

第1回 身体係数の計測 1

1.1 概要

本授業の第2回（実質的には第1回目）は，我々の身体について知ることから始める．今回学ぶことは以下の項目である．

- 解剖学の基礎知識
- 様々な身体係数の計測と推定
- 自らの身体についての理解

1.2 計測内容

1. 身長などの長育
2. 体重
3. 体脂肪率
4. (血圧)

1.3 目的

人の運動を計測するためには身体構造の理解が不可欠である．今回は解剖学的な知識の獲得に加えて，いくつかの身体パラメータの計測ならびに計算による推定を試み，次回以降の実習に不可欠な基礎知識を獲得する．

1.4 方法

1.4.1 準備するもの

1. マルチン式身体計測装置
2. 巻尺
3. 体重計
4. デジタル式体脂肪計
5. キャリパー
6. (血圧計 + 聴診器)

表 1.1: 全身の骨の名称 (抜粋)

部位	名称	英語表記	部位	名称	英語表記
頭部・顔			下肢		
	前頭骨	os frontale		大腿骨	femur
	側頭骨	os temporale		脛骨	tibia
	頭頂骨	os parietale		腓骨	fibula
	後頭骨	os occipitale		距骨	talus
胴胸部				踵骨	calcaneus
	頸椎	Cervical vertebra C1~ C7		舟状骨	os naviculare
	胸椎	thoracic vertebra T1~ T12		中足骨	os metatarsal
	腰椎	lumbar vertebra L1~ L5		基節骨	phalanx proximalis
	仙骨	sacrum		中節骨	phalanx media
上肢				末節骨	phalanx distalis
	肩甲骨	scapula			
	鎖骨	clavicula			
	上腕骨	humerus			
	橈骨	radius			
	尺骨	ulnar			
	中指骨	os metacarpale			
	基節骨	phalanx proximalis			
	中節骨	phalanx media			
	末節骨	phalanx distalis			

1.5 解剖学的呼称とその部位の理解

まず、以下の部位に関する骨・筋、および解剖学的特徴点の呼称とその存在を確認する。

1.5.1 骨

ヒトの骨格は、体幹 80 個と四肢 126 個の合計 206 個の骨でできている。体幹の骨は頭蓋骨 29 個、椎骨 26 個、胸骨 25 個、四肢の骨は上肢 64 個、下肢 62 個で成り立っている。

骨は筋骨格系のうち、みずから収縮する筋肉につながりその収縮を伝達する役割を担っている。能動的に収縮する筋肉に対して、受動的な要素であるともいえる。運動を担うだけではなく骨には造血作用ももっている。

スポーツバイオメカニクスにおいて頻繁に取り扱うのは、上肢・下肢の骨、また頸椎、脊椎、腰椎といった脊椎といった骨が多い。特にこれらの骨を重点的に覚えておくことが重要である。

ここでは、全身の骨のすべての名称を詳しく述べることは、解剖学の教科書に譲ることにする。特に運動に関係する上肢・下肢や体幹の骨について若干の説明をしておくことにする。図 1.5.1 に全身の骨を図示した。特に運動に必要な上肢・下肢の骨について覚えておくようにしよう。また日本語だけではなく英語表記も調べておこう。

