177 |
| 23 | 0.002 | 9.534 | 924.096 | 14.686 |
| 24 | 0.002 | 8.997 | 909.234 | -9.549 |
| 25 | 0.002 | 8.862 | 863.383 | 86.125 |
| 26 | 0.001 | 8.224 | 614.415 | -5.848 |
| 27 | 0.001 | 7.828 | 566.043 | -58.395 |
| 28 | 0.001 | 7.537 | 379.203 | -68.179 |
| 29 | 0.001 | 6.963 | 129.702 | 0.894 |
| 30 | 0.001 | 6.402 | 538.009 | 30.358 |
| 31 | 0.001 | 6.296 | 965.787 | 5.538 |
| 32 | 0.001 | 5.666 | 340.447 | 38.123 |
| 33 | 0.001 | 5.347 | 208.067 | 41.631 |
| 34 | 0.000 | 2.574 | 1583.979 | 18.335 |
| 35 | 0.000 | 2.957 | 676.534 | -12.204 |
| 36 | 0.000 | 3.021 | 260.521 | 6.445 |
| 37 | 0.000 | 3.289 | 170.226 | 55.499 |
| 38 | 0.000 | 4.891 | 146.649 | 39.637 |

| | | | | |
|----|-------|-------|---------|---------|
| 39 | 0.000 | 3.866 | 718.904 | 40.614 |
| 40 | 0.000 | 4.626 | 227.763 | -24.452 |
| 41 | 0.000 | 4.138 | 537.926 | 18.551 |
| 42 | 0.000 | 4.415 | 231.277 | 22.731 |
| 43 | 0.000 | 4.313 | 225.426 | 7.403 |

----- PCA Parameters -----

<--- 寄与率のソート後の状態

| [行番号] | [寄与率] | [標準偏差 (σ)] | [平均] | [(μ)] |
|-------|-------|---------------------|----------|---------------|
| 1 | 0.529 | 166.391 | 221.319 | -3989.751 |
| 2 | 0.266 | 117.961 | 178.532 | 1166.411 |
| 3 | 0.043 | 47.466 | 152.372 | 596.740 |
| 4 | 0.030 | 39.881 | 556.415 | 74.406 |
| 5 | 0.020 | 32.440 | 314.979 | 409.894 |
| 6 | 0.016 | 29.349 | 1595.181 | 101.122 |
| 7 | 0.012 | 25.168 | 1292.242 | 270.575 |
| 8 | 0.009 | 22.124 | 1190.191 | 14.867 |
| 9 | 0.008 | 20.572 | 354.442 | 15.433 |
| 10 | 0.006 | 18.311 | 410.457 | 274.410 |
| 11 | 0.006 | 17.776 | 270.617 | 96.388 |
| 12 | 0.006 | 17.016 | 232.090 | 17.173 |
| 13 | 0.005 | 15.995 | 340.751 | -137.001 |
| 14 | 0.005 | 15.553 | 229.049 | 10.016 |
| 15 | 0.004 | 14.563 | 214.849 | -237.999 |
| 16 | 0.004 | 14.086 | 382.099 | 80.269 |
| 17 | 0.003 | 13.123 | 313.904 | 4.939 |
| 18 | 0.003 | 12.262 | 395.979 | 145.350 |
| 19 | 0.003 | 11.996 | 831.713 | -40.179 |
| 20 | 0.002 | 11.117 | 724.106 | 86.874 |
| 21 | 0.002 | 10.494 | 652.713 | -69.998 |
| 22 | 0.002 | 10.140 | 765.436 | 10.177 |
| 23 | 0.002 | 9.534 | 924.096 | 14.686 |
| 24 | 0.002 | 8.997 | 909.234 | -9.549 |
| 25 | 0.002 | 8.862 | 863.383 | 86.125 |
| 26 | 0.001 | 8.224 | 614.415 | -5.848 |
| 27 | 0.001 | 7.828 | 566.043 | -58.395 |
| 28 | 0.001 | 7.537 | 379.203 | -68.179 |
| 29 | 0.001 | 6.963 | 129.702 | 0.894 |
| 30 | 0.001 | 6.402 | 538.009 | 30.358 |
| 31 | 0.001 | 6.296 | 965.787 | 5.538 |
| 32 | 0.001 | 5.666 | 340.447 | 38.123 |
| 33 | 0.001 | 5.347 | 208.067 | 41.631 |
| 38 | 0.000 | 4.891 | 146.649 | 39.637 |
| 40 | 0.000 | 4.626 | 227.763 | -24.452 |
| 42 | 0.000 | 4.415 | 231.277 | 22.731 |
| 43 | 0.000 | 4.313 | 225.426 | 7.403 |
| 41 | 0.000 | 4.138 | 537.926 | 18.551 |
| 39 | 0.000 | 3.866 | 718.904 | 40.614 |
| 37 | 0.000 | 3.289 | 170.226 | 55.499 |
| 36 | 0.000 | 3.021 | 260.521 | 6.445 |

| | | | | |
|----|-------|-------|----------|---------|
| 35 | 0.000 | 2.957 | 676.534 | -12.204 |
| 34 | 0.000 | 2.574 | 1583.979 | 18.335 |

| | ----- 代表寸法 ----- | | | < --- 代表寸法 | |
|----------|------------------|----------|---------|------------|---------|
| P0 | 221.319 | 178.532 | 152.372 | 556.415 | 314.979 |
| 1595.181 | 1292.242 | 1190.191 | 354.441 | 410.457 | 270.617 |
| 232.090 | 340.751 | 229.049 | 214.849 | 382.099 | 313.904 |
| 395.979 | 831.713 | 724.106 | 652.712 | 765.436 | 924.096 |
| 909.234 | 863.383 | 614.415 | 566.043 | 379.203 | 129.702 |
| 538.010 | 965.787 | 340.447 | 208.067 | 1583.979 | 676.535 |
| 260.521 | 170.226 | 146.649 | 718.904 | 227.763 | 537.926 |
| 231.277 | 225.425 | | | | |
| P1 | 218.322 | 176.635 | 150.601 | 549.320 | 302.324 |
| 1547.456 | 1245.563 | 1147.403 | 340.756 | 391.467 | 260.097 |
| 212.960 | 323.963 | 212.734 | 196.885 | 367.327 | 299.943 |
| 381.766 | 777.953 | 676.457 | 597.621 | 712.055 | 875.544 |
| 860.584 | 848.772 | 601.882 | 552.834 | 362.840 | 121.214 |
| 509.675 | 921.807 | 328.718 | 193.794 | 1526.223 | 649.311 |
| 241.212 | 164.362 | 140.380 | 691.791 | 210.871 | 505.483 |
| 223.078 | 219.718 | | | | |
| P2 | 224.317 | 180.429 | 154.144 | 563.510 | 327.634 |
| 1642.906 | 1338.921 | 1232.979 | 368.127 | 429.448 | 281.138 |
| 251.221 | 357.540 | 245.363 | 232.814 | 396.871 | 327.865 |
| 410.191 | 885.472 | 771.756 | 707.803 | 818.817 | 972.647 |
| 957.885 | 877.994 | 626.948 | 579.252 | 395.567 | 138.190 |
| 566.345 | 1009.768 | 352.176 | 222.339 | 1641.734 | 703.758 |
| 279.831 | 176.089 | 152.918 | 746.018 | 244.655 | 570.369 |
| 239.476 | 231.133 | | | | |
| P3 | 224.568 | 178.212 | 152.842 | 556.520 | 307.772 |
| 1637.340 | 1327.862 | 1225.610 | 356.805 | 398.887 | 262.496 |
| 223.907 | 338.873 | 219.589 | 203.467 | 387.558 | 313.822 |
| 397.763 | 791.534 | 694.365 | 618.149 | 721.396 | 901.267 |
| 889.670 | 876.804 | 625.219 | 574.948 | 394.293 | 125.157 |
| 549.232 | 998.714 | 335.061 | 196.643 | 1631.664 | 701.186 |
| 245.380 | 174.771 | 145.174 | 748.328 | 219.257 | 520.832 |
| 236.861 | 226.230 | | | | |
| P4 | 218.070 | 178.852 | 151.903 | 556.310 | 322.186 |
| 1553.023 | 1256.621 | 1154.772 | 352.078 | 422.028 | 278.738 |
| 240.274 | 342.630 | 238.509 | 226.232 | 376.641 | 313.987 |
| 394.194 | 871.891 | 753.847 | 687.275 | 809.476 | 946.925 |
| 928.799 | 849.962 | 603.611 | 557.138 | 364.114 | 134.247 |
| 526.787 | 932.861 | 345.833 | 219.491 | 1536.293 | 651.883 |
| 275.662 | 165.680 | 148.124 | 689.480 | 236.269 | 555.020 |
| 225.693 | 224.621 | | | | |
| P5 | 223.573 | 181.158 | 153.918 | 561.849 | 317.676 |
| 1604.233 | 1295.028 | 1191.969 | 357.887 | 412.587 | 270.886 |
| 230.835 | 349.710 | 229.916 | 212.598 | 392.726 | 317.154 |

| | | | | | |
|----------|----------|----------|---------|----------|---------|
| 398.455 | 822.776 | 719.743 | 644.420 | 748.248 | 939.228 |
| 924.237 | 881.531 | 628.764 | 580.764 | 372.223 | 133.133 |
| 535.967 | 953.706 | 347.912 | 208.657 | 1570.652 | 671.493 |
| 264.090 | 170.414 | 147.544 | 707.078 | 231.038 | 552.042 |
| 232.930 | 226.972 | | | | |
| P6 | 219.065 | 175.906 | 150.827 | 550.981 | 312.282 |
| 1586.130 | 1289.456 | 1188.413 | 350.996 | 408.328 | 270.349 |
| 233.346 | 331.793 | 228.181 | 217.101 | 371.472 | 310.655 |
| 393.502 | 840.649 | 728.469 | 661.005 | 782.623 | 908.964 |
| 894.232 | 845.235 | 600.066 | 551.322 | 386.184 | 126.271 |
| 540.053 | 977.869 | 332.982 | 207.476 | 1597.305 | 681.576 |
| 256.953 | 170.037 | 145.754 | 730.731 | 224.488 | 523.809 |
| 229.624 | 223.879 | | | | |
| P7 | 223.824 | 178.941 | 152.615 | 554.858 | 297.814 |
| 1598.666 | 1283.969 | 1184.600 | 346.566 | 382.026 | 252.244 |
| 203.521 | 331.043 | 204.142 | 183.251 | 383.413 | 303.110 |
| 386.028 | 728.839 | 642.352 | 554.766 | 650.828 | 867.847 |
| 856.022 | 880.341 | 627.035 | 576.460 | 370.949 | 120.100 |
| 518.854 | 942.652 | 330.797 | 182.961 | 1560.581 | 668.921 |
| 229.639 | 169.096 | 139.800 | 709.388 | 205.640 | 502.505 |
| 230.315 | 222.069 | | | | |
| P8 | 219.317 | 173.689 | 149.525 | 543.990 | 292.419 |
| 1580.563 | 1278.398 | 1181.044 | 339.675 | 377.767 | 251.707 |
| 206.032 | 313.126 | 202.407 | 187.753 | 362.158 | 296.611 |
| 381.074 | 746.712 | 651.078 | 571.351 | 685.202 | 837.584 |
| 826.018 | 844.046 | 598.337 | 547.018 | 384.911 | 113.238 |
| 522.940 | 966.815 | 315.867 | 181.780 | 1587.235 | 679.004 |
| 222.502 | 168.718 | 138.010 | 733.041 | 199.090 | 474.272 |
| 227.009 | 218.976 | | | | |
| P9 | 212.819 | 174.329 | 148.586 | 543.781 | 306.834 |
| 1496.247 | 1207.156 | 1110.206 | 334.947 | 400.908 | 267.949 |
| 222.399 | 316.883 | 221.327 | 210.518 | 351.241 | 296.776 |
| 377.505 | 827.068 | 710.561 | 640.477 | 773.282 | 883.242 |
| 865.146 | 817.203 | 576.728 | 529.208 | 354.731 | 122.328 |
| 500.496 | 900.962 | 326.639 | 204.628 | 1491.865 | 629.702 |
| 252.784 | 159.627 | 140.960 | 674.193 | 216.102 | 508.460 |
| 215.841 | 217.367 | | | | |
| P10 | 217.326 | 179.580 | 151.676 | 554.649 | 312.228 |
| 1514.349 | 1212.728 | 1113.762 | 341.838 | 405.167 | 268.486 |
| 219.888 | 334.800 | 223.062 | 206.016 | 372.496 | 303.275 |
| 382.459 | 809.195 | 701.835 | 623.892 | 738.908 | 913.505 |
| 895.150 | 853.499 | 605.426 | 558.650 | 340.770 | 129.190 |
| 496.410 | 876.799 | 341.569 | 205.809 | 1465.211 | 619.618 |
| 259.921 | 160.005 | 142.749 | 650.540 | 222.652 | 536.693 |
| 219.147 | 220.459 | | | | |
| P11 | 229.819 | 182.735 | 156.159 | 569.049 | 323.124 |
| 1694.116 | 1377.327 | 1270.176 | 373.936 | 420.007 | 273.285 |
| 241.782 | 364.620 | 236.771 | 219.181 | 412.957 | 331.032 |
| 414.452 | 836.357 | 737.652 | 664.948 | 757.589 | 964.950 |

| | | | | | |
|----------|----------|----------|---------|----------|----------|
| 953.323 | 909.563 | 652.102 | 602.878 | 403.676 | 137.076 |
| 575.524 | 1030.613 | 354.255 | 211.506 | 1676.093 | 723.367 |
| 268.259 | 180.824 | 152.338 | 763.615 | 239.424 | 567.392 |
| 246.713 | 233.484 | | | | |
| P12 | 225.312 | 177.483 | 153.068 | 558.181 | 317.730 |
| 1676.013 | 1371.755 | 1266.620 | 367.045 | 415.747 | 272.749 |
| 244.292 | 346.702 | 235.035 | 223.683 | 391.702 | 324.533 |
| 409.499 | 854.230 | 746.378 | 681.533 | 791.964 | 934.686 |
| 923.319 | 873.267 | 623.404 | 573.436 | 417.637 | 130.215 |
| 579.610 | 1054.776 | 339.325 | 210.325 | 1702.746 | 733.451 |
| 261.122 | 180.446 | 150.549 | 787.268 | 232.874 | 539.159 |
| 243.407 | 230.392 | | | | |
| P13 | 218.814 | 178.123 | 152.130 | 557.972 | 332.144 |
| 1591.697 | 1300.514 | 1195.782 | 362.317 | 438.889 | 288.991 |
| 260.660 | 350.459 | 253.956 | 246.448 | 380.785 | 324.698 |
| 405.930 | 934.586 | 805.860 | 750.659 | 880.044 | 980.344 |
| 962.447 | 846.425 | 601.795 | 555.626 | 387.458 | 139.304 |
| 557.166 | 988.922 | 350.097 | 233.173 | 1607.376 | 684.148 |
| 291.404 | 171.355 | 153.498 | 728.420 | 249.886 | 573.346 |
| 232.239 | 228.782 | | | | |
| P14 | 223.321 | 183.375 | 155.220 | 568.840 | 337.539 |
| 1609.799 | 1306.086 | 1199.338 | 369.208 | 443.148 | 289.528 |
| 258.149 | 368.377 | 255.691 | 241.945 | 402.040 | 331.198 |
| 410.883 | 916.713 | 797.134 | 734.074 | 845.669 | 1010.608 |
| 992.451 | 882.720 | 630.493 | 585.067 | 373.496 | 146.166 |
| 553.079 | 964.759 | 365.027 | 234.354 | 1580.723 | 674.065 |
| 298.541 | 171.733 | 155.288 | 704.767 | 256.436 | 601.579 |
| 235.545 | 231.874 | | | | |

----- 代表寸法 -----

first 3 prin. comps.:

| | | |
|----------|----------|---------|
| -2.6489 | 2.8712 | 1.9916 |
| -1.6766 | -0.2827 | 2.3205 |
| -1.5657 | 0.4147 | 1.3655 |
| -6.2702 | 0.0926 | 4.8020 |
| -11.1835 | -6.3691 | 2.3836 |
| -42.1745 | 37.2553 | 7.9985 |
| -41.2500 | 31.4779 | 2.4618 |
| -37.8118 | 31.2997 | 1.5710 |
| -12.0935 | 2.0887 | 3.0448 |
| -16.7818 | -10.2249 | 1.8820 |
| -9.2972 | -7.1766 | 0.2372 |
| -16.9056 | -7.2319 | -1.1093 |
| -14.8359 | -1.6600 | 7.9169 |
| -14.4171 | -8.3599 | 0.7667 |
| -15.8756 | -10.0586 | -1.9894 |
| -13.0542 | 4.8236 | 9.3914 |
| -12.3375 | -0.0731 | 2.8718 |
| -12.5593 | 1.5769 | 2.1886 |
| -47.5069 | -35.5053 | -7.8971 |

| | | |
|----------|----------|----------|
| -42.1080 | -26.2822 | -3.8557 |
| -48.6839 | -30.5434 | -7.3280 |
| -47.1726 | -38.9181 | -15.1884 |
| -42.9047 | -20.1740 | 13.3720 |
| -42.9925 | -17.2889 | 13.2573 |
| -12.9115 | 11.8603 | 16.0371 |
| -11.0757 | 9.5478 | 12.6801 |
| -11.6727 | 7.8694 | 13.0087 |
| -14.4602 | 13.3348 | -6.1689 |
| -7.5010 | -4.0164 | 3.0318 |
| -25.0394 | 9.9172 | -1.8055 |
| -38.8653 | 29.0972 | -10.6765 |
| -10.3650 | -4.7598 | 6.5966 |
| -12.6125 | -10.0955 | 0.5219 |
| -51.0386 | 42.1393 | -11.7767 |
| -24.0572 | 21.7842 | -4.4554 |
| -17.0642 | -13.3802 | 3.1533 |
| -5.1818 | 4.0169 | 0.1670 |
| -5.5401 | -1.3032 | 0.7908 |
| -23.9602 | 26.0018 | -10.4512 |
| -14.9274 | -7.5171 | 2.8941 |
| -28.6699 | -15.1058 | 12.4748 |
| -7.2455 | 4.9344 | 1.4605 |
| -5.0438 | 0.7111 | 1.3663 |