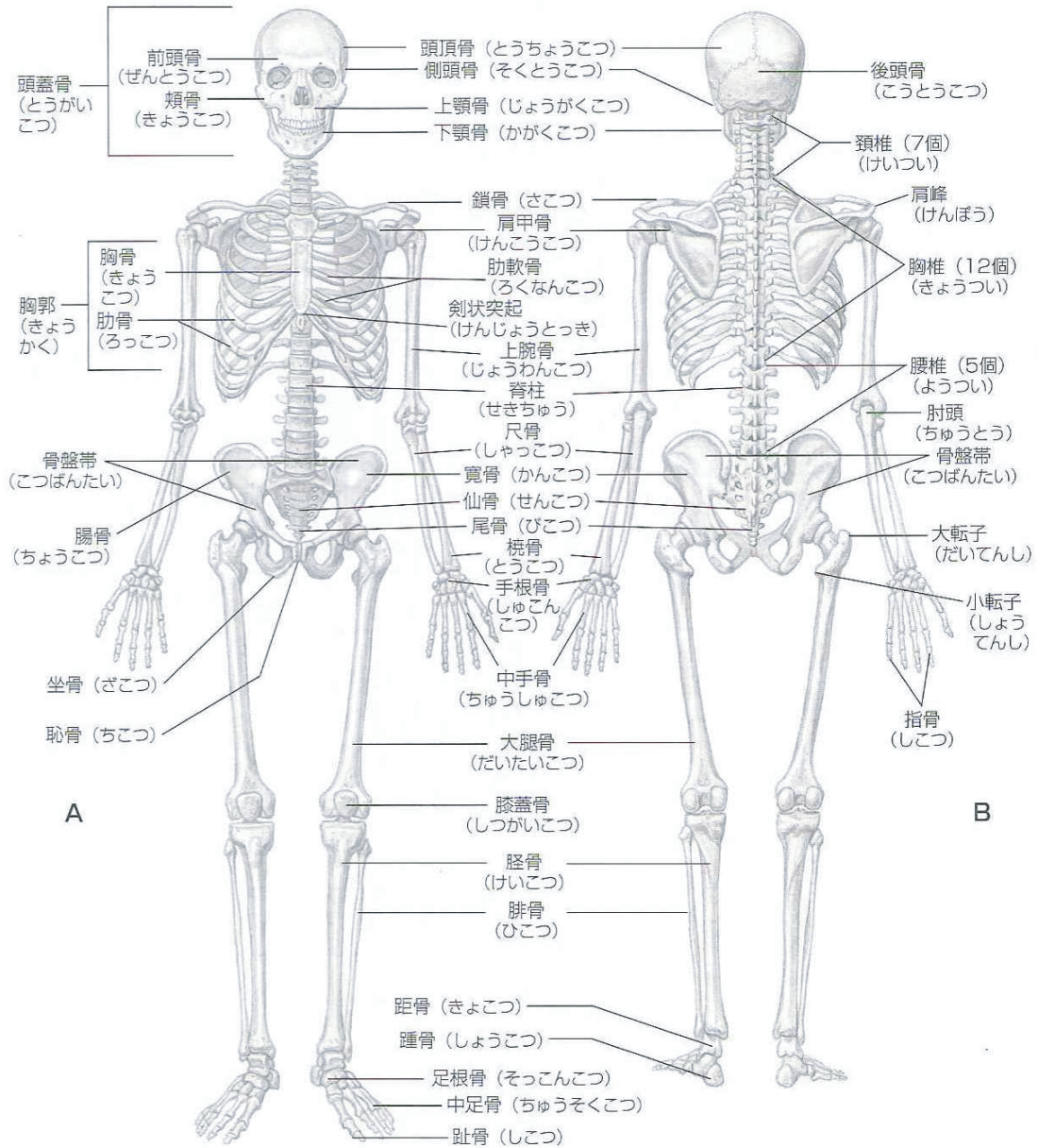


図 1-1 骨格 A. 前面 B. 後面

(Van De Graff KM : *Human Anatomy*, ed 4, 1995, McGraw-Hill Companies, Inc., New York. より)

図 1.1: 全身の骨

表 1.2: 全身の筋肉の名称 (抜粋)

部位	名称	英語表記
胴胸部		
	大胸筋	pectoralis major
	前鋸筋	serratus anterior
	腹直筋	rectus abdominis
	外腹斜筋	musculus obliquus externus abdominis
	内腹斜筋	musculus obliquus internus abdominis
上肢		
	三角筋	deltoid
	広背筋	latissimus dorsi
	僧帽筋	trapezius
	上腕二頭筋	biceps brachii
	上腕三頭筋	triceps brachii
下肢		
	大腿四頭筋	quadriceps
	外側広筋	vastus lateralis
	内側広筋	vastus medialis
	中間広筋	vastus intermedius
	大腿直筋	rectus femoris
	大腿二頭筋	biceps femoris
	下腿三頭筋	triceps surae
	ヒラメ筋	soleus
	腓腹筋	gastrocnemius

1.5.2 関節の機構

ヒトの骨は様々な形状の関節を形成してつながっている。関節の形状・機構と運動とは密接な関係があり、各関節がきわめて合目的的に作られていることを知るようになるであろう。関節の機構を分類すると以下のようなものがある [?]