Anthropometric Measurements and Definitions

**ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS
AND DEFINITIONS**

HQL

ISO

LAA

**Appendix 1
Table of measurements**

LAA - MARCH 1, 2000

Table of Measurements HQL - LAA

| No. | Measurements | ISO Item-ID | HQL Item-ID | LAA Item-ID | Used for HQL Manikin | Used for Ergoman | No. Ergoman | Calculate or estimate |
|-------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|------------------|-------------|-----------------------|
| M-001 | Body Weight | | MBV007 | | | | | |
| M-002 | Total Head Height | | MHE019 | GNAVTEXPROJ | X | | | |
| M-003 | Head Height | | MHE020 | TRAVTEX | X | | | |
| M-004 | Vertex-Pupil Height | | EXT001 | | | | | |
| M-005 | Stomion-Vertex Height | | CHE002 | | | | | |
| M-006 | Glabella-Gnathion Height | | LHE001 | | | | | |
| M-007 | Morphologic Face Height | | LHE002 | | | | | |
| M-008 | Eye-Chin Height | | LHE003 | | | | | |
| M-009 | Stomion-Gnathion Height | | LHE004 | | | | | |
| M-010 | Head Length | | MHE013 | LONMAXTET | X | X | ERG_21 | |
| M-011 | Pronasal-Vertex Distance | | MHE015 | | | | | |
| M-012 | Pronasal-Opistocranium Distance | | MHE014 | | | | | |
| M-013 | Ear Length | | LHE008 | | | | | |
| M-014 | Nasal Depth | | LHE009 | | | | | |
| M-015 | Head Breadth | 4.3.10 | MHE016 | LARMAXTET | X | X | ERG_22 | |
| M-016 | Bitrignon Breadth | | MHE017 | | | | | |
| M-017 | Bizygomatic Breadth | | LHE005 | | | | | |
| M-018 | Bigonial Breadth | | MHE018 | | | | | |
| M-019 | Interpupillary Breadth | | LHE006 | | | | | |
| M-020 | Biocular Breadth | | LHE007 | | | | | |
| M-021 | Sagittal Head Arc | | MHE043 | | | | | |
| M-022 | Bitrignon Coronal Arc | | MHE044 | | | | | |
| M-023 | Head Circumference | 4.3.12 | MHE045 | PERTET | | | | |
| M-024 | Neck Girth | 4.4.8 | MHE046 | PERCOU | X | X | ERG_16 | |
| M-025 | Neck Root Girth | | MHE047 | | | | | |
| M-026 | Height | 4.1.2 | STR002 | STATURE | X | X | ERG_01 | |
| M-027 | Eye Height | | LTR016 | | | | | |
| M-028 | Trignon Height | | LTR001 | TRASOL | X | | | |
| M-029 | Chin Height | | CTR001 | | | | | |
| M-030 | Cervical Height | | LTR036 | CER7EMSOL | X | X | ERG_20 | |
| M-031 | Side Neck Height | | LTR017 | | | | | |
| M-032 | Acromial Height | 4.1.4 | LTR018 | ACROMSOL | X | X | ERG_07 | |
| M-033 | Nipple Height | | LTR019 | | | | | |
| M-034 | Axillary Height | | LTR002 | | | | | |
| M-035 | Front Waist Height | | LTR020 | | | | | |

| No. | Measurements | ISO Item-ID | HQL Item-ID | LAA Item-ID | Used for HQL Manikin | Used for Ergoman | No. Ergoman | Calculate or estimate |
|-------|---|-------------|-------------|-------------|----------------------|------------------|-------------|-----------------------|
| M-036 | Back Waist Height | | LTR037 | | | | | |
| M-037 | Navel Height | | LTR021 | | | | | |
| M-038 | Side Neck-to-Acromion Horizontal Distance | | LTR029 | | | | | |
| M-039 | Side Neck-to-Acromion Horizontal Distance | | LTR030 | | | | | |
| M-040 | Shoulder Angle | | CTR002 | | | | | |
| M-041 | Shoulder Breadth | 4.2.8 | LTR031 | LARBI2ACROM | X | X | ERG_08 | |
| M-042 | Bideloid Breadth | 4.2.9 | MTR024 | LARBI2DELT | X | | | |
| M-043 | Elbow-to-Elbow Breadth | | MTR023 | LARCDECE | X | | | |
| M-044 | Inferior Biscapular Breadth | | LTR039 | | | | | |
| M-045 | Maximum Body Breadth | | MTR025 | | | | | |
| M-046 | Chest Breadth | 4.1.11 | MTR029 | LARTHOR | X | | | |
| M-047 | Anterior Biaxillary Breadth | | LTR032 | | | | | |
| M-048 | Bimamillary Distance | | LTR033 | | | | | |
| M-049 | Breast Depth(Only Female) | | MTR041 | | | | | |
| M-050 | Waist Breadth | | LTR034 | LARBI2CRET | X | | | |
| M-051 | Hip Breadth | 4.1.12 | LTR035 | LARMAXFES7 | X | | | |
| M-052 | Chest Death | | MTR030 | | | | | |
| M-053 | Maximum Chest Depth | 4.2.16 | LTR012 | M1DIATHOR | X | X | ERG_15 | |
| M-054 | Maximum Abdominal Depth | | LTR013 | DIAABDOM7 | X | | | |
| M-055 | Cervical-to-Posterior Waist Length | | LTR038 | | | | | |
| M-056 | Antero-Superior Chest Arc | | MTR051 | | | | | |
| M-057 | Posterior Biacromial Arc | | MTR052 | | | | | |
| M-058 | Cervicale-to-Side Neck Length | | MTR048 | | | | | |
| M-059 | Cervical-to- Mammilla Length | | MTR049 | | | | | |
| M-060 | Cervical-to-Anterior Waist Length | | MTR050 | | | | | |
| M-061 | Side Neck-to-Mammilla Length | | CTR003 | | | | | |
| M-062 | Mamilla-to-Mamilla | | CTR004 | | | | | |
| M-063 | Mamilla-to-Anterior Waist Distance | | CTR005 | | | | | |
| M-064 | Upper Chest Circumference | | MTR062 | | | | | |
| M-065 | Bust Girth | 4.4.9 | MTR063 | PERTHOR | | | | |
| M-066 | Lower Chest Circumference | | MTR064 | | | | | |
| M-067 | Waist Girth | 4.4.10 | MTR070 | PERCEINTNAT | | | | |
| M-068 | Abdominal Circumference | | MTR065 | | | | | |
| M-069 | Maximum Hip Girth | | MTR066 | | | | | |
| M-070 | Hip Girth | | MTR067 | | | | | |
| M-071 | Vertical Trunk Girth | | MTR069 | | | | | |
| M-072 | Total Crotch Length | | MTR068 | | | | | |
| M-073 | Middle Finger-tip Height Over Head, sitting | | SUL005 | | | | | |

| No. | Measurements | ISO Item-ID | HQL Item-ID | LAA Item-ID | Used for HQL Manikin | Used for Ergoman | No. Ergoman | Calculate or estimate |
|-------|---|-------------|-------------|------------------|----------------------|------------------|-------------|-----------------------|
| M-074 | Sitting Height | 4.2.1 | STR006 | VTEXSIE4 | | X | ERG_17 | |
| M-075 | Opistocranium Height, sitting | | STR007 | | | | | |
| M-076 | Cervicale Height, sitting | 4.2.3 | STR008 | CERPREMSIE4 | | | | |
| M-077 | Acromial Height, sitting | 4.2.4 | STR009 | ACROMSIE4 | | | | |
| M-078 | Pupil Height, sitting | | LEY001 | | | | | |
| M-079 | Gnation Height, sitting | | CTR006 | | | | | |
| M-080 | Waist Height, sitting | | LTR003 | | | | | |
| M-081 | Elbow Height, sitting | 4.2.5 | LUL002 | OLECSIE | | | | |
| M-082 | Thigh Height, sitting | 4.2.14 | LLL004 | HTRCUISSOL | | | | |
| M-083 | Sitting Surface Height | 4.2.12 | LLL005 | CRPOPSOL6 | | | | |
| M-084 | Thigh Clearance | 4.2.13 | CLL003 | EPSCUIS6 | X | | | |
| M-085 | Buttock-Knee Length, sitting | 4.4.7 | LLL010 | PLPFESGEN6 | | | | |
| M-086 | Buttock-Popliteal Length, sitting | 4.4.6 | LLL011 | PLPFESCRPOP6 | | | | |
| M-087 | Buttock-Calf Length, sitting | | LLL012 | | | | | |
| M-088 | Buttock-Sole Length, sitting | | SLL012 | | | | | |
| M-089 | Hip Breadth, sitting | | MTR021 | | | | | |
| M-090 | Abdominal Depth with arms Over Head, sitting | | MTR022 | | | | | |
| M-091 | Abdominal Depth with horizontal forearms, sitting | 4.2.15 | LTR009 | DIABDOM | X | | | |
| M-092 | Knee Girth, sitting | | MLL004 | | | | | |
| M-093 | Arm Span | | SUL010 | | | | | |
| M-094 | Middle Finger-Tip Height Over Head | | CUL001 | | | | | |
| M-095 | Metacarpal Head Height over head | | CUL002 | | | | | |
| M-096 | Radiale Height | | LUL003 | EPISOL | X | | | |
| M-097 | Elbow Height | 4.1.5 | SUL002 | OLECSOL | | | | |
| M-098 | Radial Styion Height | 4.1.7 | LUL004 | STYRADSOL | X | | | |
| M-099 | Metacarpal Head Height | 4.4.4 | LUL005 | MECPHALSOL | | | | |
| M-100 | Finger-Tip Height | | LUL006 | DACTYSOL | X | | | |
| M-101 | Upper Limb Length | | LUL008 | | | | | |
| M-102 | Upper Arm Length | 4.2.6 | LUL009 | ACROMEPI | | X | ERG_10 | |
| M-103 | Forearm Length | 4.2.7 | LUL010 | OLECSTYRAD | | | | |
| M-104 | Shoulder-Elbow Length | | CUL003 | | | | | |
| M-105 | Acromion-to-Back Distance | 4.4.1 | LTR006 | | | | | |
| M-106 | Metacarpal Head from Back Distance | 4.4.2 | CUL004 | DISFCTANTMBESUP | | | | |
| M-107 | Arm Reach from Back | | SUL011 | | | | | |
| M-108 | Metacarpal Head-to-Elbow Distance | 4.4.3 | LUL007 | DISFCTOLECPGNFER | | | | |
| M-109 | Fingertip-Elbow Distance | 4.4.5 | LEF008 | OLECDACTY | | | | |
| M-110 | Armscye Width | | LUL011 | | X | | | |
| M-111 | Sleeve Inseam-to-Wrist Length | | MUL053 | | | | | |

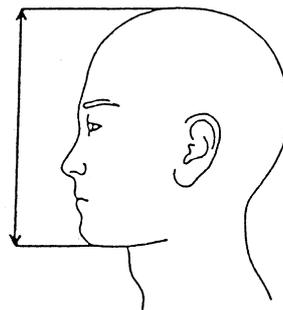
| No. | Measurements | ISO Item-ID | HQL Item-ID | LAA Item-ID | Used for HQL Manikin | Used for Ergoman | No. Ergoman | Calculate or estimate |
|-------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|------------------|-------------|-----------------------|
| M-112 | Armscye Girth | | MUL054 | | | | | |
| M-113 | Upper Arm Circumference | | MUL055 | M1PERBIC | | X | ERG_14 | |
| M-114 | Flexed Upper Arm Circumference | | MUL056 | | | | | |
| M-115 | Forearm Circumference | | MUL057 | PERAVBRA | X | | | |
| M-116 | Hand Length | 4.3.1 | LHA003 | INLRCADACTY | | | | |
| M-117 | Palm Length | | LHA004 | | | | | |
| M-118 | Finger Span | | MHA031 | | | | | |
| M-119 | Fingertip-to-Metacarpal Head Distance | | LHA009 | | | | | |
| M-120 | Hand Breadth | | LHA001 | | | | | |
| M-121 | Maximum Hand Breadth | | LHA002 | | X | | | |
| M-122 | Grip Phalanx | | MHA034 | | | | | |
| M-123 | Maximum Grip Diameter | | MHA033 | | | | | |
| M-124 | Inside Grip Diameter | | MHA032 | | | | | |
| M-125 | Wrist Thickness | | MHA039 | | | | | |
| M-126 | Thenar-Pad Hand Thickness | | MHA038 | | | | | |
| M-127 | Hand Thickness | | LHA018 | EPSMINMAIN | X | | | |
| M-128 | Wrist Circumference | 4.4.11 | MHA058 | PERPGN | | | | |
| M-129 | Hand Circumference 1 | | MHA061 | | | | | |
| M-130 | Hand Circumference 2 | | MHA059 | | | | | |
| M-131 | Fist Girth | | MHA060 | | | | | |
| M-132 | Finger 1 Length | | MFG035 | | | | | |
| M-133 | Finger 2 Length | | LFG005 | | | | | |
| M-134 | Finger 3 Length | | LFG006 | | | | | |
| M-135 | Finger 4 Length | | LFG007 | | | | | |
| M-136 | Finger 5 Length | | LFG008 | | | | | |
| M-137 | Finger 1 Joint Breadth | | MFG036 | | | | | |
| M-138 | Finger 2 Proximal Joint Breadth | | LFG010 | | | | | |
| M-139 | Finger 3 Proximal Joint Breadth | | LFG011 | | | | | |
| M-140 | Finger 4 Proximal Joint Breadth | | LFG012 | | | | | |
| M-141 | Finger 5 Proximal Joint Breadth | | LFG013 | | | | | |
| M-142 | Finger 2 Distal Joint Breadth | | LFG014 | | | | | |
| M-143 | Finger 3 Distal Joint Breadth | | LFG015 | | | | | |
| M-144 | Finger 4 Distal Joint Breadth | | LFG016 | | | | | |
| M-145 | Finger 5 Distal Joint Breadth | | LFG017 | | | | | |
| M-146 | Finger 1 Joint Thickness | | MFG037 | | | | | |
| M-147 | Finger 2 Proximal Joint Thickness | | LFG019 | | | | | |
| M-148 | Finger 3 Proximal Joint Thickness | | LFG020 | | | | | |
| M-149 | Finger 4 Proximal Joint Thickness | | LFG021 | | | | | |

| No. | Measurements | ISO Item-ID | HQL Item-ID | LAA Item-ID | Used for HQL Manikin | Used for Ergoman | No. Ergoman | Calculate or estimate |
|-------|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------------|----------------------|------------------|-------------|--------------------------|
| M-150 | Finger 5 Proximal Joint Thickness | | LF022 | | | | | |
| M-151 | Finger 2 Distal Joint Thickness | | LF023 | | | | | |
| M-152 | Finger 3 Distal Joint Thickness | | LF024 | | | | | |
| M-153 | Finger 4 Distal Joint Thickness | | LF025 | | | | | |
| M-154 | Finger 5 Distal Joint Thickness | | LF026 | | | | | |
| M-155 | Lllocristal Height | | LLL022 | | | | | |
| M-156 | Lliospal Height | 4.1.6 | LLL023 | EIASGCHSOL | | | | |
| M-157 | Gluteal Furrow Height | | SLL004 | | | | | |
| M-158 | Crotch Height | | SLL003 | PUBSOL | X | | | |
| M-159 | Mid-Patellar Height | | LLL024 | MILROTSOL | X | | | |
| M-160 | Knee Height | 4.1.8 | LLL025 | | | | | |
| M-161 | Calf Height | | LLL026 | | | | | |
| M-162 | Ankle Height | | LLL027 | | | | | |
| M-163 | Sphyrion Height | | LLL028 | HTRMALINT | X | | | |
| M-164 | Fibular Sphyrion Height | | LLL007 | | | | | |
| M-165 | Thigh Length | | CLL001 | TROCCONFEMEXT1T6 | X | X | ERG_04 | |
| M-166 | Lower Leg Length | | CLL002 | | | | | |
| M-167 | Hip Depth | | LLL014 | DIAMXFES7 | X | | | |
| M-168 | Knee Depth | | LLL015 | | X | | | |
| M-169 | Thigh Circumference | 4.4.12 | MLL071 | PERMAXCUI57 | X | | | |
| M-170 | Knee Circumference | | MLL072 | | | | | |
| M-171 | Calf Circumference | 4.4.13 | MLL073 | PERMAXJAMB7 | | | | |
| M-172 | Minimum Leg Circumference | | MLL074 | | | | | |
| M-173 | Foot Thickness | | MFT040 | | | | | |
| M-174 | Foot Length | 4.3.7 | MFT026 | LONMAXPED | X | X | ERG_06 | |
| M-175 | Foot Breadth | | MFT027 | | | | | |
| M-176 | Projected Foot Breadth | 4.3.8 | MFT028 | M2LARMAXPED | X | | | |
| M-177 | Oblique Ankle Girth | | MFT075 | | | | | |
| M-178 | Foot Circumference | | MFT076 | | | | | |
| | | | | TROCGCHSOL | | X | ERG_2 | |
| | | | | LARBI2TROC | | X | ERG_3 | |
| | | | | CONFEMEXT1MALEX1T | | X | ERG_5 | |
| | | | | SUPSTERSOL | | X | ERG_9 | Correlated with ACROMSOL |
| | | | | STYRADEPI | | X | ERG_11 | EPISOL - STYRADSOL |
| | | | | MECPHALEPI | | X | ERG_12 | EPISOL - MECPHALSOL |
| | | | | EPIDACTY | | X | ERG_13 | EPISOL - DACTYSOL |
| | | | | CRETILISOL | | X | ERG_18 | |
| | | | | MAMSOL | | X | ERG_19 | |

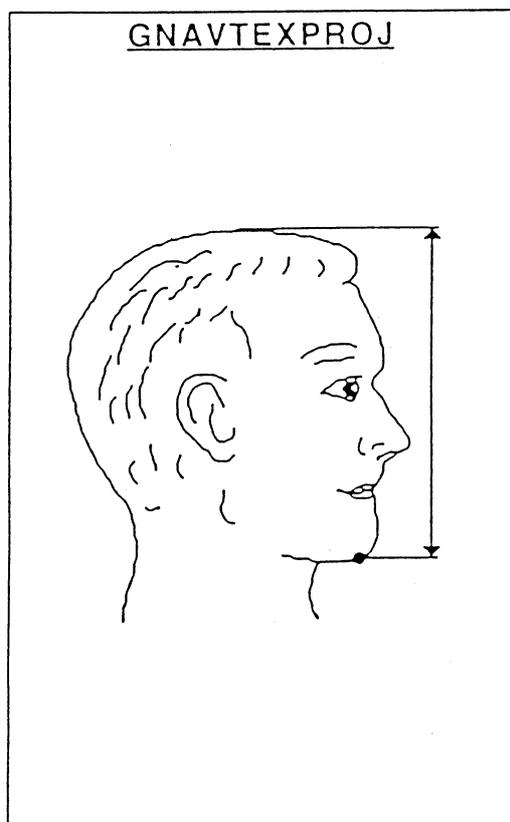
HQL

Total Head Height

Vertical distance from Vertex to Chin



LAA

**Définition :**

Distance gnathion - vertex en projection.

Méthode de prise de la mesure :

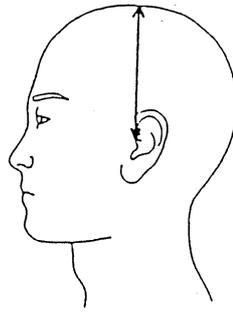
Distance mesurée par projection entre le point médian le plus bas du bord inférieur de la mandibule et le point de la voûte crânienne le plus haut situé.

Remarques :

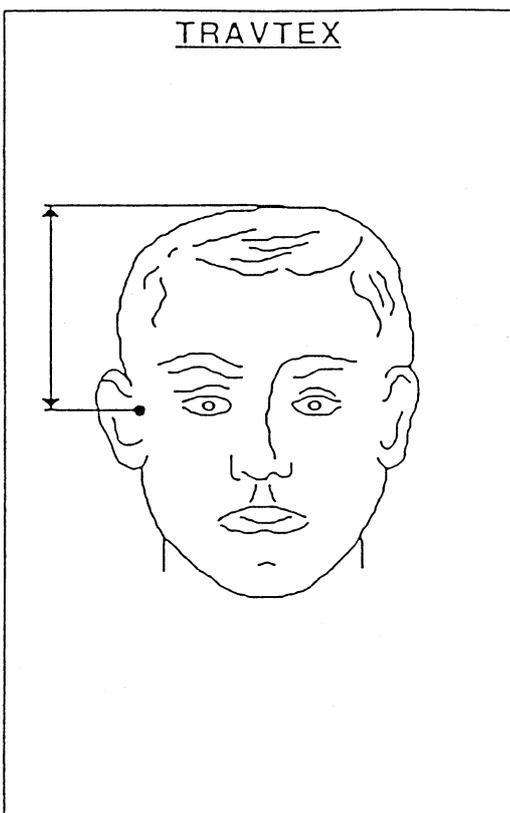
HQL

Head Height

Vertical distance from Vertex to Tragion



LAA

**Définition :**

Hauteur tragus - vertex.

Méthode de prise de la mesure :

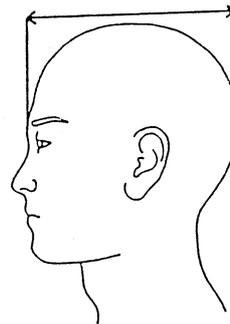
Distance mesurée du tragus à un plan tangent au sommet de la calotte crânienne (vertex), la tête étant orientée selon le plan de Francfort.

Remarques :

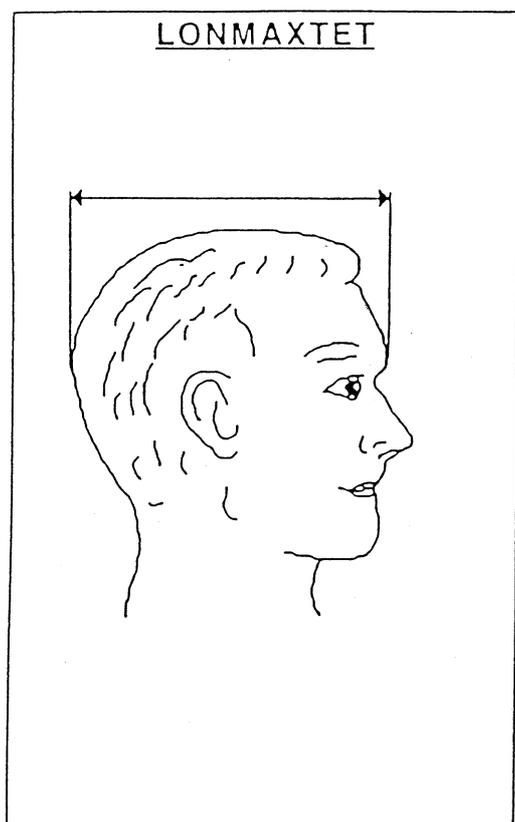
HQL

Head Length

Straight line connected from Glabella to Occiput



LAA



Définition :

Distance opisthocrânion - glabelle (longueur maximale de la tête).

Méthode de prise de la mesure :

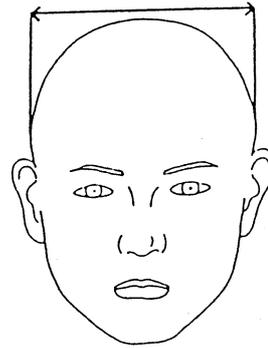
Longueur maximale mesurée entre le point le plus saillant du front situé entre les sourcils (glabelle) et le point de l'occiput (opisthocrânion) le plus éloigné de la glabelle.

Remarques :

HQL

Head Breadth

Straight line connected between right and left the side of Head



ISO

4.3.10 Head breadth

Description: Maximum breadth of head above the ears, measured perpendicular to the midsagittal plane. See figure 38.