一軸性関節 ● 蝶番関節 腕尺関節

- らせん関節 腕尺関節 (蝶番関節といっても間違いではない)
- 車軸関節 上撓尺関節

二軸性関節 ● 橈円関節 中手指節関節 (MP 関節, 第 2～第 5 指)

- 鞍関節 手根中指関節 (CM 関節)

多軸関節 ● 球関節 肩関節、股関節

1.5.3 筋

身体運動に関する研究をする際には、下記に挙げられるような筋については知っておかなくてはならないだろう。この授業ではヒトの運動を計測することが前提なので、特に重要ではないと考えられる、頭部や顔の筋などは省いてある。

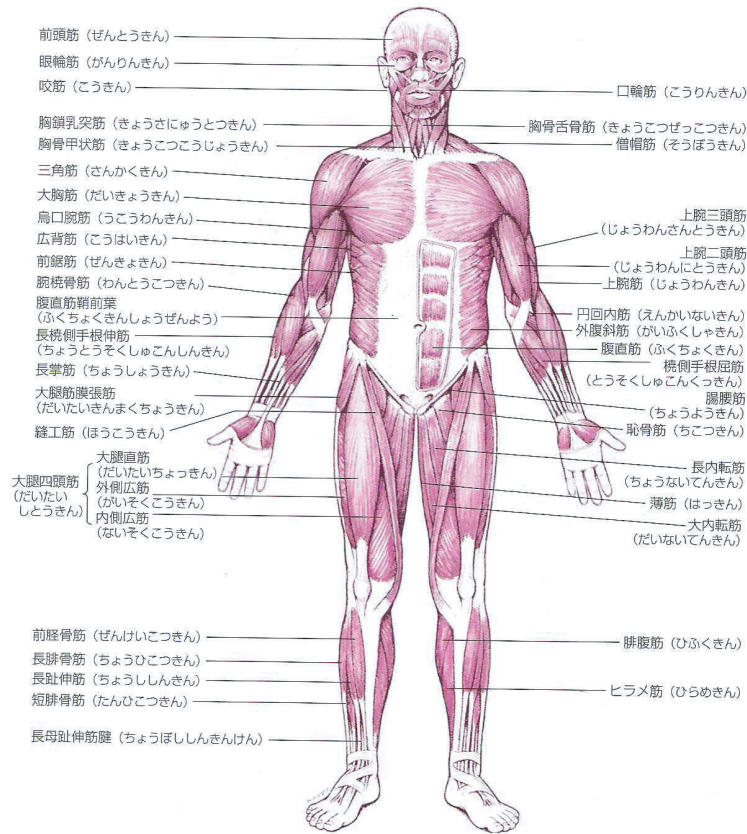


図 1-2 人体の筋肉 (前面)

(Thibodeau GA : *Anatomy and physiology*, St. Louis, 1987, Mosby, より)

図 1.2: 全身の筋 (前面)