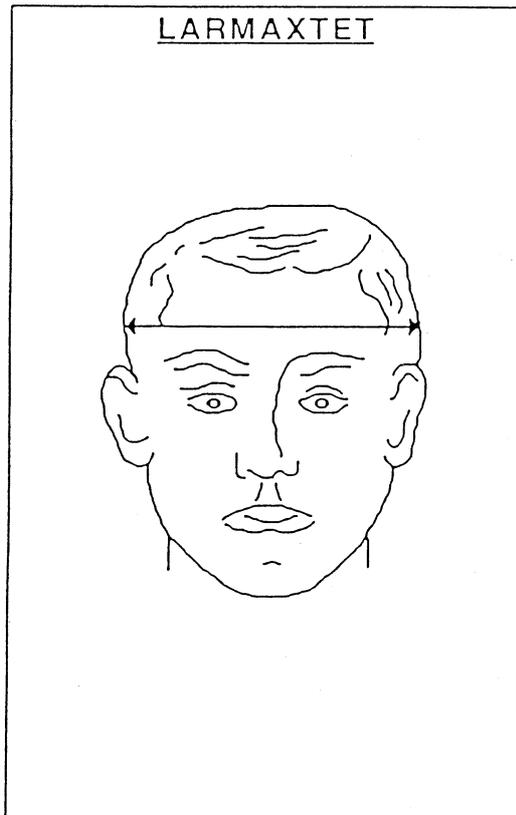
Method: Position of head has no influence on the measurement.

Instrument: Spreading caliper.



Figure 38

LAA



Définition :

Largeur maximale de la tête.

Méthode de prise de la mesure :

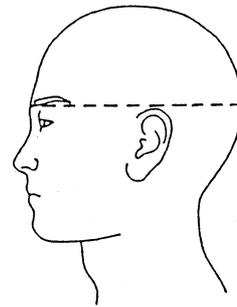
Distance maximale mesurée perpendiculairement au plan médian du crâne au niveau des points les plus saillants des bosses pariétales.

Remarques :

HQL

Head Circumference

The perimeter of Head measured horizontally through Vertex



ISO

4.3.12 Head circumference

Description: Maximum, approximately horizontal circumference of head measured above the glabella and crossing the rearmost point of the skull. See figure 40.

Method: Tape measure is held on the glabella and led around the head so as to pass over the rearmost point of the skull. Hair shall be included in the measurement.

Instrument: Tape measure.

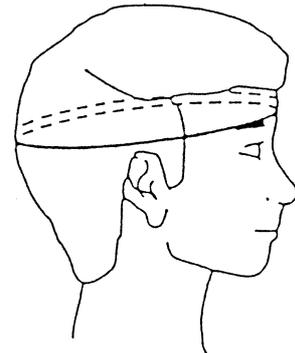
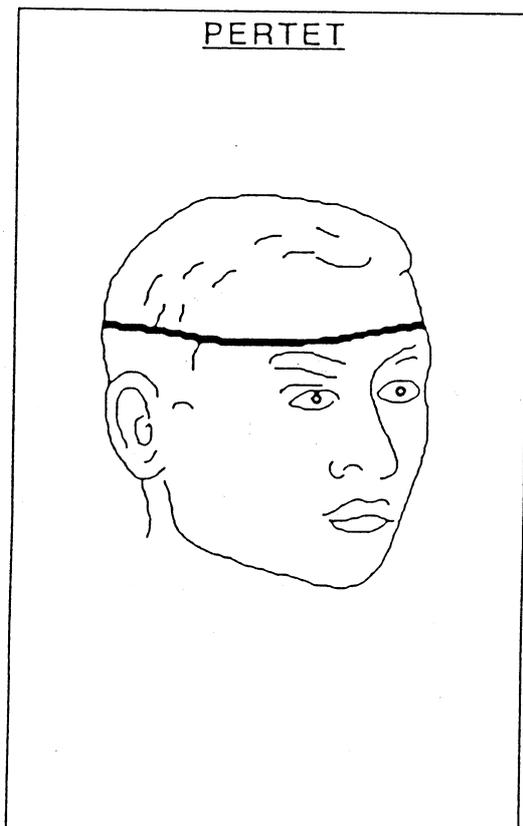


Figure 40

LAA



Définition :

Périmètre de la tête.

Méthode de prise de la mesure :

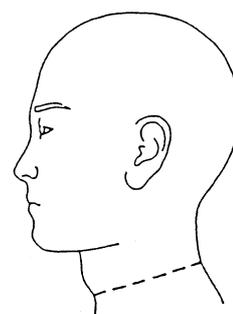
Périmètre maximal passant au niveau des deux bosses pariétales, la glabelle et l'opisthocrânion.

Remarques :

HQL

Neck Girth

The perimeter of Neck measured at the right bottom of the Adam's apple crossing an axis at a right angle set on the neck perpendicularly, the measure shouldn't be touched at the Adam's apple



ISO .

4.4.8 Neck circumference

Description: Circumference of neck at a point just below the bulge at the thyroid cartilage. See figure 50.

Method: Subject sits erect with head in the Frankfurt plane.

Instrument: Tape measure.

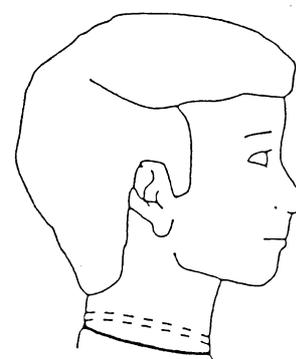
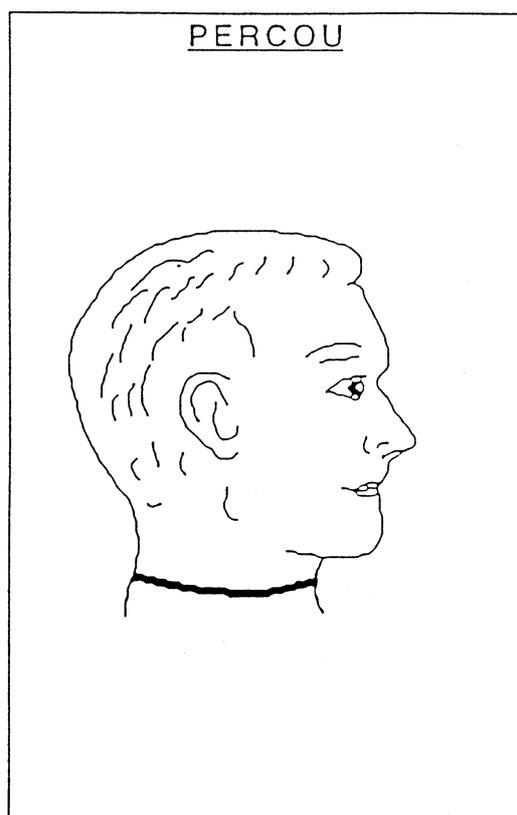


Figure 50

LAA

**Définition :**

Périmètre du cou (3ème vertèbre cervicale cartilage thyroïde).

Méthode de prise de la mesure :

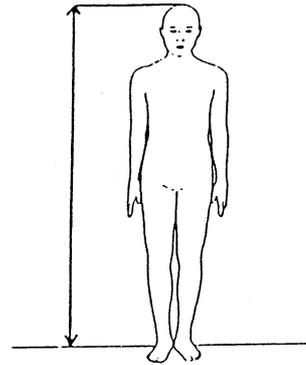
Périmètre pris dans un plan horizontal passant par le 3ème vertèbre cervicale et le cartilage thyroïdien.

Remarques :

HQL

Height (Body Height)

Vertical distance from the floor to Vertex



ISO

4.1.2 Stature (body height)

Description: Vertical distance from the floor to the highest point of the head (vertex). See figure 1.

Method: Subject stands fully erect with feet together. Head is orientated in the Frankfurt plane.

Instrument: Anthropometer.

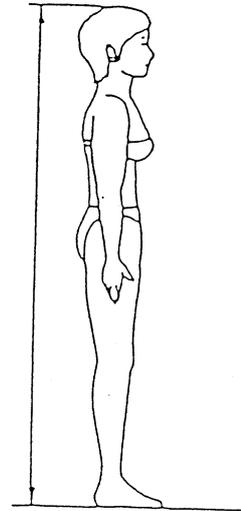
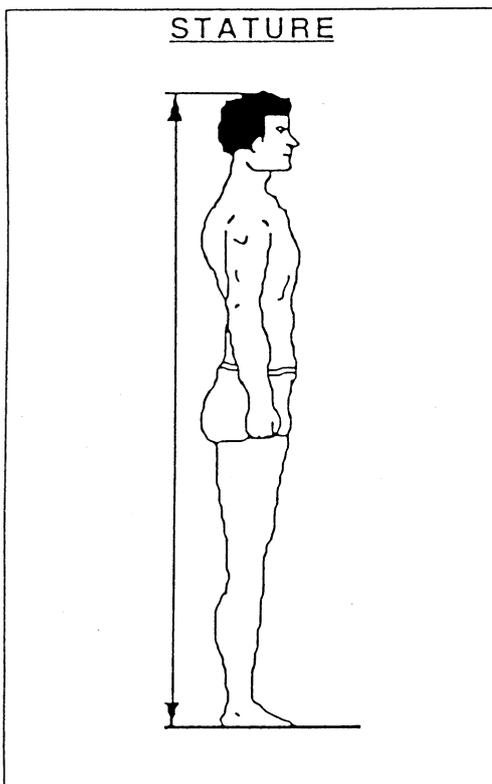


Figure 1

LAA



Définition :

Stature (vertex - sol).

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout, talons joints, la tête orientée selon le plan de Francfort, hauteur du sommet de la tête (vertex) au-dessus du sol.

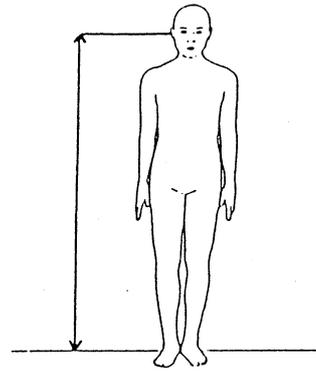
Remarques :

Voir aussi STATURE8 : même mesure, SUJET EQUIPE.

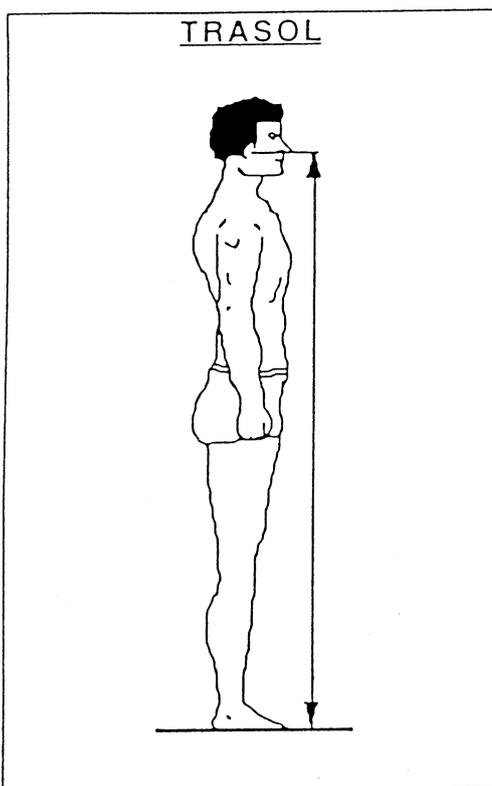
HQL

Tragion Height

Vertical distance from the floor to Tragion



LAA



Définition :

Hauteur tragus - sol.

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout, talons joints, la tête orientée selon le plan de Francfort, hauteur du tragus (point situé en haut et en avant du conduit auditif) au-dessus du sol.

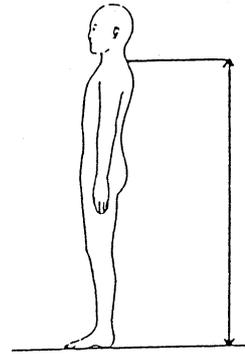
Remarques :

Peut-être employé pour HAUTEUR PORION - SOL.

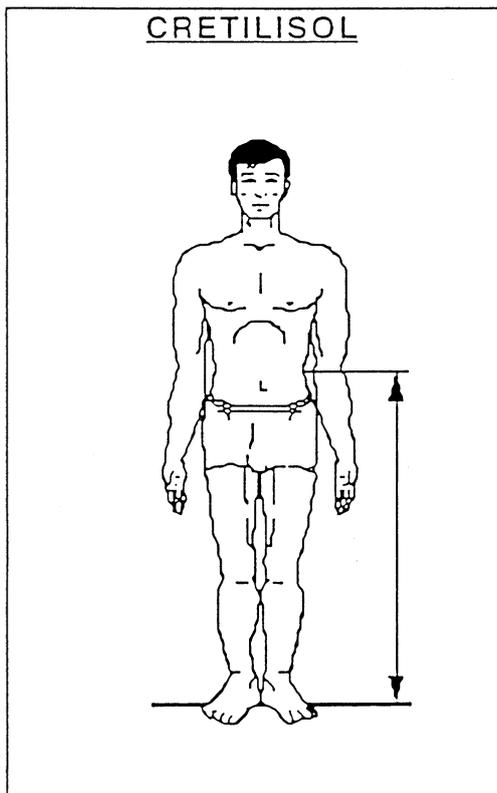
HQL

Cervicale Height

Vertical distance from the floor to Cervical
Vertebrae



LAA

**Définition :**

Hauteur crête iliaque - sol.

Méthode de prise de la mesure :

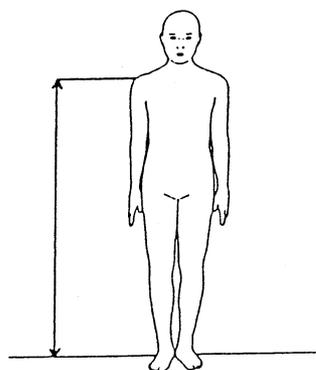
Sujet debout, talons joints, hauteur du point le plus supérieur de l'aile iliaque (point cristal) au-dessus du sol.

Remarques :

HQL

Acromial Height

Vertical distance from the floor to Acromion



ISO

4.1.4 Shoulder height

Description: Vertical distance from the floor to the acromion. See figure 3.

Method: Subject stands fully erect with feet together. Shoulders are relaxed, with arms hanging freely.

Instrument: Anthropometer.

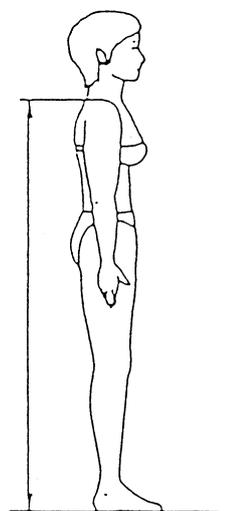
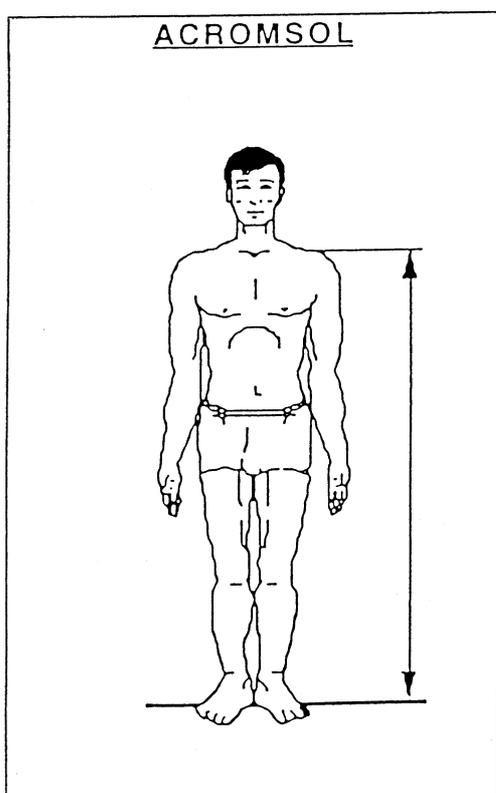


Figure 3

LAA



Définition :

Hauteur acromion - sol.

Méthode de prise de la mesure :

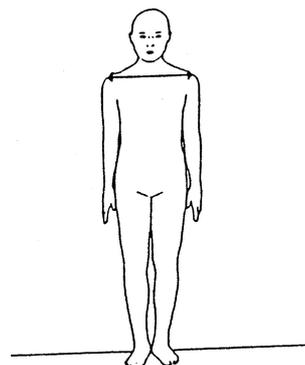
Sujet debout, talons joints, hauteur du bord supérieur et externe de l'épaule (acromion) au-dessus du sol.

Remarques :

HQL

Shoulder Breadth

Horizontal distance between right and left
Acromion



ISO

4.2.8 Shoulder (biacromial) breadth

Description: Distance along a straight line from acromion to acromion. See figure 19.

Method: Subject sits or stands fully erect with shoulders relaxed.

Instrument: Large sliding caliper or large spreading caliper.

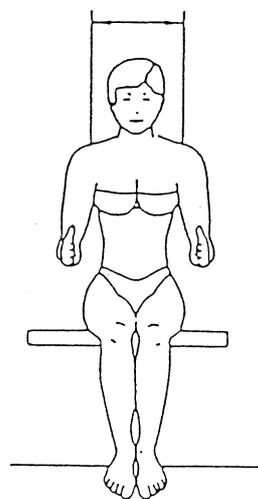
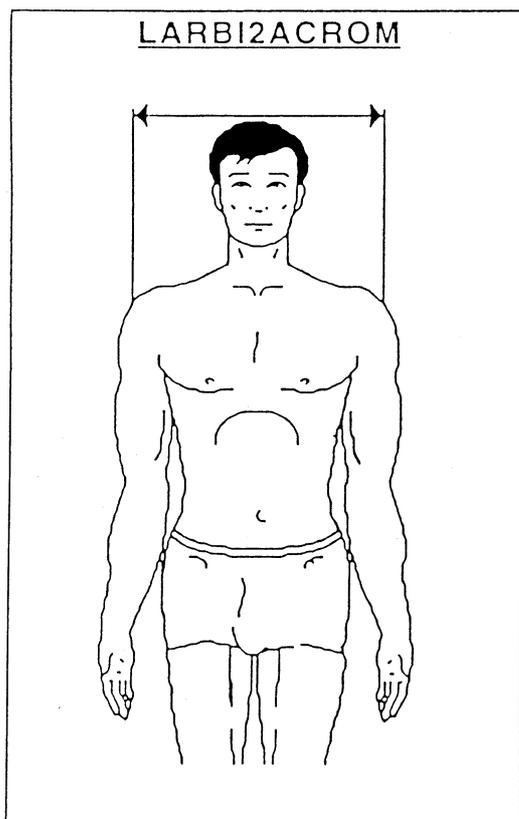


Figure 19

LAA



Définition :

Largeur biacromiale.

Méthode de prise de la mesure :

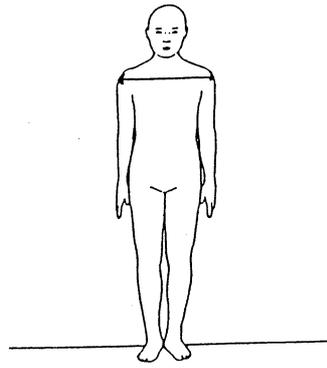
Sujet debout, bras le long du corps, en position naturelle, mesure de la distance entre les bords supérieurs et externes des épaules (acromions).

Remarques :

HQL

Bideltoïd Breadth

The biggest horizontal breadth between right and left of Membra Superius, with both Membra hung down naturally



ISO

4.2.9 Shoulder (bideltoid) breadth

Description: Distance across the maximum lateral protrusions of the right and left deltoid muscles. See figure 20.

Method: Subject sits or stands fully erect with shoulders relaxed.

Instrument: Large sliding caliper or large spreading caliper.

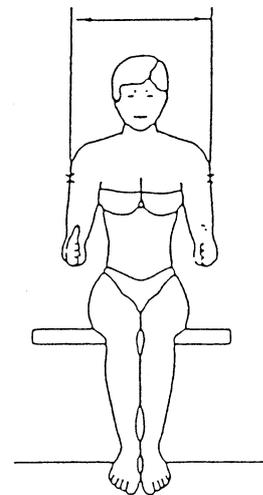
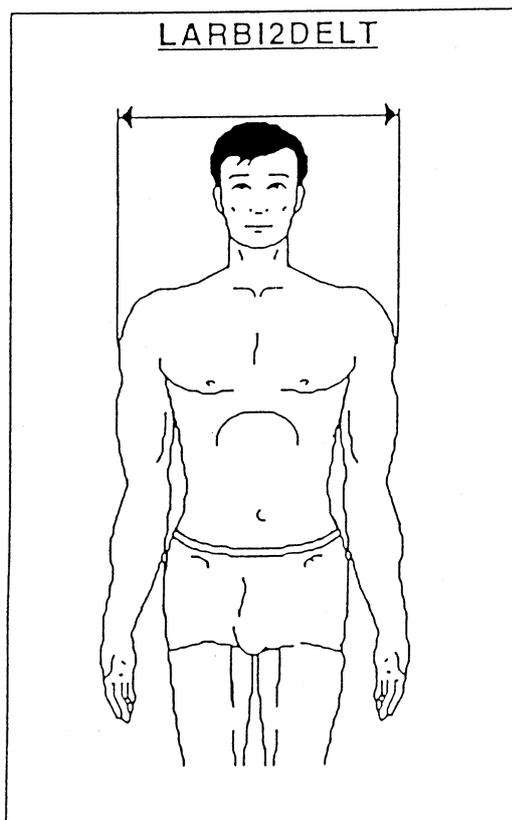


Figure 20

LAA



Définition :

Largeur bideltoidienne.

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout, bras le long du corps, en position naturelle, mesure de la distance entre les points les plus externes de la masse musculaire des épaules (muscles deltoïdes).