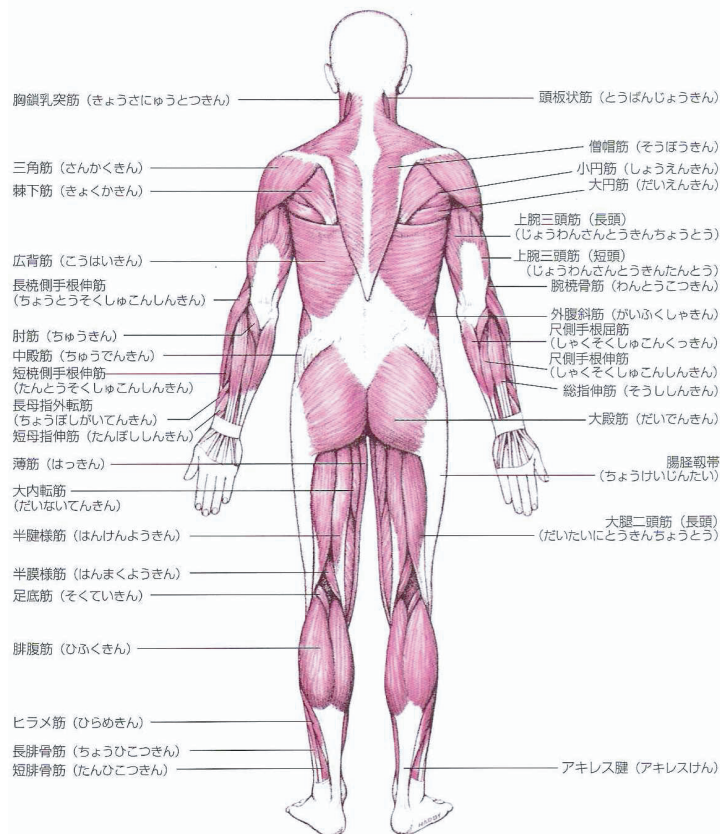


図 1-3 人体の筋肉 (後面)

(Thibodeau GA : *Anatomy and physiology*, St. Louis, 1987, Mosby, より)

図 1.3: 全身の筋 (背面)