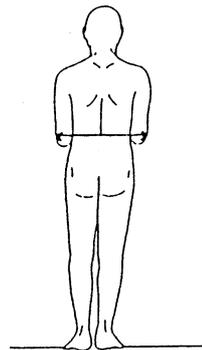
Remarques :

Voir aussi LARBI2DELT8 : même mesure, SUJET EQUIPE.

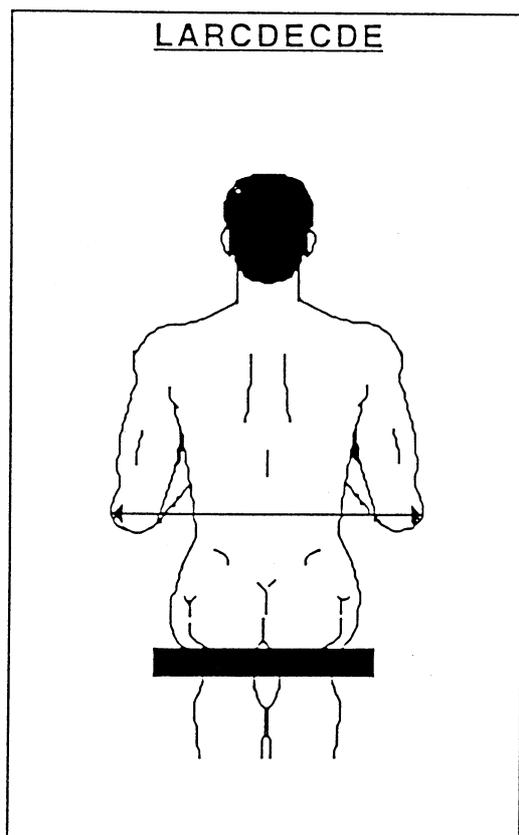
HQL

Elbow-to-Elbow Breadth

Horizontal line between the most outer points of right and left Elbows
 First, both Membra are hung down naturally and next, both Elbows bent at a right angle with both Palmae turned inside



LAA

**Définition :**

Largeur coude à coude.

Méthode de prise de la mesure :

Sujet assis, bras le long du corps, avant-bras fléchis à angle droit, mesure de la distance entre les points les plus externes du coude.

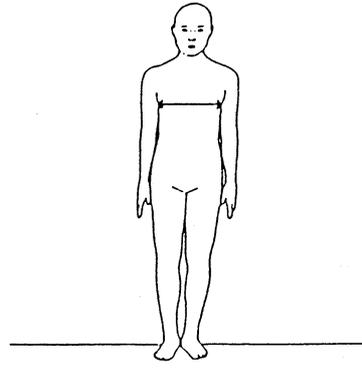
Remarques :

Voir aussi LARCDECDE8 : Largeur coude à coude, SUJET EQUIPE

HQL

Chest Breadth

Horizontal distance between right and left the most outer points of Chest, measured at the middle point of Breastbone



ISO

4.1.11 Chest breadth, standing

Description: Breadth of the torso measured at mesosternal level. See figure 10.

Method: Subject stands fully erect with feet together and arms hanging freely downwards.

Instrument: Anthropometer (large sliding caliper), large spreading caliper.

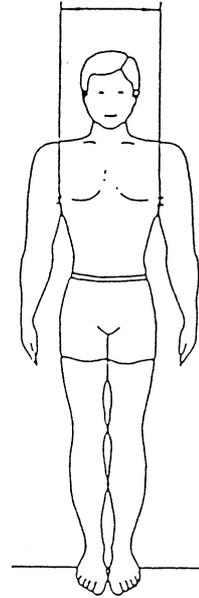
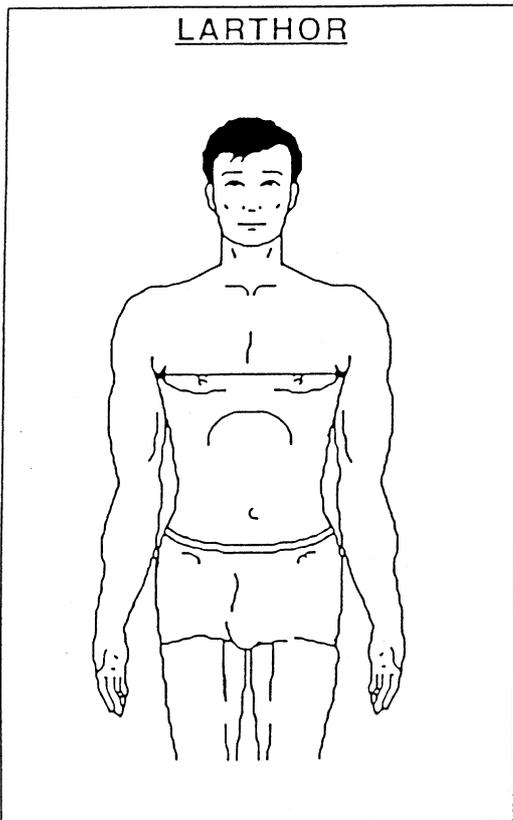


Figure 10

LAA



Définition :

Largeur du thorax.

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout en respiration indifférente, largeur maxi-male du thorax au niveau des mamelons.

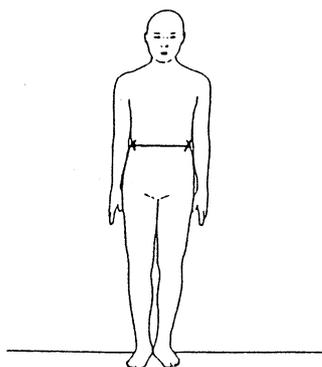
Remarques :

Voir aussi LARTHOR8 : même mesure, SUJET EQUIPE.

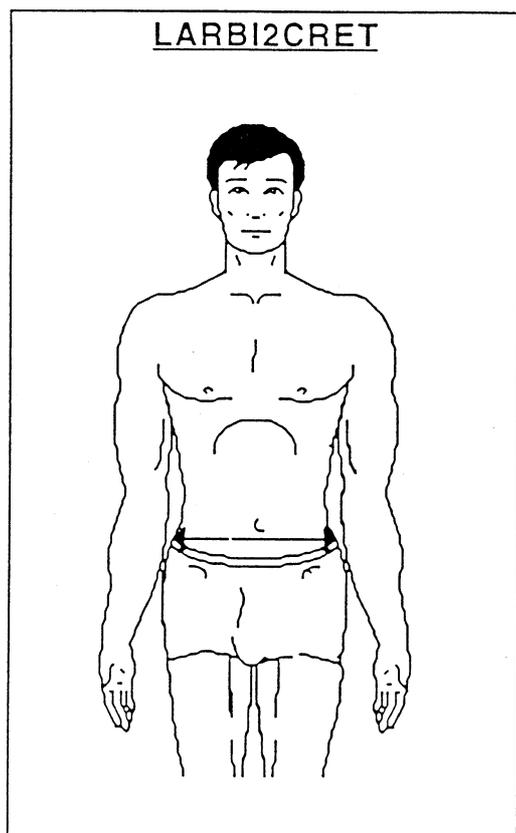
HQL

Waist Breadth

Horizontal distance between right and left sides of the Body, measured at the Waist line



LAA

**Définition :**

Largeur bicrête.

Méthode de prise de la mesure :

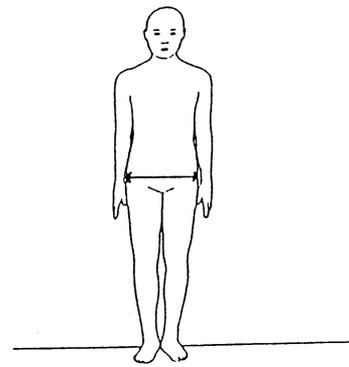
Sujet debout, distance au niveau des os des hanches (crêtes iliaques) entre les points cutanés les externes.

Remarques :

Voir aussi LARBI2CRET8 : même mesure, SUJET EQUIPE.

Hip Breadth

Horizontal distance between right and left of the most projecting points of Buttocks



ISO

4.1.12 Hip breadth, standing

Description: Maximum horizontal distance across the hips. See figure 11.

Method: Subject stands erect with feet together. Measurement is taken without pressing into the flesh of the hips.

Instrument: Anthropometer (large sliding caliper), large spreading caliper.

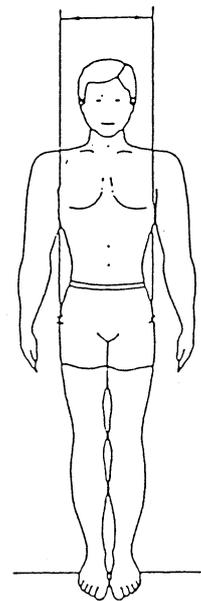
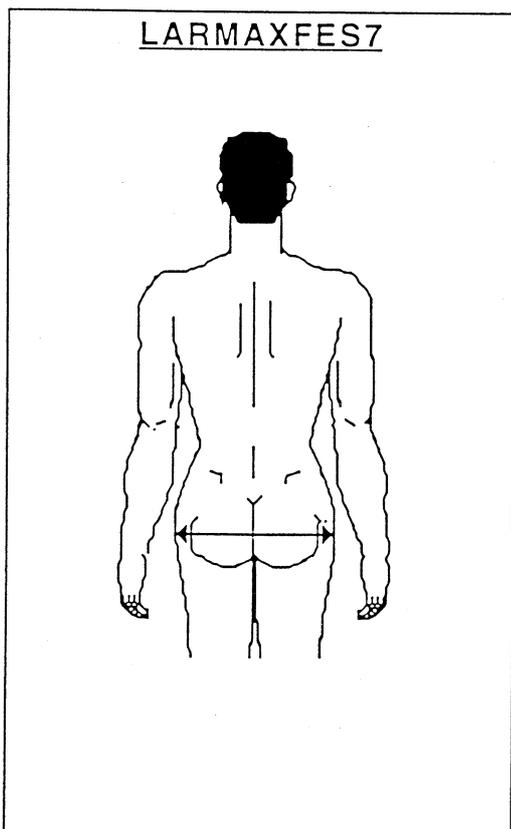


Figure 11

LAA



Définition :

Largeur maximale des fesses (sujet debout).

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout, jambes jointes, mesure de la distance maximale entre les points les plus externes du massif fessier.

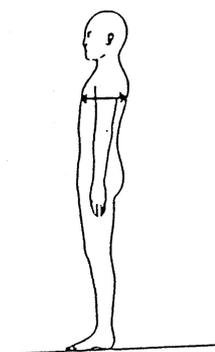
Remarques :

Voir aussi LARMAXFESOFG7 : même mesure, AVEC SOUS-VETEMENTS.

HQL

Maximum Chest Depth

Horizontal distance from the forefront of the most projecting part of Chest to the rear of the most projecting part of Back



ISO

4.2.16 Thorax depth at the nipple

Description: Maximum depth of the thorax at the level of the nipple. See figure 27.

Method: Subject sits or stands fully erect, arms hanging freely downwards. Females wear their usual brassiere.

Instrument: Anthropometer (large sliding caliper).

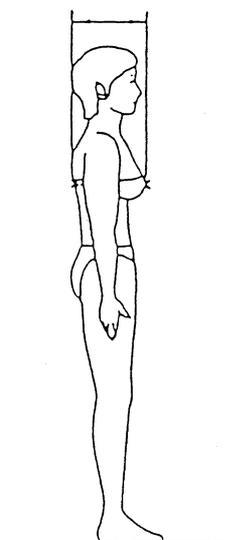
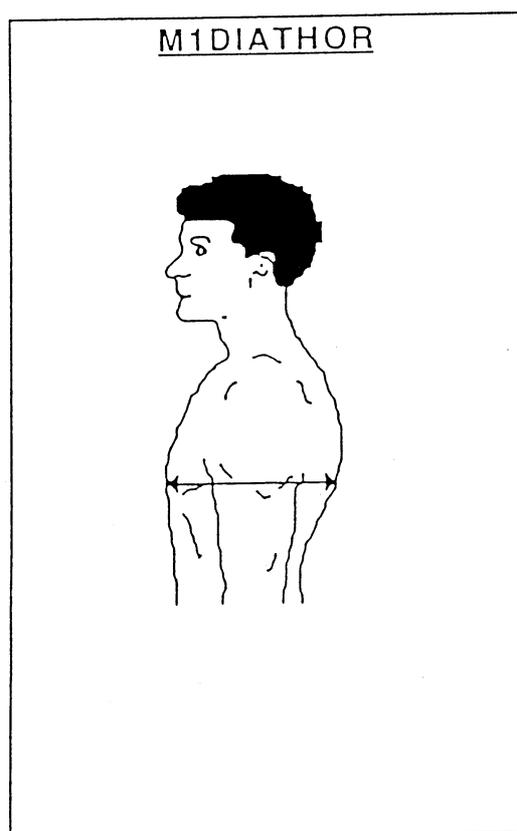


Figure 27

LAA

**M1DIATHOR****Définition :**

Diamètre antéro postérieur du thorax (mamelon - omoplate).

Méthode de prise de la mesure :

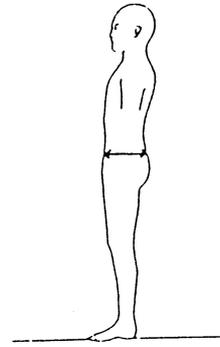
Sujet assis en respiration indifférente, diamètre antéro-postérieur maximal du thorax passant en avant au niveau du mamelon et en arrière au niveau de l'omoplate.

Remarques :

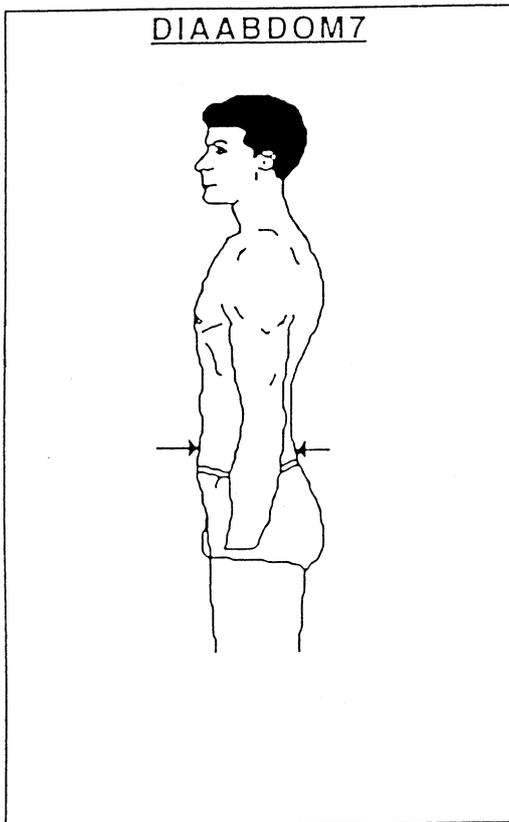
Voir aussi M1DIATHOREXP : diamètre antéro-postérieur du thorax en expiration forcée, M1DIATHORINSP : diamètre antéro-postérieur du thorax en inspiration forcée et M1DIATHOR8 : diamètre antéro-postérieur du thorax SUJET EQUIPE

Maximum Abdominal Depth

Horizontal distance from the forefront of the most projecting part of the Abdominal part to the backward edge of Soma



LAA



Définition :

Diamètre antéro-postérieur de l'abdomen au niveau de l'ombilic (sujet debout).

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout bras pendant le long du corps, diamètre antéro-postérieur maximal de l'abdomen pris au niveau de l'ombilic.

Remarques :

Voir aussi DIAABDOMOFG7 : diamètre antéro-postérieur de l'abdomen AVEC SOUS-VETEMENTS, et DIAABDOM8 : diamètre antéro-postérieur de l'abdomen SUJET EQUIPE.

HQL

Bust Girth

Horizontal perimeter of the body, measured at Mamilla



ISO

4.4.9 Chest circumference

Description: Circumference of the torso measured at nipple level. See figure 51.

Method: Subject stands fully erect with feet together, arms hanging freely downwards. Females wear their usual brassiere.

Instrument: Tape measure.

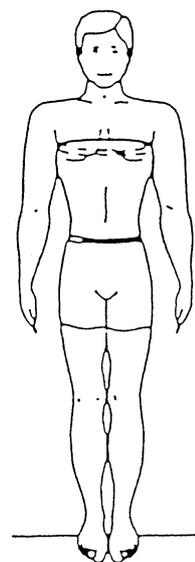
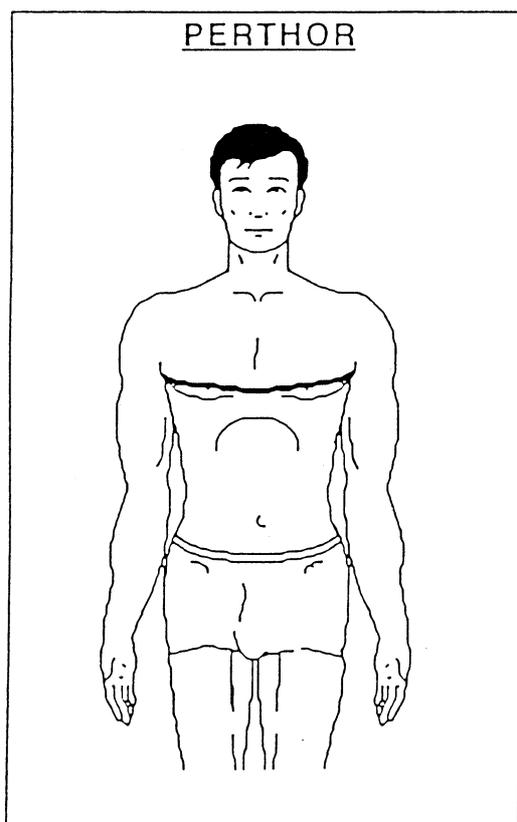


Figure 51

LAA



Définition :

Périmètre du thorax.

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout en respiration indifférente, périmètre pris dans un plan horizontal passant au niveau des mamelons.

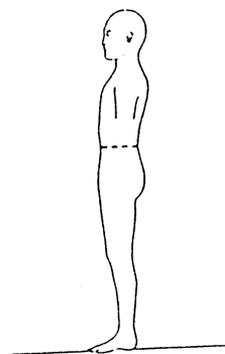
Remarques :

Voir aussi M1PERTHOR : même mesure, EN INSPIRATION FORCEE, M3PERTHOR : même mesure, EN EXPIRATION FORCEE, PERTHOR8 : même mesure, SUJET EQUIPE.

HQL

Waist Girth

Perimeter at the thinnest part of Torso, it doesn't always horizontal line



ISO

4.4.10 Waist circumference

Description: Circumference of trunk at a level midway between the lowest ribs and the upper iliac crest. See figure 52.

Method: Subject stands fully erect with feet together and is asked to relax the abdominal muscles.

Instrument: Tape measure.

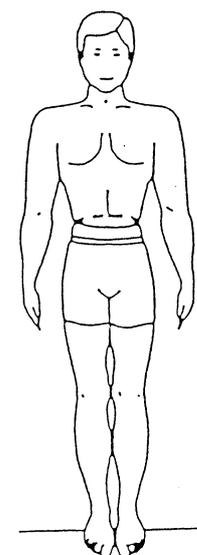
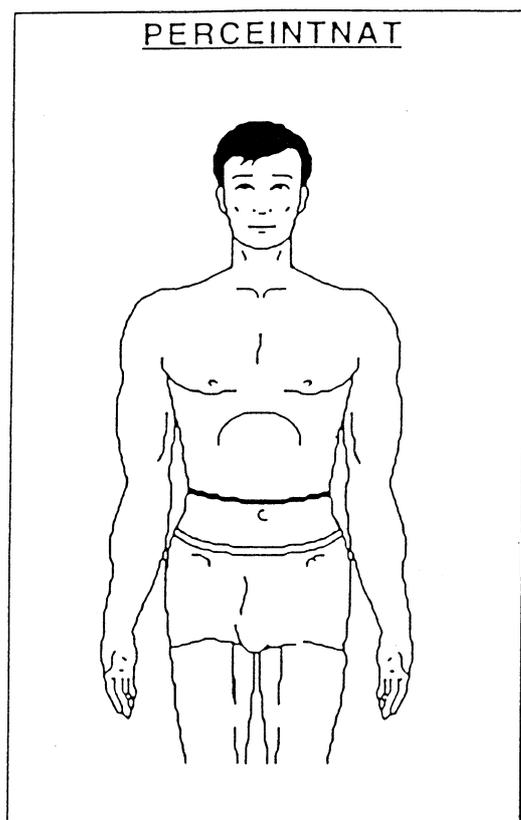


Figure 52

LAA



Définition :

Périmètre de la ceinture à sa place naturelle.

Méthode de prise de la mesure :

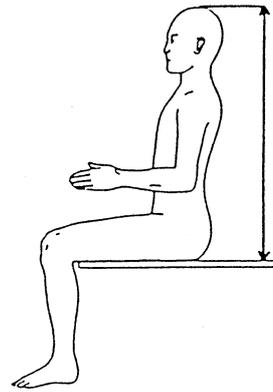
Sujet debout, en respiration indifférente, périmètre pris dans un plan horizontal passant au niveau de la ligne définie par la mi-distance entre les crêtes iliaques et les dernières côtes droite et gauche.

Remarques :

HQL

Sitting Height

Vertical distance from the seat to Vertex



ISO

4.2.1 Sitting height (erect)

Description: Vertical distance from a horizontal sitting surface to the highest point of the head (vertex). See figure 12.

Method: Subject sits fully erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. Head is orientated in the Frankfurt plane.

Instrument: Anthropometer.