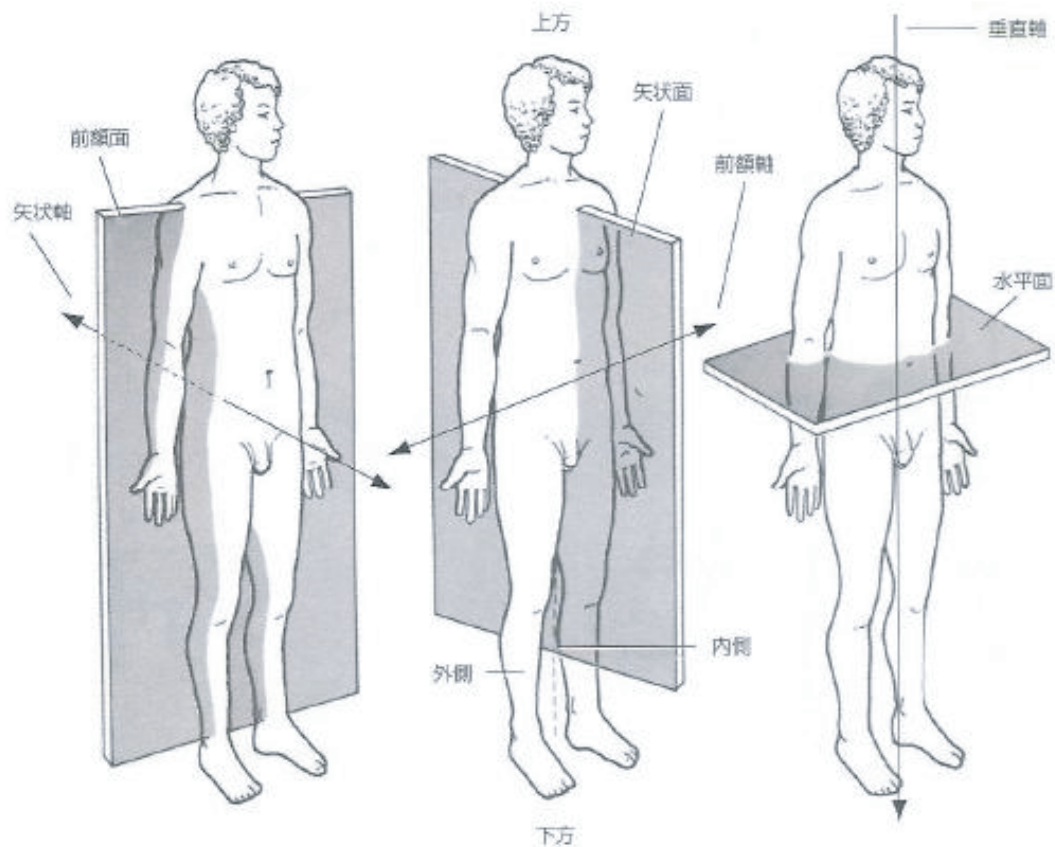


図 1.4: 基準となる平面の呼称

1.5.4 特徴点および解剖学的呼称

方向および座標系

運動の計測では，ヒトの運動においてその方向や座標系のとりかたに決まりがある．図では運動の基準となる平面をあらわしている．

関節の運動方向

運動の基準平面と同様に，関節ごとに動きの方向が決められていて，この運動方向と呼称を呼ぶことが求められる．理解するには時間がかかるが必ず覚えておこう．

運動の基準平面と同様に，関節ごとに動きの方向が決められていて，この運動方向と呼称を呼ぶことが求められる．理解するには時間がかかるが必ず覚えておこう [?] ．

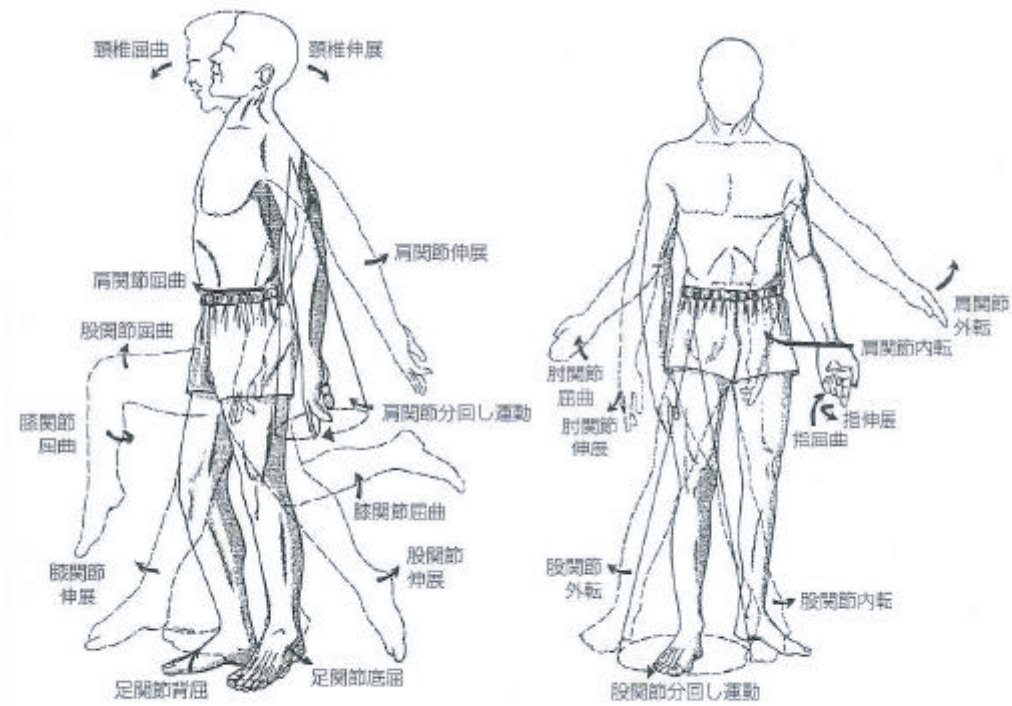


図 1-12 関節の動き

図 1.5: 関節の動き 1

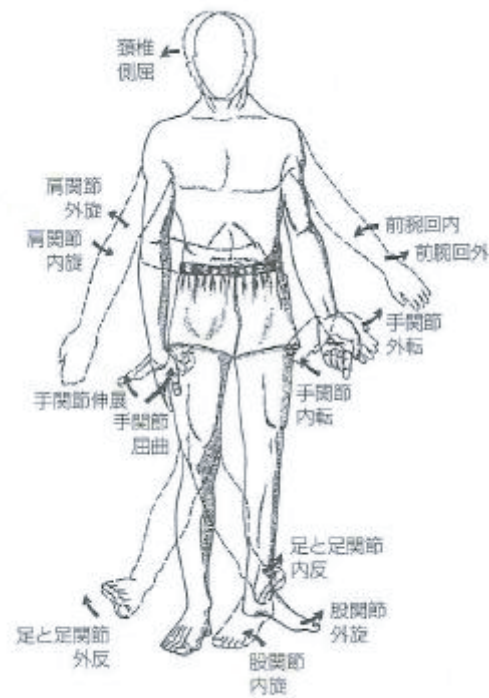


図 1.6: 関節の動き 2

表 1.3: 関節運動の一般的呼称

呼称	英語表記	運動の説明	呼称	英語表記	運動の説明
内転	adduction	体幹の中心に向かって近づく動き	外転	abduction	体幹の中心から遠ざかる動き
屈曲	flexion	関節を構成する二つの骨のなす角が小さくなる動き	伸展	extension	関節を構成する二つの骨のなす角が大きくなる動き
内旋	internal rotation	長軸を中心としてその骨が内側に向かって回る動き	外旋	external rotation	長軸を中心としてその骨が外側に向かって回る動き
(足) 内反	inversion	つま先と足の底が内側に向かい、同時に足部の外縁で立つような動き	外反	eversion	つま先と足の底が外側に向かい、同時に足部の内側で立つような動き
(足) 底屈	plantar flexion	つま先が脛骨の前面から離れる動き	背屈	dorsi flexion	つま先が脛骨の前面に向かって近づく動き
(前腕) 回内	pronation	前腕の長軸を中心として前腕が内側に回る動き	回外	supination	前腕の長軸を中心として前腕が外側に回る動き
(肩) 挙上	elevation	肩甲骨が上方へ引き上げられる動き	下制	depression	肩甲骨が下方へ引き下げられる動き
(上腕) 水平進展	horizontal abduction	上腕が水平面上で後方へ向かう動き	水平屈曲	horizontal adduction	上腕が水平面で前方へ向かう動き