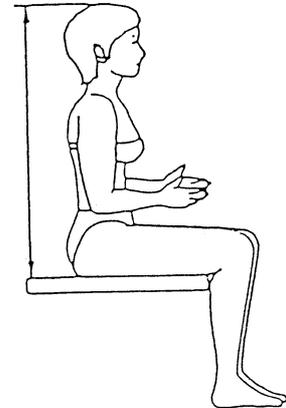
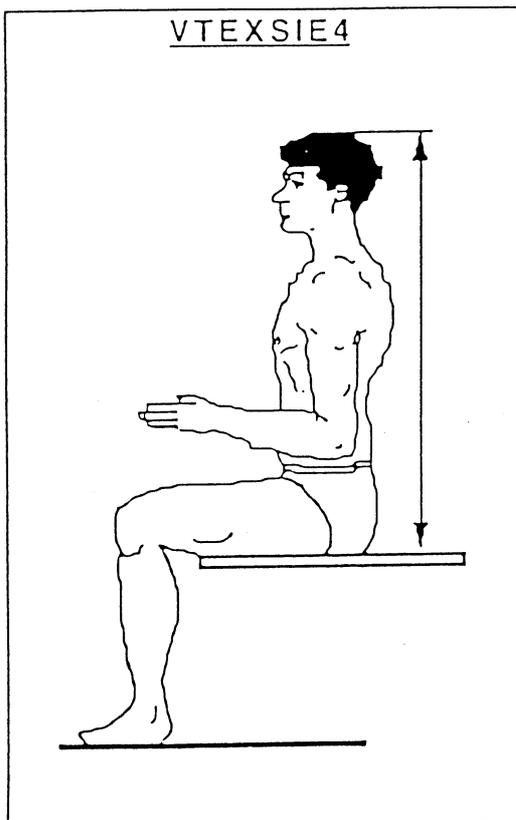


Figure 12

LAA



Définition :

Hauteur vertex - siège (taille assis redressé)

Méthode de prise de la mesure :

Sujet assis redressé au maximum, la tête orientée selon le plan de Francfort, hauteur du sommet de la tête (vertex) au-dessus du plan du siège.

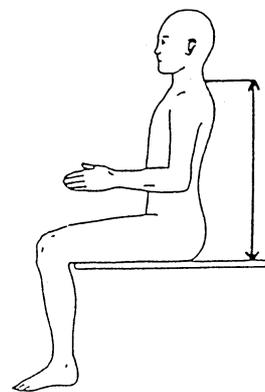
Remarques :

Voir aussi VTEXSIE4CALC : même mesure, CALCULEE.

HQL

Cervicale Height, Sitting

Vertical distance from the seat to Cervical Vertebrae



ISO

4.2.3 Cervicale height, sitting

Description: Vertical distance from a horizontal sitting surface to the cervicale. See figure 14.

Method: Subject sits fully erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. Head is orientated in the Frankfurt plane.

Instrument: Anthropometer.

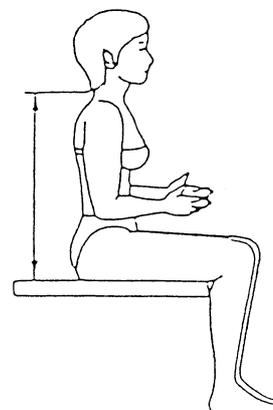
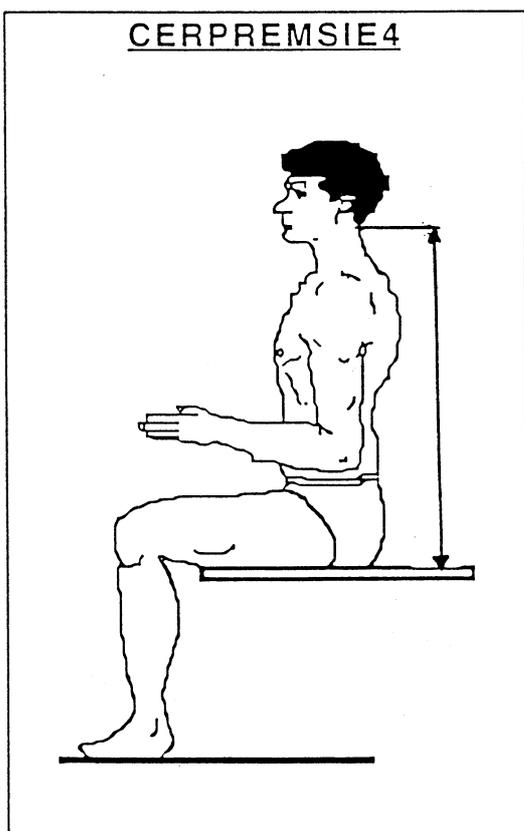


Figure 14

LAA



Définition :

Hauteur 1ère vertèbre cervicale - siège (taille assis redressé).

Méthode de prise de la mesure :

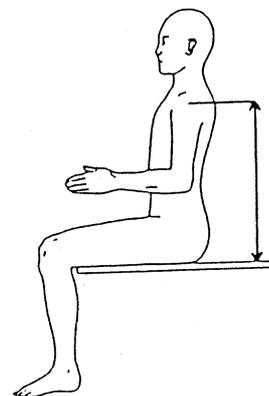
Sujet assis redressé au maximum, la tête orientée selon le plan de Francfort, hauteur de la 1ère vertèbre cervicale (C1) au-dessus du plan du siège.

Remarques :

HQL

Acromial Height,Sitting

Vertical distance from the seat to Acromion



ISO

4.2.4 Shoulder height, sitting

Description: Vertical distance from a horizontal sitting surface to the acromion. See figure 15.

Method: Subject sits fully erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. Shoulders are relaxed, with upper arms hanging freely.

Instrument: Anthropometer.

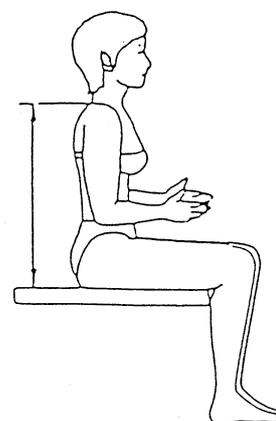
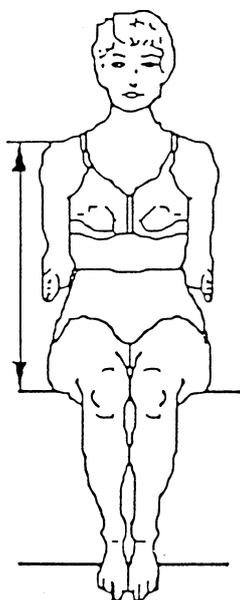


Figure 15

LAA

ACROMSIE4**Définition :**

Hauteur acromion - plan du siège (sujet assis redressé)

Méthode de prise de la mesure :

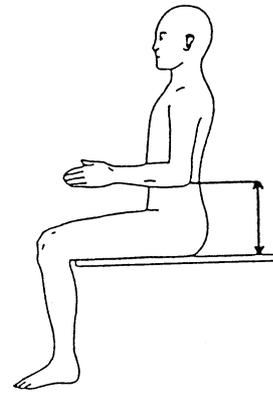
Sujet assis, redressé au maximum, hauteur du bord supérieur et externe de l'épaule (acromion) au-dessus du plan du siège.

Remarques :

Voir aussi ACROMSIE4CALC : même mesure, CALCULEE

Elbow Height, Sitting

Vertical distance from the surface of the seat to the under edge of Olecranon, with Brachium hung down, and forearm bent



ISO

4.2.5 Elbow height, sitting

Description: Vertical distance from a horizontal sitting surface to the lowest bony point of the elbow bent at a right angle with the forearm horizontal. See figure 16.

Method: Subject sits fully erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. Upper arms hang freely downwards and forearms are horizontal.

Instrument: Anthropometer.

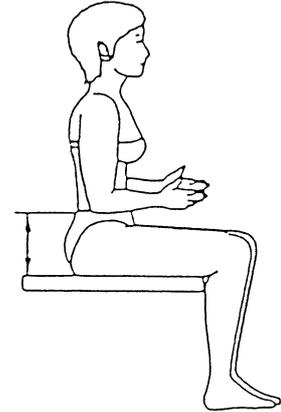
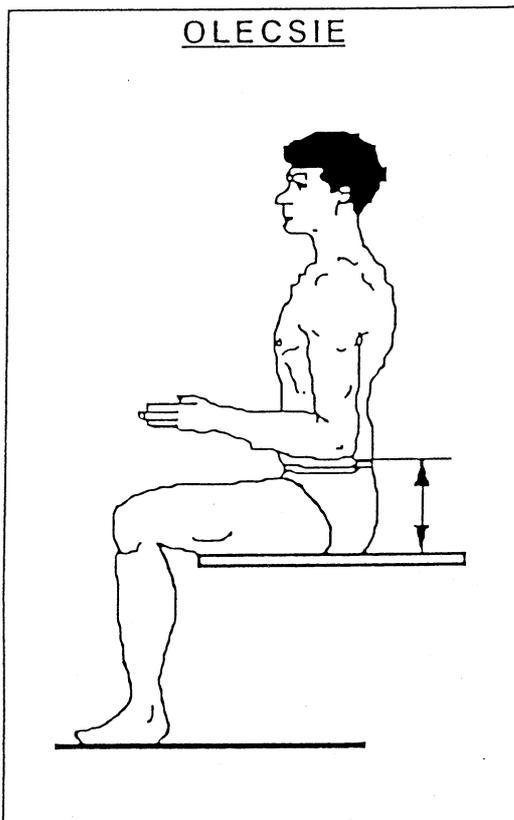


Figure 16

LAA



Définition :

Hauteur olécrane - plan du siège (sujet assis redressé)

Méthode de prise de la mesure :

Sujet assis redressé, avant-bras fléchi à angle droit, hauteur de la pointe du coude (oléocrane) au-dessus du plan du siège.

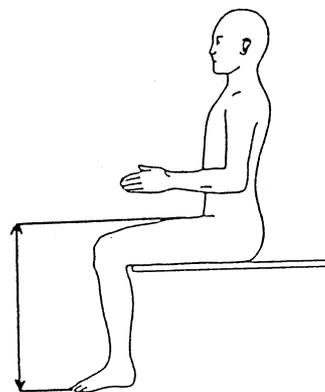
Remarques :

Voir aussi OLECSIE4CALC : même mesure, CALCULEE.

HQL

Thigh Height, Sitting

Vertical distance from the floor to the middle of Thigh, the height of the seat was regulated to bend Knee joint and Ankle joint at a right angle (83. Sitting Surface Height + 84. Thigh Clearance)



ISO

4.2.14 Knee height

Description: Vertical distance from the floor to the highest point of the superior border of the patella. See figure 25.

Method: Subject sits erect with knees bent at right angles, supporting the feet flat on the floor.

Instrument: Anthropometer.

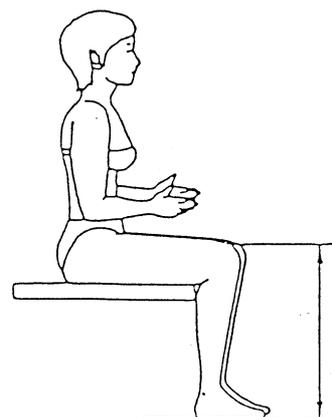
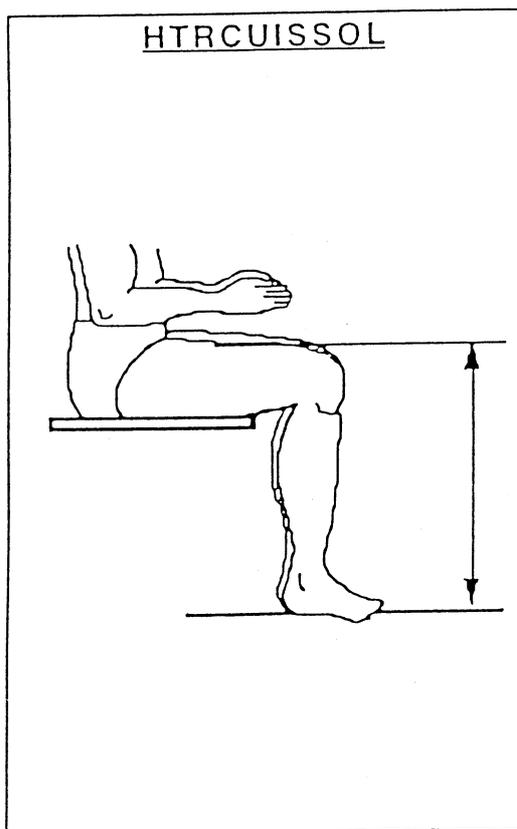


Figure 25

LAA



Définition :

Hauteur cuisse - sol (sujet assis)

Méthode de prise de la mesure :

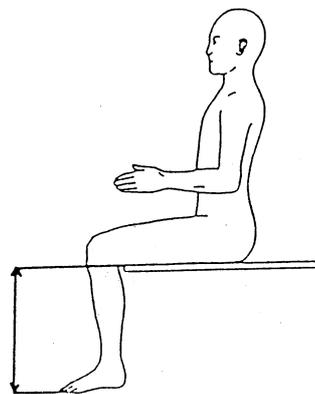
Sujet assis, jambes fléchies à angle droit, distance entre la face supérieure de la cuisse à sa partie la plus charnue et le sol.

Remarques :

HQL

Sitting Surface Height

Vertical distance from the floor to the surface of the seat, the height of the seat was regulated to bend Knee joint and Ankle joint at a right angle



ISO

2.12 Lower leg length (popliteal height)

Definition: Vertical distance from the foot-rest surface to the lower surface of the thigh immediately behind the knee, bent at right angles. See figure 23.

Method: Subject holds thigh and lower leg at right angles during measurement. Subject may sit, or stand with the foot placed on a raised platform. The movable arm of the measuring instrument is pushed gently against the tendon of the relaxed biceps femoris muscle.

Instrument: Anthropometer.

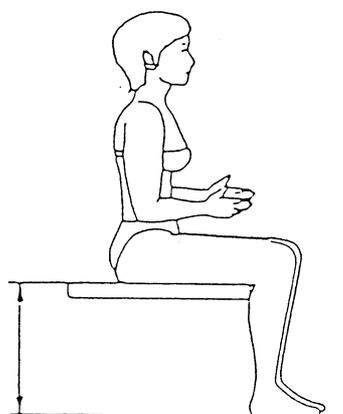
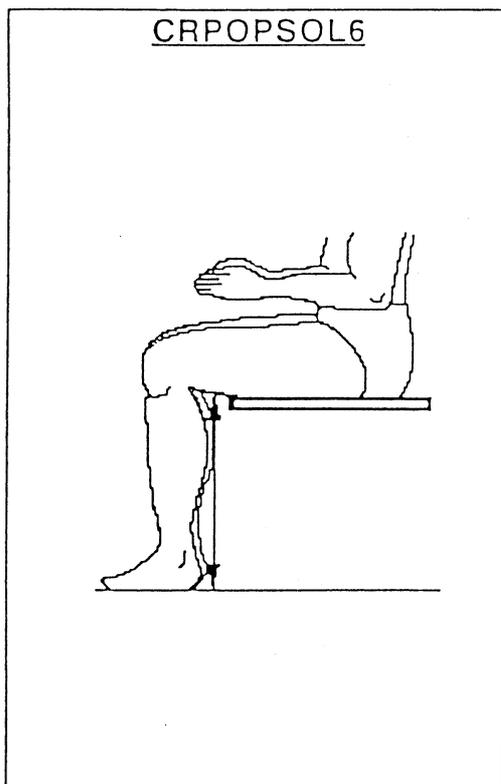


Figure 23

LAA



Définition :

Hauteur creux poplité - sol.

Méthode de prise de la mesure :

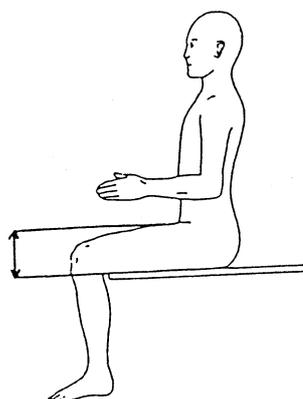
Sujet assis, jambes fléchies à angle droit, hauteur du pli du genou (creux poplité) au-dessus du sol.

Remarques :

HQL

Thigh Clearance

Vertical distance from the floor to the upper edge of left Thigh, the height of the seat was regulated to bend Knee joint and Ankle joint at a right angle



ISO

.2.13 Thigh clearance

Description: Vertical distance from the sitting surface to the highest point on the thigh. See figure 24.

Method: Subject sits erect with knees bent at right angles, supporting the feet flat on the floor.

Instrument: Anthropometer.

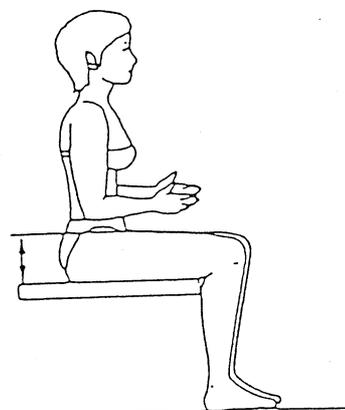
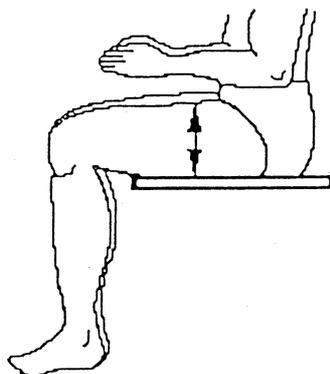


Figure 24

LAA

EPSCUIS6

Définition :

Epaisseur des cuisses au 1/3 supérieur (sujet assis)

Méthode de prise de la mesure :

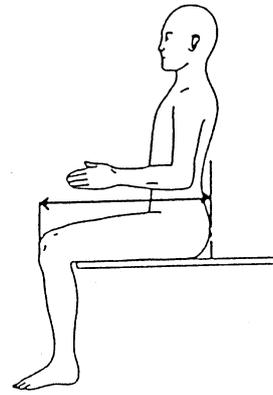
Sujet assis, jambes fléchies à angle droit, épaisseur de la cuisse à son tiers supérieur au-dessus du plan du siège.

Remarques :

HQL

Buttock-Knee Length, Sitting

Horizontal distance from the rear edge of Buttocks to the front of the middle of Patella



ISO

4.4.7 Buttock-knee length

Description: Horizontal distance from the foremost point of the knee-cap to the rearmost point of the buttock. See figure 49.

Method: Subject sits fully erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. The position of the rearmost point of the buttock is vertically projected onto the sitting surface by means of a measuring block which touches the buttocks. Distance is measured from the measuring block to the foremost point of the knee-cap.

Instrument: Anthropometer, measuring block.

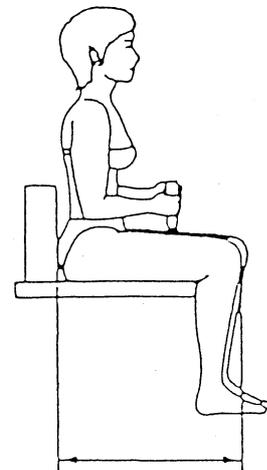
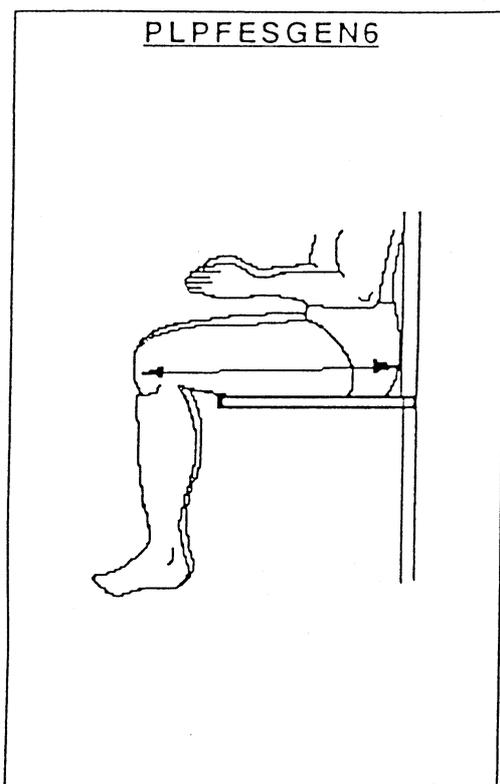


Figure 49

LAA



Définition :

Distance plan postérieur du massif fessier - face antérieure du genou.

Méthode de prise de la mesure :

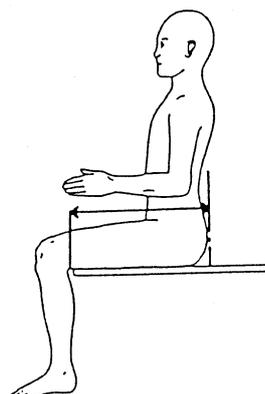
Sujet assis, jambes fléchies à angle droit, fesses appuyées au mur, distance à partir du mur servant de plan de référence entre la face postérieure des fesses et la face antérieure du genou.

Remarques :

HQL

Buttock-Popliteal Length, Sitting

Horizontal distance from the rear edge of Buttocks to the edge of Poples



ISO

4.4.6 Buttock-popliteal length (seat depth)

Definition: Horizontal distance from the hollow of the knee to the rearmost point of the buttock. See figure 48.

Method: Subject sits fully erect with thighs fully supported and the sitting surface extending as far as possible into the hollow of the knee, lower legs hanging freely. The position of the rearmost point of the buttock is vertically projected onto the sitting surface by means of a measuring block which touches the buttocks. Distance is measured from the measuring block to the forward edge of the sitting surface.

Instrument: Anthropometer, measuring block.

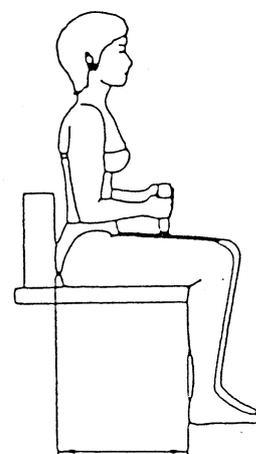
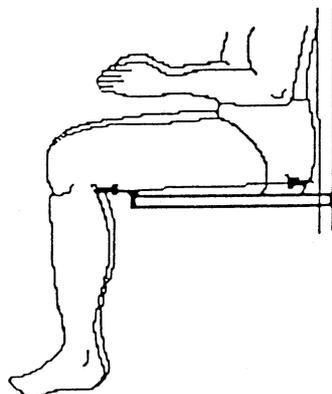


Figure 48

LAA

PLPFESCRPOP6



Définition :

Distance plan postérieur du massif fessier - creux poplité.

Méthode de prise de la mesure :

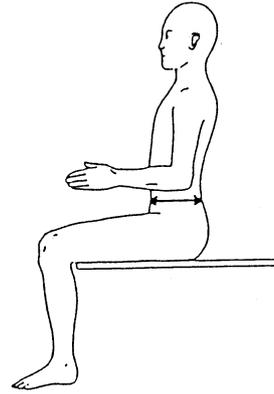
Sujet assis, jambes fléchies à angle droit, distance à partir du mur servant de plan de référence entre la face postérieure du massif fessier et le pli du genou (creux poplité).

Remarques :

HQL

Abdominal Depth With Horizontal Forearms, Sitting

Horizontal distance from the forefront projecting point of Abdomen to the rear edge of Waist, with Brachium hung down, Forearm bent ahead horizontally



ISO

1.2.15 Abdominal depth, sitting

Description: Maximum depth of the abdomen whilst sitting. See figure 26.

Method: Subject sits fully erect, arms hanging freely downwards.

Instrument: Anthropometer (large sliding caliper).

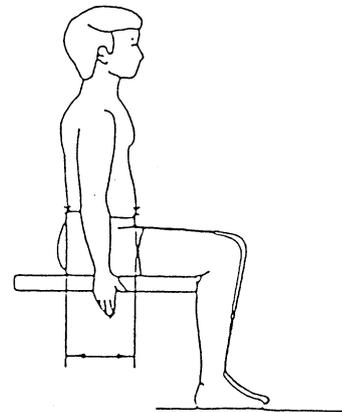
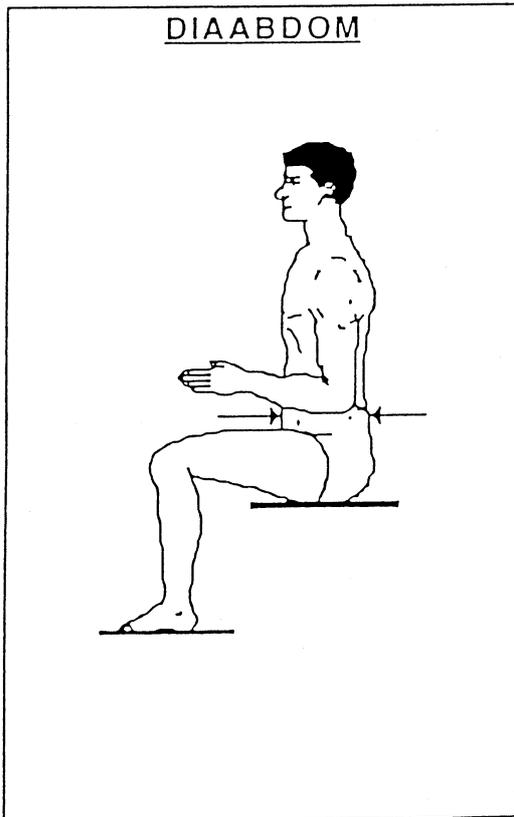


Figure 26

LAA



Définition :

Diamètre antéro-postérieur de l'abdomen au niveau de l'ombilic (sujet assis).

Méthode de prise de la mesure :

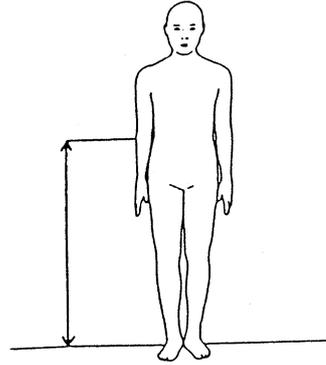
Sujet assis relâché, en respiration indifférente, diamètre antéro-postérieur maximal de l'abdomen pris au niveau de l'ombilic.

Remarques :

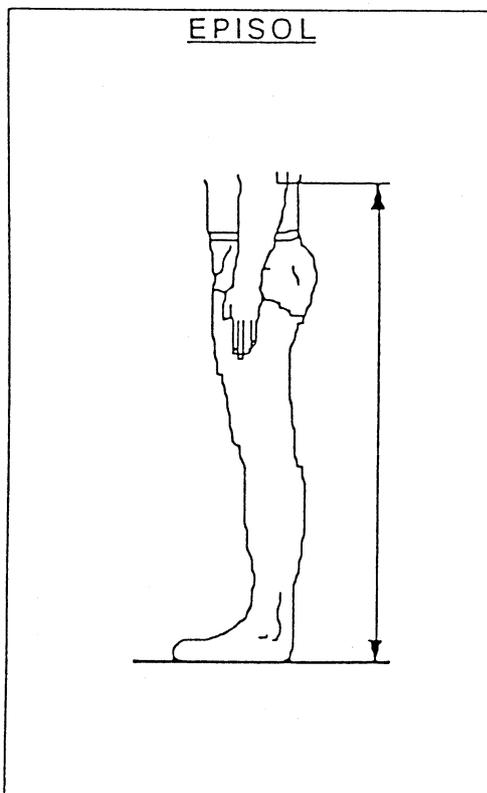
HQL

Radial Height

Vertical distance from the floor to Radius



LAA



Définition :

Hauteur épicondyle - sol.

Méthode de prise de la mesure :

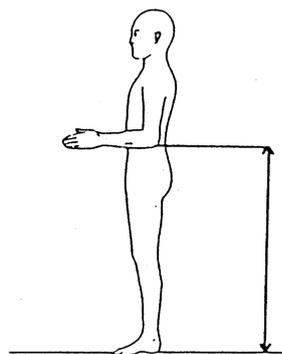
Sujet debout, talons joints, bras le long du corps, mesure de la distance entre l'axe d'articulation du coude (épicondyle) et le sol.

Remarques :

HQL

Elbow Height

Vertical distance from the floor to the lower edge of Olecranon, with Brachium hung down, Palm turned inside, Forearm bent ahead horizontally



ISO

4.1.5 Elbow height

Description: Vertical distance from the floor to the lowest bony point of the bent elbow. See figure 4.

Method: Subject stands fully erect with feet together. Upper arm hangs freely downwards, with forearm flexed at right angles to it.

Instrument: Anthropometer.

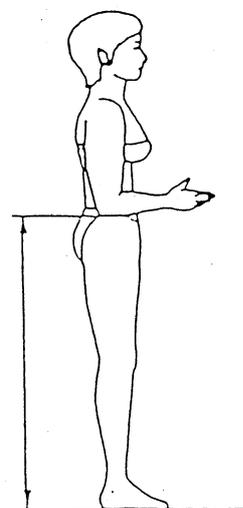
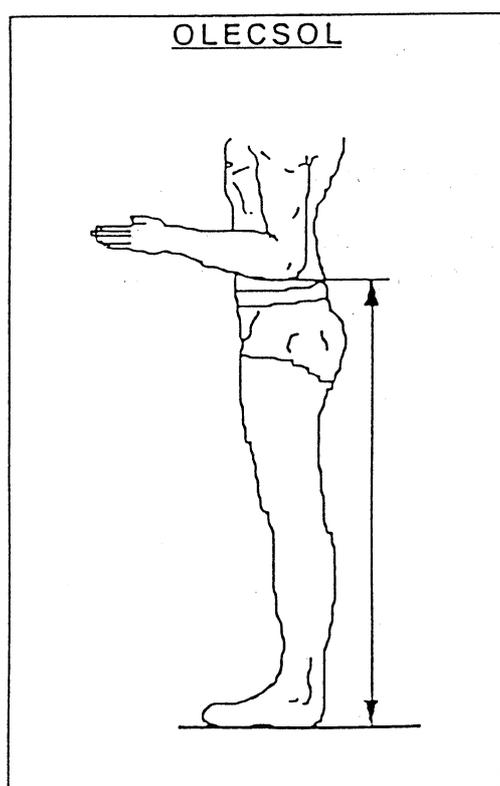


Figure 4

LAA



Définition :

Hauteur olécrane - sol.

Méthode de prise de la mesure :

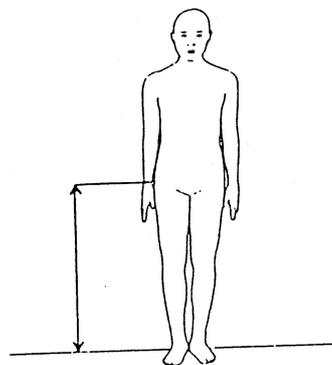
Sujet debout, talons joints, avant-bras fléchi à angle droit, hauteur de la pointe du coude (olécrane) au-dessus du sol.

Remarques :

HQL

Radial Stylion Height

Vertical distance from the floor to Styloid
Process of Radius



ISO

4.1.7 Crotch height

Description: Vertical distance from the floor to the distal part of the inferior ramus of the pubic bone. See Figure 6.

Method: Subject first stands with legs a maximum of 100 mm apart and the movable arm of the measuring instrument is placed against the inner surface of the thigh in such a way that, when pushed higher, it gently presses against the pubic bone. Subject then closes the legs and stands fully erect during the measurement.

Instrument: Anthropometer.

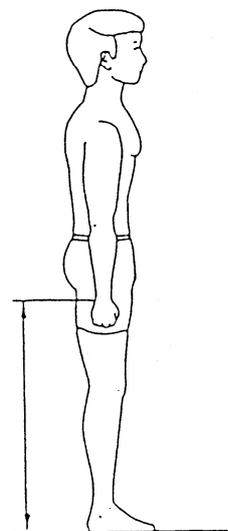
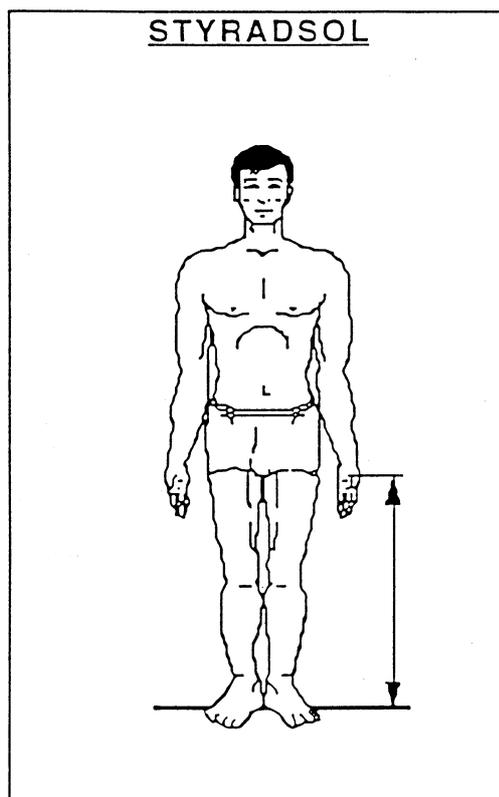


Figure 6



Définition :

Hauteur styloïde radiale - sol.

Méthode de prise de la mesure :

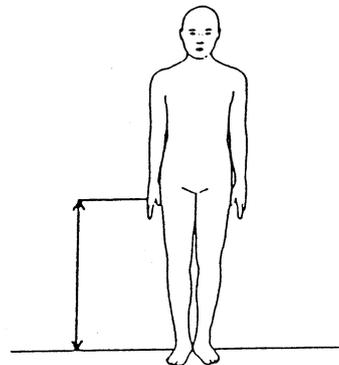
Sujet debout, talons joints, bras pendant le long du corps, distance comprise entre la pointe de la styloïde radiale et le sol.

Remarques :

HQL

Metacarpal Head Height

Vertical distance from the floor to Interphalangeal joint of the Middle Finger



ISO

4.4.4 Fist (grip axis) height

Description: Vertical distance from the floor to the grip axis of the fist. See figure 46.

Method: Subject stands fully erect with feet together, shoulders relaxed, arms hanging freely downwards. Hand holds the measuring rod in the sagittal plane with grip axis horizontal.

Instrument: Anthropometer, 20 mm diameter rod.

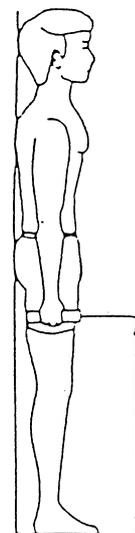
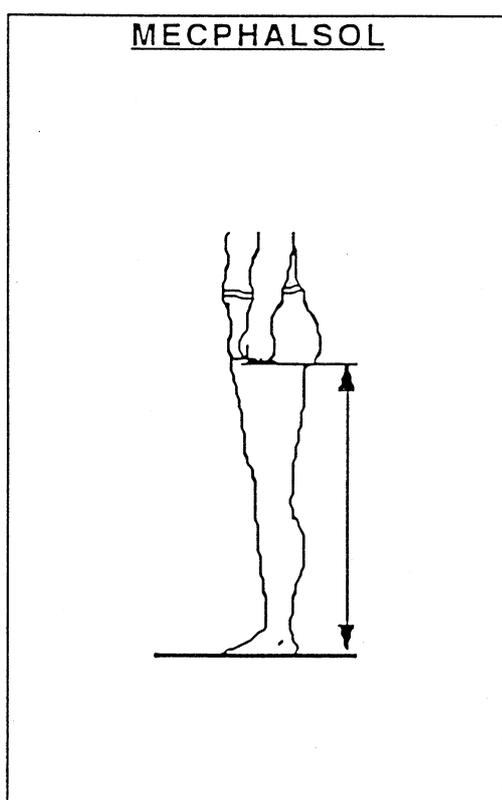


Figure 46

LAA

**Définition :**

Hauteur articulation métacarpo-phalangienne - sol.

Méthode de prise de la mesure :

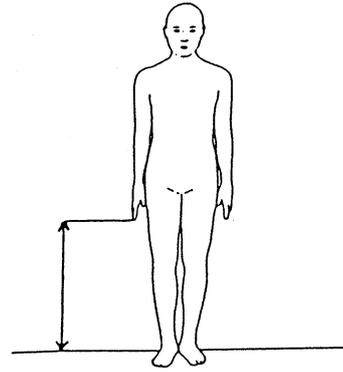
Sujet debout, talons joints, bras le long du corps, hauteur de l'articulation métacarpo-phalangienne (du médus) au-dessus du sol.

Remarques :

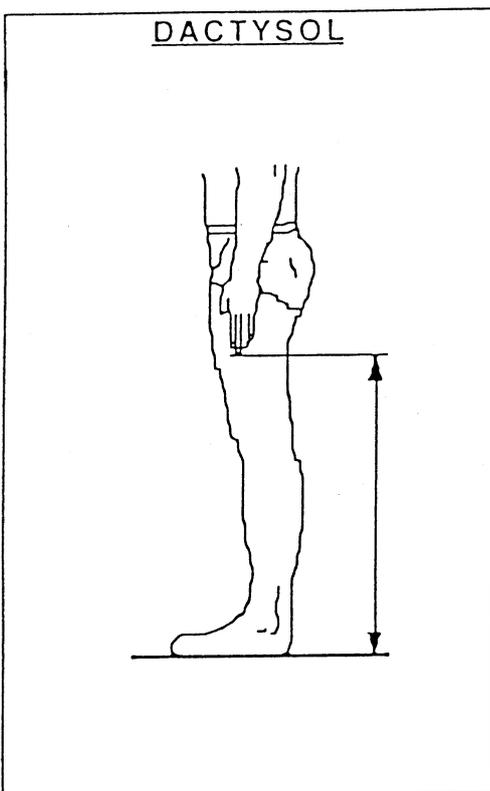
HQL

Finger-Tip Height

Vertical distance from the floor to the top of
Finger



LAA

**Définition :**

Hauteur dactylion - sol.

Méthode de prise de la mesure :

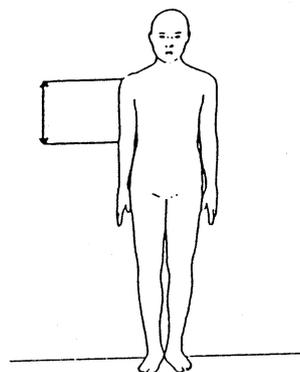
Sujet debout, talons joints, bras le long du corps, mains tendues, hauteur de l'extrémité du médius (dactylion) au-dessus du sol.

Remarques :

HQL

Upper Arm Length

Straight line from Acromion to Radius



ISO

4.2.6 Shoulder-elbow length

Description: Vertical distance from acromion to the bottom of the elbow bent at a right angle with the forearm horizontal. See figure 17.

Method: Subject sits erect with thighs fully supported and lower legs hanging freely. Upper arms hang freely downwards and forearms are horizontal.

Instrument: Anthropometer (large sliding caliper).

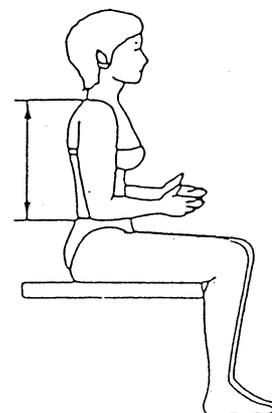
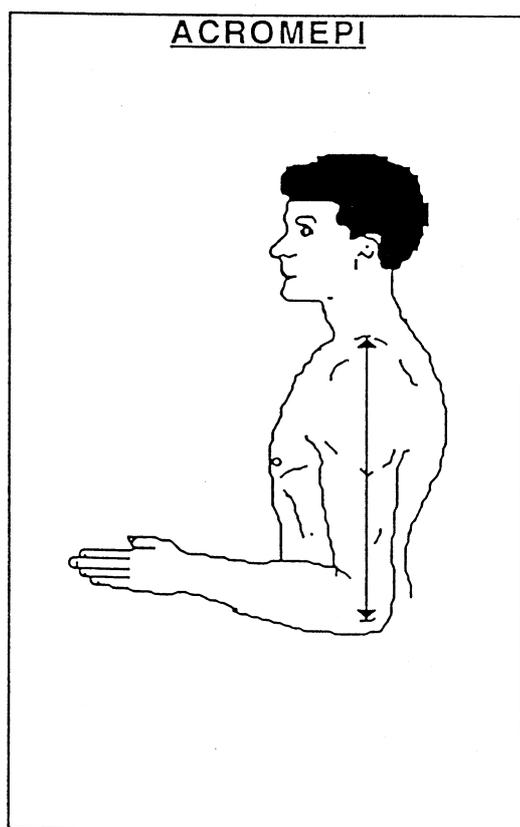


Figure 17

LAA

**Définition :**

Distance acromion - épicondyle.

Méthode de prise de la mesure :

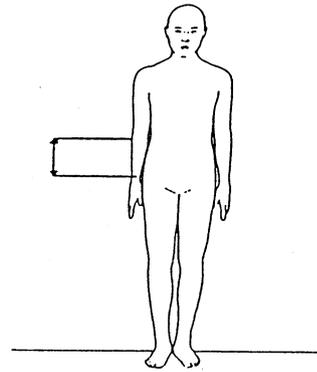
Sujet assis redressé, avant-bras fléchi à angle droit, distance entre le bord supérieur de l'épaule (acromion) et l'axe d'articulation du coude (épicondyle).

Remarques :

HQL

Forearm Length

Straight line from Radius to Styloid Process of Radius



ISO

4.2.7 Elbow-wrist length

Description: Horizontal distance from wall to wrist (ulnar styloid process). See figure 18.

Met J: Subject sits or stands erect, back to wall. Upper arms hanging freely downwards, elbows touching wall, forearms horizontal.

Instrument: Anthropometer.