(脊柱) 側屈	lateral flexion	腰部や頸部が身体の中心から左右へ曲がる動き	復元	reduction	側屈の状態から直立の状態へ戻る動き
(手) 掌屈	palmar flexion	掌が矢上面上を前腕の方に曲がる動き	背屈	掌が矢上面上を手背側に曲がる動き	
(手) 撓屈	radial flexion	手首が橈骨の方に曲がる運動	尺屈	ulnar flexion	手首が尺骨の方向へ曲がる動き

表 1.4: 長育に関する計測項目

計測項目	始点	終点	注意
身長	床面	頭頂点	靴を脱ぎ計測を行う
指極	右第三指尖	左第三指尖	両腕を水平に左右に延ばす事
上肢長	肩峰点	指尖点	背筋を伸ばしてリラックスして立位をとる
下肢長	大転子上縁 (転子点)	床面	転子点を見つけるのには注意が必要

1.6 計測の手順

1.6.1 長さに関する計測項目

今回の実習では、表 1.4 の項目に関してマルチン式身体計測装置および巻尺など準備された計測器を用いて長さについての計測を行う。計測に先立ち計測に必要な標識点については別紙を参照のこと。身長をはじめとして、長さに関する計測項目については、その値を記録するが、一人の被験者について一人の計測者が 5 回測ることとし、さらに別の計測者がもう一度、同様に 5 回計測を行うようにせよ。

1.6.2 重さに関する計測項目

体重に関しては、体脂肪計つき体重計、もしくは体重計にて一人の被験者について長育と同様、5 回の計測を行うことにする。

1.6.3 体脂肪率 (キャリパー法)

キャリパー法では、S:肩甲骨下角部の皮脂厚、T:上腕三頭筋部の皮脂厚の 2 箇所の皮脂厚をキャリパーでつかんで測定を行う。同じ箇所の測定を繰り返すために、あらかじめマーカーで印をつけておく。以下に手順を示す。

1. 薄手のシャツ 1 枚になる。出来るだけシャツは脱ぐこと。
2. 計測者は被験者の肩甲骨下角部と上腕三頭筋部にマーカーで印をつける。
3. 同じ被験者について、同じ験者が計測を行う。このとき験者は大きな声で値を読みとる。

1.6.4 体脂肪率 (インピーダンス法)

以下に手順を示す。

1. 体脂肪計つき体重計の設定を被験者の性別・年齢・身長としてセットする
2. 両足の靴下を脱ぎ、体脂肪計つき体重計の表面をアルコール綿で洗浄する。
3. 両手でしっかりとバーを握り直立する。
4. 計測完了を確認したら、そのときの目盛りの値を計測者は、読み上げる。