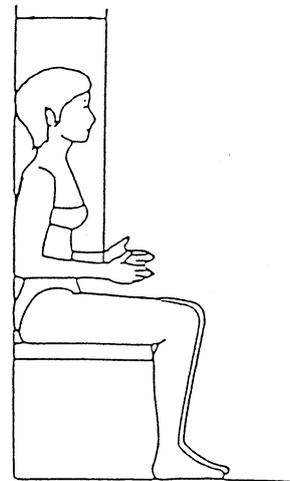
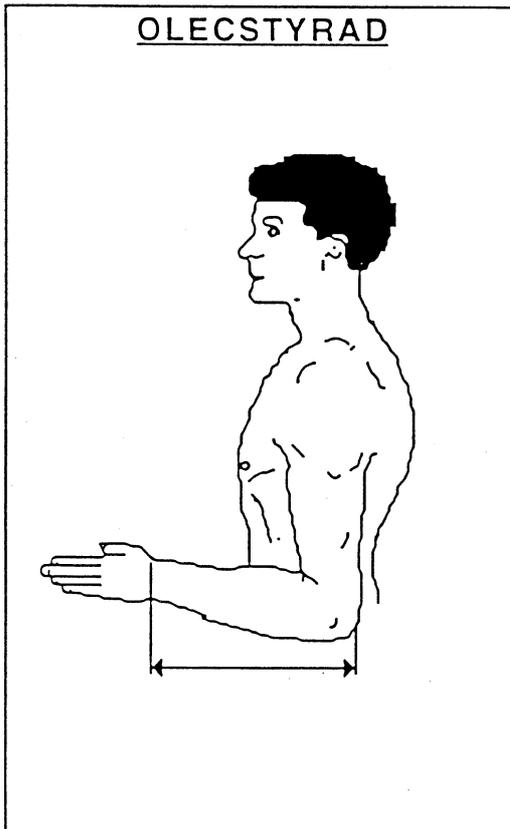


Figure 18

LAA



Définition :

Distance olécrane - styloïde radiale.

Méthode de prise de la mesure :

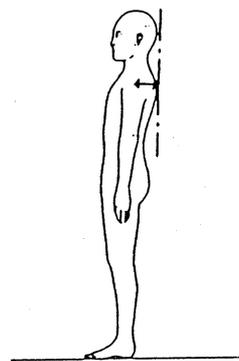
Avant-bras fléchi à angle droit, mesure de la distance entre la pointe du coude (olécrane) et la pointe de la styloïde radiale.

Remarques :

HQL

Acromion-to-BackDistance

Horizontal distance between the projecting part of Back and Acromion



ISO

4.4.1 Wall-acromion distance

Description: Horizontal distance from a vertical surface to the acromion. See figure 43.

Method: Subject stands fully erect, with shoulder blades and buttocks firmly against a vertical surface; equal pressure of shoulders against the vertical surface, arms fully extended horizontally.

Instrument: Anthropometer.

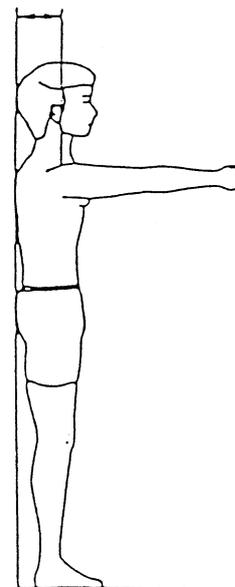
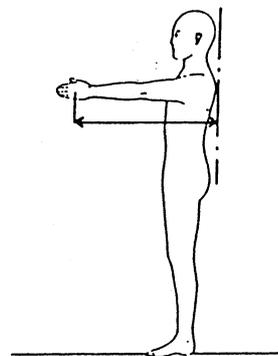


Figure 43

HQL

Metacarpal Head From Back Distance

Horizontal distance from the most projecting part of Back to Interphalangeal joint of the Middle Finger, with both Superior Limb stretched ahead horizontally, both Palmae faced each other (107. Finger-to-Back Distance - (99. Metacarpal Head Height - 100. Finger-Tip Height))



ISO

4.4.2 Grip reach; forward reach

Description: Horizontal distance from a vertical surface to the grip axis of the hand while the subject leans both shoulder blades against the vertical surface. See figure 44.

Method: Subject stands fully erect with shoulder blades and buttocks firmly against the vertical surface, arm fully extended horizontally. Hand holds measuring rod with grip axis vertical.

Instrument: Anthropometer, 20 mm diameter rod for determining grip axis.

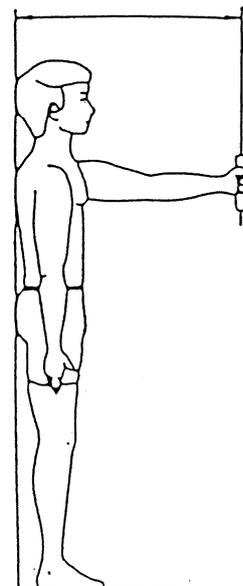
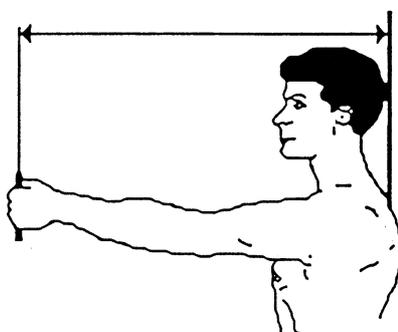


Figure 44

LAA

DISFACTANTMBESUP

Définition : Distance fonctionnelle d'atteinte antérieure du membre supérieur, sujet assis



Remarques :

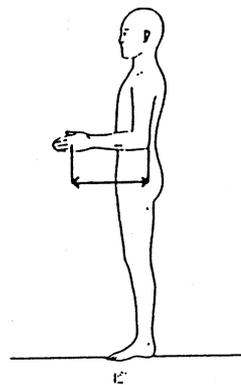
Méthode de prise de la mesure :

Sujet assis en position relâchée, dos contre le mur, le sujet saisit une règle coulissante qu'il propulse vers l'avant jusqu'à la limite de la zone de confort, mesure de la distance entre la règle et le plan du mur.

HQL

Metacarpal Head-to-Elbow Distance

Horizontal distance from the rear edge of Olecranon to Interphalangeal joint of the Middle Finger, with Brachium hung down naturally, Palm turned inside, Forearm bent ahead horizontally



ISO

4.4.3 Elbow-grip length

Description: Horizontal distance from back of the upper arm (at the elbow) to grip axis, with elbow bent at right angles. See figure 45.

Method: Subject sits or stands erect, upper arm hanging freely downwards. Hand holds measuring rod with grip axis vertical.

Instrument: Anthropometer, 20 mm diameter rod for determining grip axis.

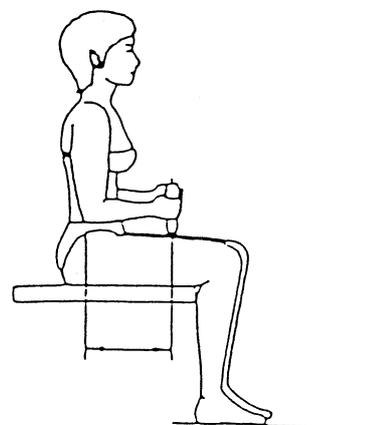
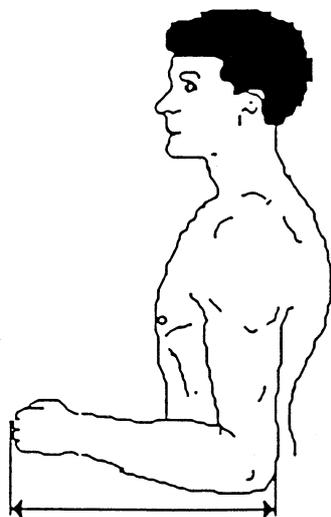


Figure 45

LAA

DISFCTOLECPGNFER



Définition :

Distance fonctionnelle olécrane - poing fermé.

Méthode de prise de la mesure :

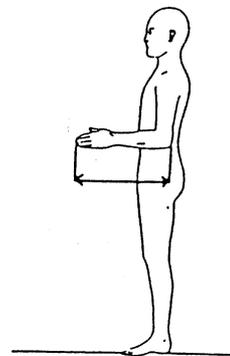
Avant-bras fléchi à angle droit, poing fermé dans l'axe de l'avant-bras, mesure prise de la pointe du coude (olécrane) à la face antérieure du poing (base de la 1ère phalange du médus).

Remarques :

Voir aussi OLECMCPHAL8 : Distance olécrane - poing fermé, SUJET EQUIPE

Finger-tip-Elbow Distance

Horizontal distance from rear edge of Olecranon to Interphalangeal joint of the middle Finger, with Brachium hung down naturally, Palm turned inside, Forearm bent ahead horizontally



ISO

4.4.5 Forearm-fingertip length

Description: Horizontal distance from the back of the upper arm (at the elbow) to the fingertips, with the elbow bent at right angles. See figure 47.

Method: Subject sits erect with upper arm hanging downwards, forearm horizontal and hand extended.

Instrument: Anthropometer (large sliding caliper).

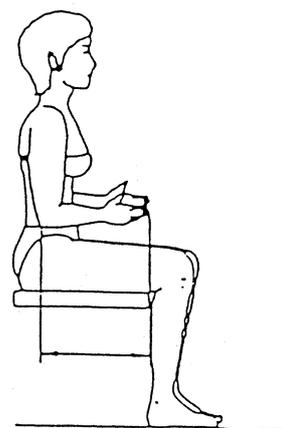
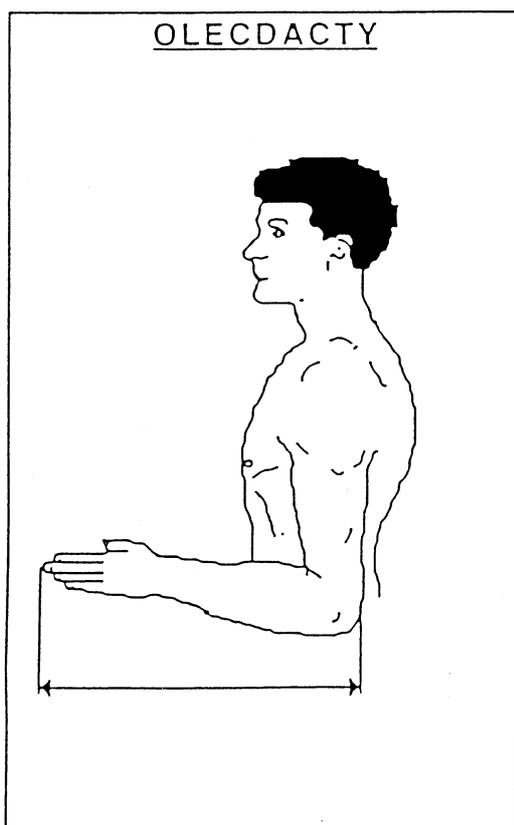


Figure 47

LAA



Définition :

Distance olécrane - dactylion.

Méthode de prise de la mesure :

Avant-bras fléchi à angle droit, la main tendue dans l'axe de l'avant-bras mesure prise de la pointe du coude (olécrane) à l'extrémité du médus (dactylion).

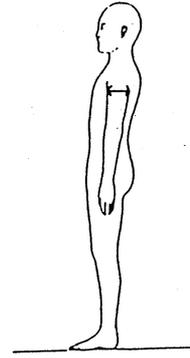
Remarques :

Voir aussi OLECDACTY8 : Distance olécrane - dactylion, SUJET EQUIPE

HQL

Armscye Width

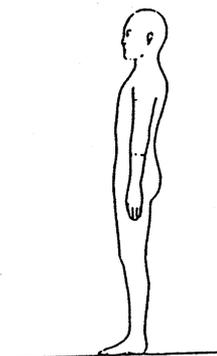
Horizontal distance between the front Fossa
Axillaris and the back one



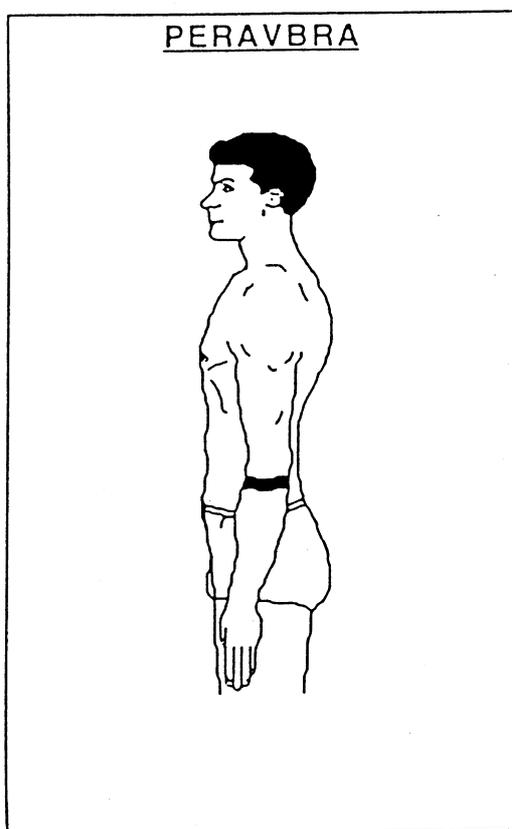
HQL

Forearm Circumference

Perimeter of Forearm, crossing an axis at a right angle of Forearm, with Brachium hung down naturally



LAA



Définition :

Périmètre de l'avant-bras.

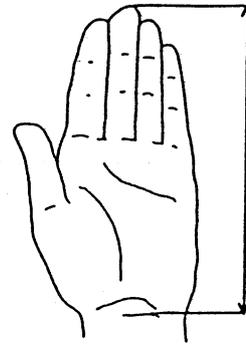
Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout, bras pendant le long du corps, périmètre mesuré au dessous du coude, au niveau des muscles les plus saillants de l'avant-bras.

Remarques :

Hand Length

Straight line from the middle point between Styloid Process of Radius and Styloid Process of Ulna to the top of the Middle Finger at Palm



ISO

4.3.1 Hand length

Description: Perpendicular distance from a line drawn between the styloid processes to the tip of the middle finger. See figure 29.

Method: Subject holds the forearm horizontal with hand stretched out flat, palm up. The point of measurement at the styloid process corresponds approximately to the middle skin furrow of the wrist.

Instrument: Sliding caliper.

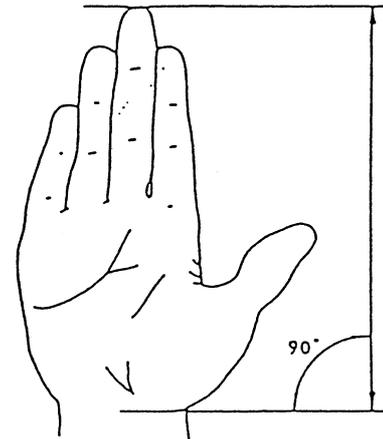
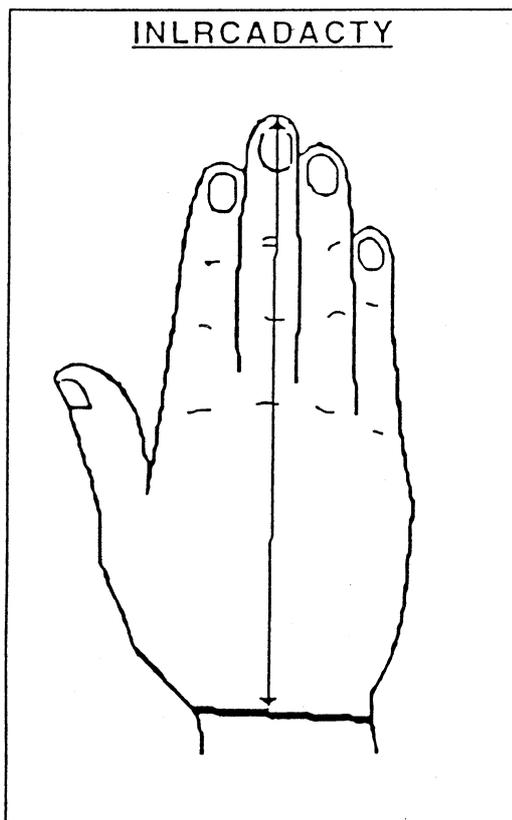


Figure 29

LAA



Définition :

Longueur B de la main (distance interligne radiocarpien-dactylion).

Méthode de prise de la mesure :

Main tendue dans le prolongement de l'avant-bras, face palmaire posée à plat sur un plan dur, mesure de la distance entre la ligne bistyloïdienne et l'extrémité du médus (dactylion).

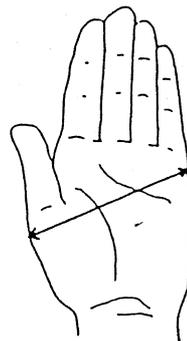
Remarques :

Voir aussi INLRCADACTY9 : même mesure , MAIN NON PREPONDERANTE

HQL

Maximum Hand Breadth

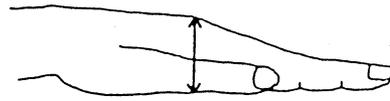
Straight line from Ulnar middle point of Hand to the root of Thumb



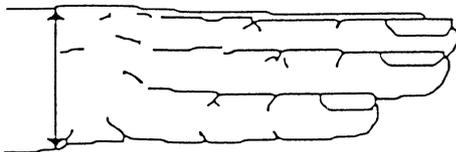
HQL

Hand Thickness

Thickness at Interphalangeal joint of the
Middle Finger



LAA

EPSPMINMAIN

Définition :

Épaisseur minimale de la main au niveau de la paume.

Méthode de prise de la mesure :

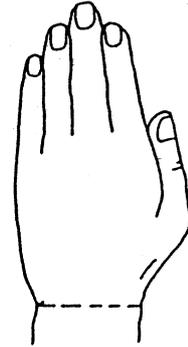
Main tendue dans le prolongement de l'avant-bras, pouce accolé à l'index, épaisseur minimale de la main entre l'éminence hypothénar et la face dorsale de la main au niveau des métacarpiens.

Remarques :

HQL

Wrist Circumference

Perimeter at the crooked line of Palm
closest to Hand



ISO

4.4.11 Wrist circumference

Description: Circumference of wrist at the level of the styloid processes of the radius and ulna, with the hand outstretched. See figure 53.

Method: Subject holds forearm horizontal with hand outstretched and fingers extended.

Instrument: Tape measure.

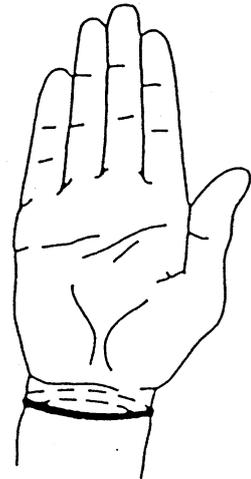
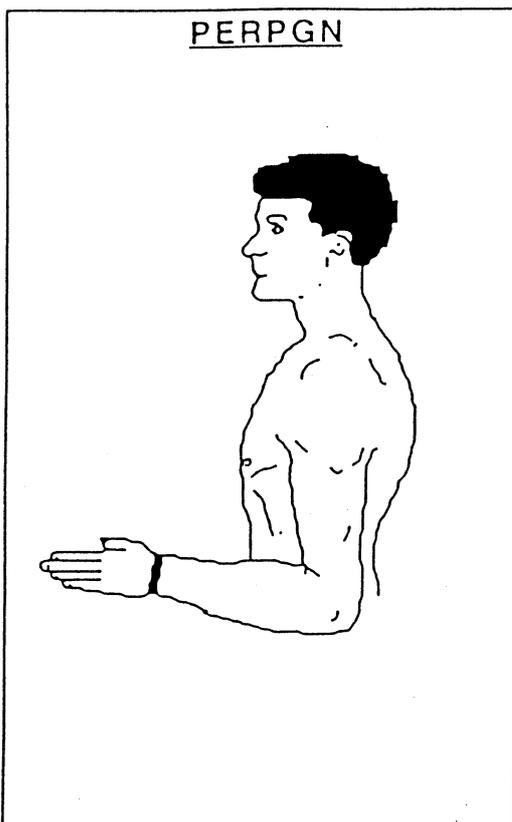


Figure 53

LAA



Définition :

Périmètre du poignet.

Méthode de prise de la mesure :

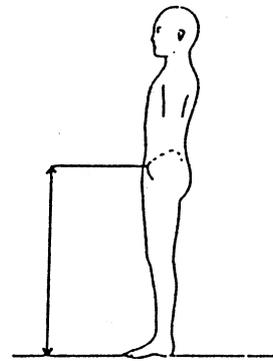
Avant-bras fléchi à angle droit, main tendue dans le prolongement de l'avant-bras, périmètre mesuré au niveau de la ligne bistyloïdienne.

Remarques :

Voir aussi PERPGN8 : Périmètre du poignet, SUJET EQUIPE, et PERPGN9 : Périmètre du poignet, MAIN NON PREPONDERANTE.

Iliospatial Height

Vertical distance from the floor to the furthest below point of Iliac Spine



ISO

4.1.6 Iliac spine height, standing

Description: Vertical distance from the floor to the anterosuperior iliac spine (the most downward-directed point of the iliac crest). See figure 5.

Method: Subject stands fully erect with feet together.

Instrument: Anthropometer.

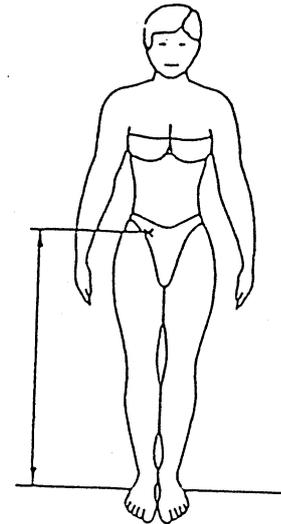
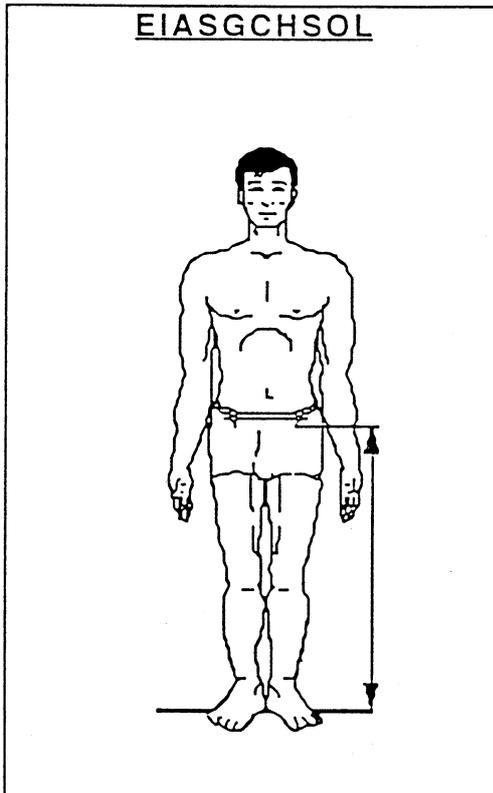


Figure 5

LAA



Définition :

Hauteur E.I.A.S. gauche - sol.