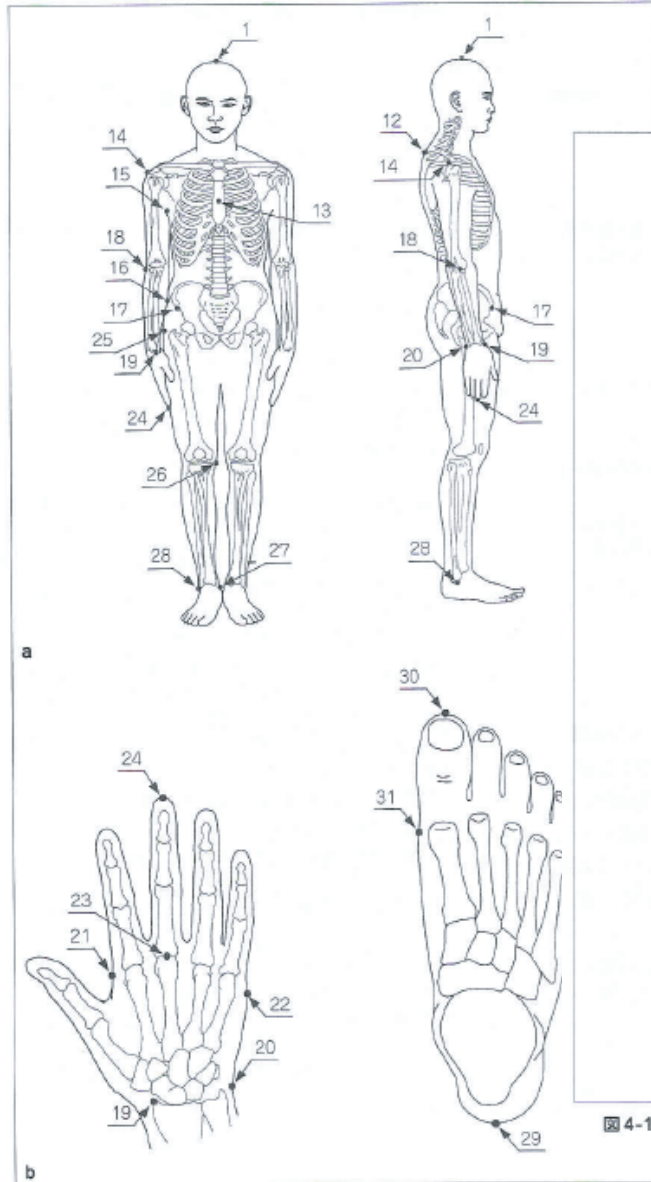


図 4-13 体部の計測点 (12～32 までの 21 点)