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout, talons joints, hauteur du repère osseux gauche le plus antérieur de l'aile iliaque (épine iliaque antéro-supérieure) au-dessus du sol.

Remarques :

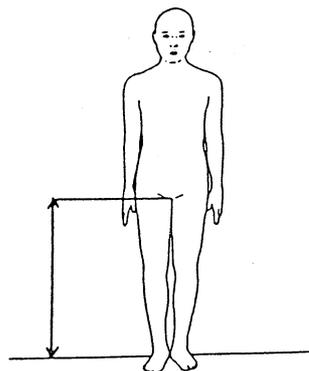
Voir aussi EIASDRTSOL : même mesure PRISE A DROITE.

HQL

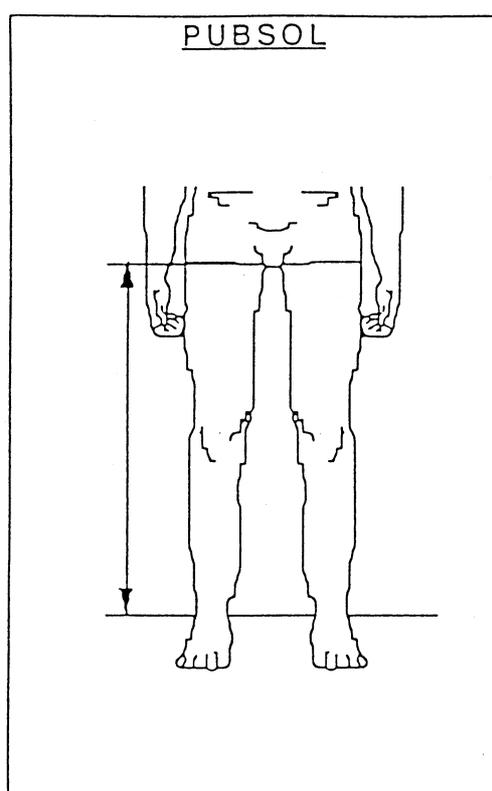
Crotch Height

Vertical distance from the floor to the upper edge of celluloid

The subject put celluloid at the Crotch horizontally to touch between the inside of Thigh and the highest part of the Crotch



LAA



Définition :

Hauteur pubis - sol.

Méthode de prise de la mesure :

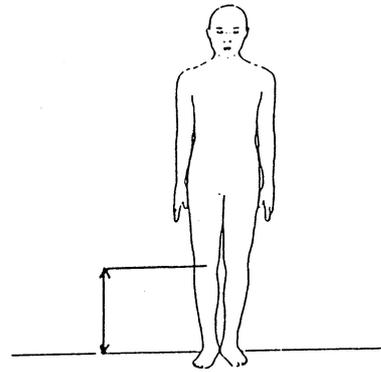
Sujet debout, jambes légèrement écartées, mesure du bord inférieur du pubis (entrejambe) au-dessus du sol.

Remarques :

HQL

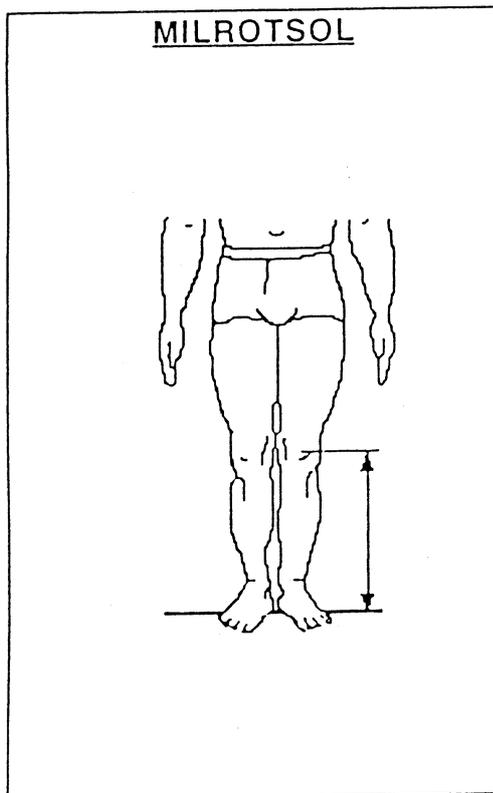
Mid-Patellar Height

Vertical distance from the floor to the middle point of Patella



LAA

*

**Définition :**

Hauteur milieu de la rotule - sol

Méthode de prise de la mesure :

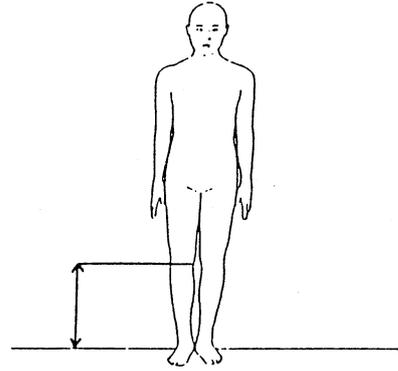
Sujet debout, talons joints, hauteur de la partie centrale de la rotule au-dessus du sol.

Remarques :

HQL

Knee Height

Vertical distance from the floor to Shank, the upper edge of Medial Condyle of Tibia



ISO

4.1.8 Tibial height

Description: Vertical distance from the floor to the tibiale. See figure 7.

Method: Subject stands fully erect with feet together.

Instrument: Anthropometer.

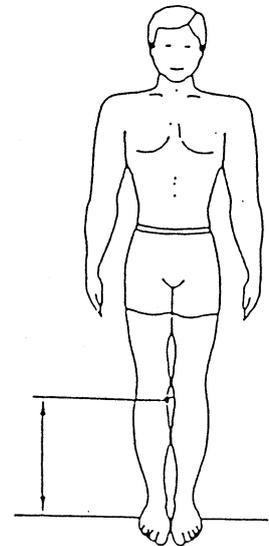
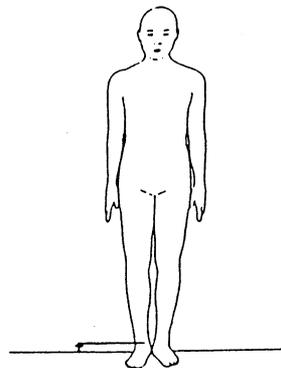


Figure 7

HQL

Sphyrion Height

Vertical distance from the floor to the furthest below point of Tibial Medial Malleolus



LAA

HTRMALINT

Définition :

Hauteur de la malléole interne.

Méthode de prise de la mesure :

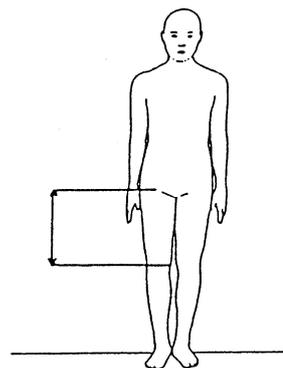
Sujet debout, charge pondérale également répartie sur les deux pieds, hauteur de la pointe de la malléole interne au-dessus du sol.

Remarques :

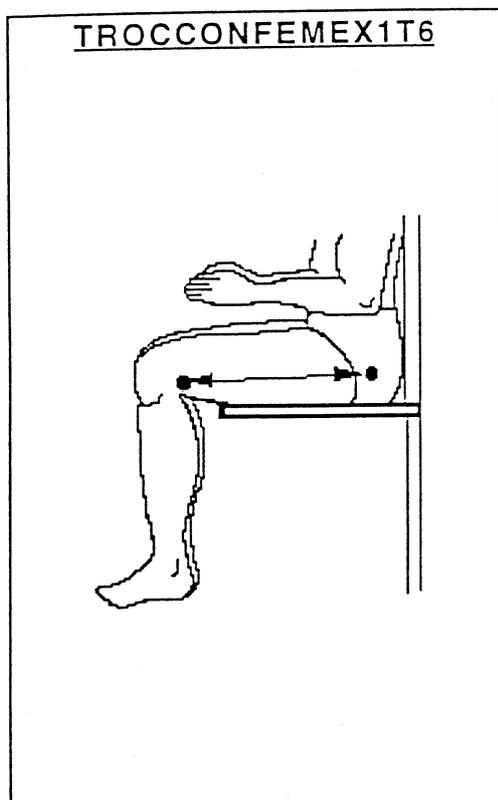
HQL

Thigh Length

Vertical distance from Trochanter to Shunk, the upper edge of Medial Condyle of Tibia (156.Iliosspinal Height - 160.Knee Height) * 0.93



LAA

**Définition :**

Distance trochanter - condyle fémoral externe.

Méthode de prise de la mesure :

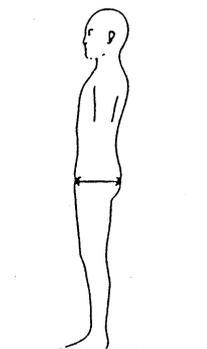
Sujet assis, jambes fléchies à angle droit, mesure de la distance séparant l'extrémité supérieure de la cuisse (face supérieure du trochanter) à l'extrémité inférieure de la cuisse (condyle fémoral externe).

Remarques :

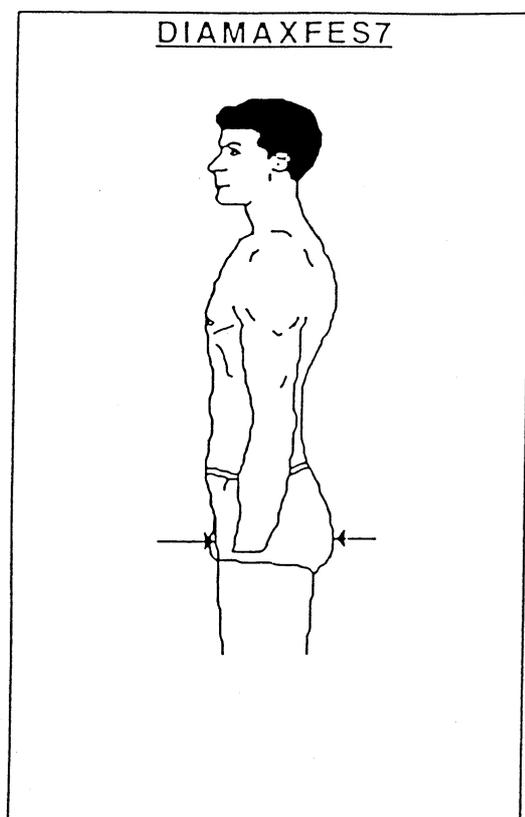
HQL

Hip Depth

Horizontal distance from the projecting part of Buttocks to the front edge of Soma



LAA

**Définition :**

Diamètre antéro-postérieur maximal au niveau du massif fessier (sujet debout).

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout, bras le long du corps, diamètre antéro-postérieur de l'abdomen pris selon un axe horizontal du point le plus proéminent du massif fessier à l'abdomen.

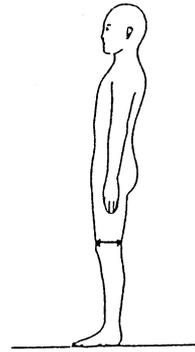
Remarques :

Voir aussi DIAMAXFES7 : diamètre antéro-postérieur au niveau du massif fessier AVEC SOUS-VETEMENTS

HQL

Knee Depth

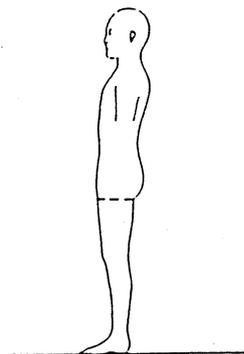
Horizontal distance from the forefront
projecting part of Knee to the rare edge of
Knee



HQL

Thigh Circumference

Horizontal perimeter of the thickest part of
Thigh below Gluteal Fold



ISO

4.4.12 Thigh circumference

Description: Maximum circumference of the thigh.
See figure 54.

Method: Subject stands erect. Measurement is taken
by passing the tape horizontally around the thigh im-
mediately below the gluteal fold.

Instrument: Tape measure.

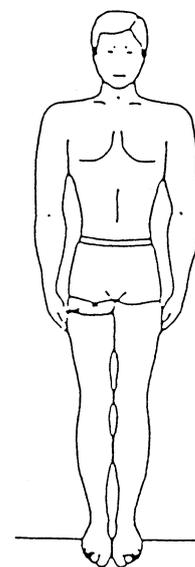
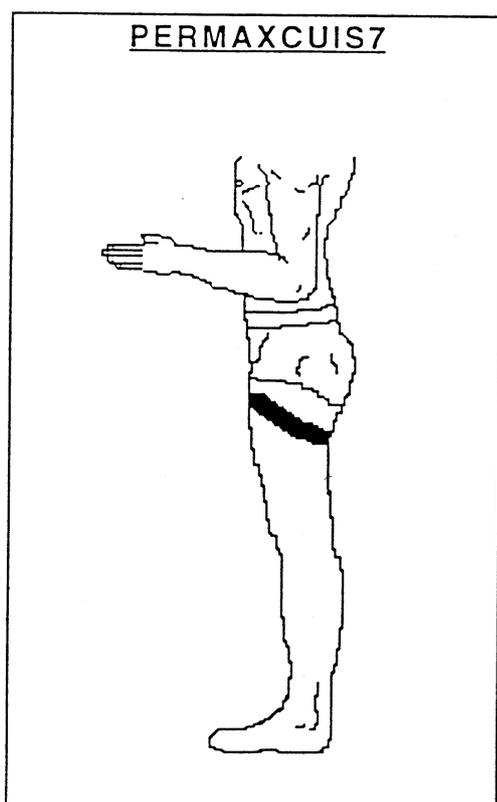


Figure 54

LAA

**Définition :**

Périmètre maximal de la cuisse (sujet debout).

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout, périmètre maximal pris dans un plan
horizontal passant au niveau de l'extrémité
supérieure de la cuisse.

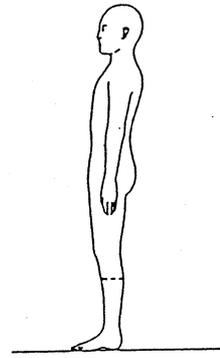
Remarques :

Voir aussi PERMAXCUIST7DRT : même mesure PRISE A
DROITE.

HQL

Calf Circumference

Perimeter at the thickest part of Calf



ISO

4.4.13 Calf circumference

Description: Maximum circumference of the calf. See figure 55.

Method: Subject stands erect. Measurement is taken by passing the tape horizontally around the maximum circumference of the calf.

Instrument: Tape measure.

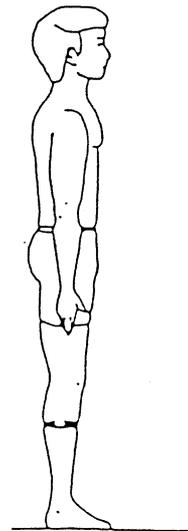
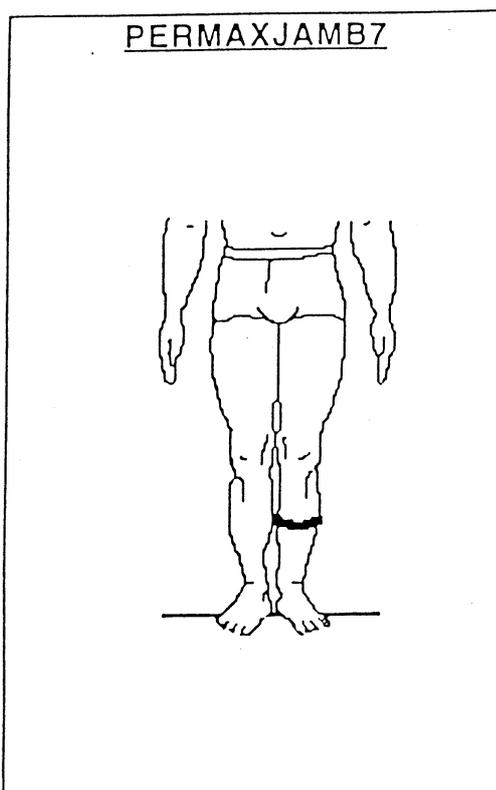


Figure 55

LAA



Définition :

Périmètre maximal de la jambe (sujet debout).

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout, charge pondérale également répartie sur les deux pieds, périmètre maximal de la jambe pris dans un plan horizontal passant au niveau de la saillie du mollet.

Remarques :

HQL

Foot Length

Straight line from the projecting point of Heel to the furthest toe from Heel, parallel to axis of Foot



ISO

4.3.7: Foot length

Description: Maximum distance from rear of the heel to tip of the longest (first or second) toe, measured parallel to the longitudinal axis of the foot. See figure 35.

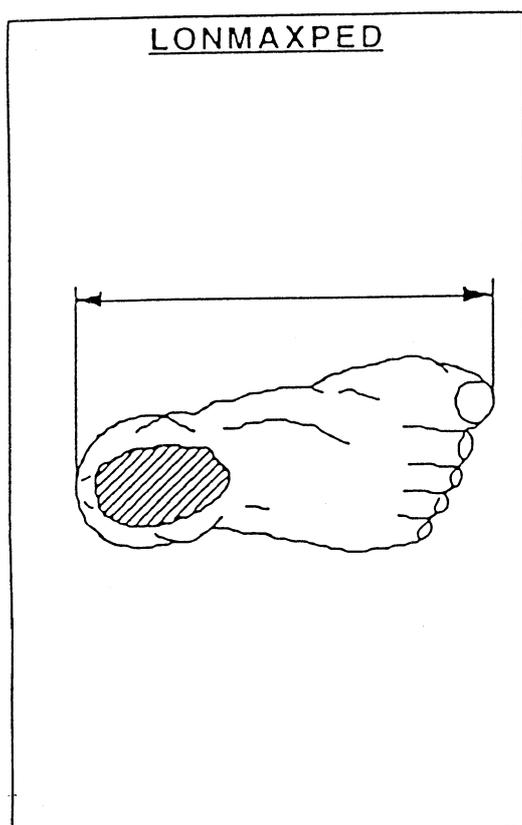
Method: Subject stands with weight equally distributed on both feet.

Instrument: Anthropometer.



Figure 35

LAA



Définition :

Longueur maximale du pied.

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout, charge pondérale également répartie sur les deux pieds, distance entre le point le plus postérieur du talon et le point le plus antérieur de l'orteil le plus long.

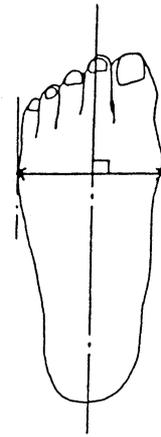
Remarques :

Voir aussi LONMAXPED8 : même mesure, SUJET EQUIPE.

HQL

Projected Foot Breadth

Projected distance between the most projecting interior and exterior points of Foot



ISO

4.3.8 Foot breadth

Description: Maximum distance between medial and lateral surfaces of the foot perpendicular to the longitudinal axis of the foot. See figure 36.

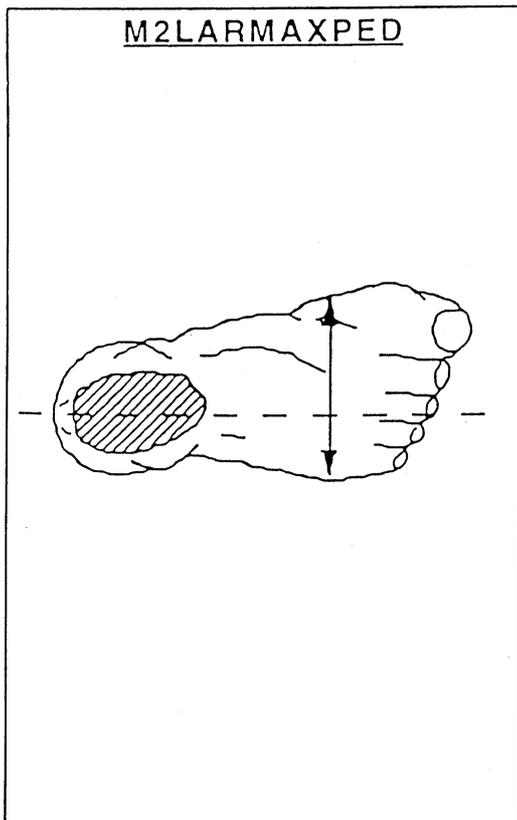
Method: Subject stands with weight equally distributed on both feet.

Instrument: Spreading caliper.



Figure 36

LAA



M2LARMAXPED

Définition :

Largeur du pied à l'articulation métatarso-cunéiforme.

Méthode de prise de la mesure :

Sujet debout, charge pondérale également répartie sur les deux pieds, largeur du pied mesurée perpendiculairement à l'axe longitudinal du pied, au niveau de l'articulation métatarso-cunéiforme.

Remarques :