a : 体部全体, b : 手, 足部

〔日本工業標準調査会：人間工学—設計のための基本人体測定項目 (JIS Z 8500 : 2002), p.5-6, 日本規格協会〕⁴⁾

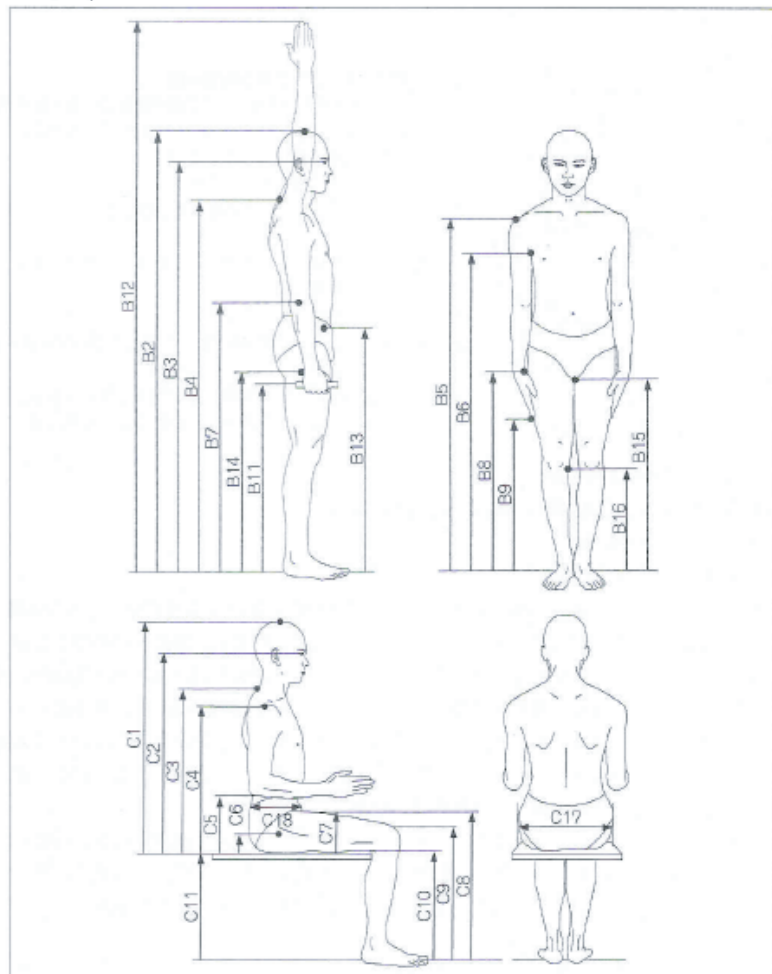


図 4-15 体部の計測の一例 (日本工業標準調査会：人間工学—設計のための基本人体測定項目 (JIS Z 8500 : 2002), p.43, 46 日本規格協会)⁴⁾

図 1.8: 長育に関する計測変数

図 1.7: 計測するため標識点

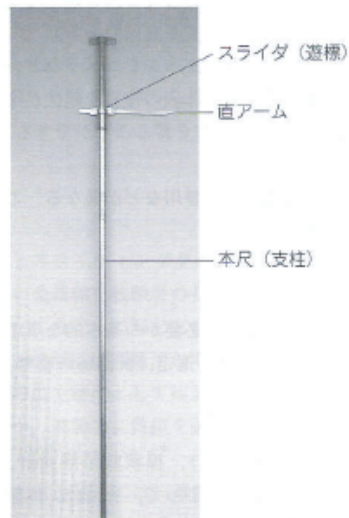


図 4-4 アントロポメータ
本尺を垂直に立てて計測する。アームの先端で被験者を傷つけないように注意する

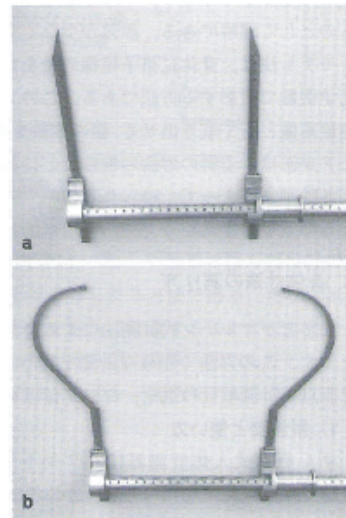


図 4-5 桿状計
a : 直アーム, b : 曲アーム
計測する部位によって直線と曲線のアームを使い分ける

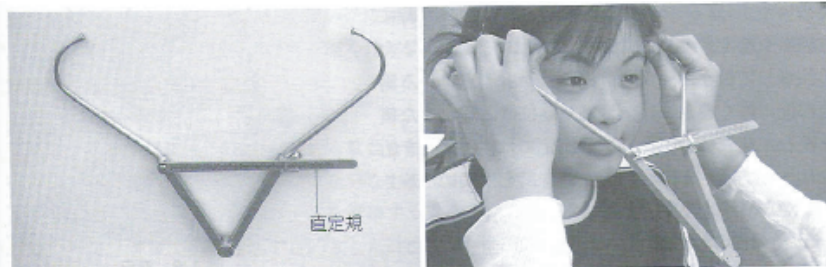


図 4-6 触角計
頭部の立体的な 2 点間の距離を計測するのに有効である。両手で触角計の先端を支えながら計測を行う

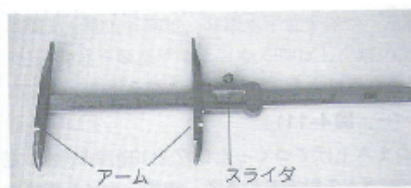


図 4-7 滑動計
アームは、骨計測用の鋭利な側と通常の計測用の扁平な側がある

1.7 分析方法

以下に説明している身体各変数を求め、自分の計測データ (あるいは班の代表計測員) のデータとして計算を行いなさい。

1.7.1 長育・体重に関する平均・分散・標準偏差

長育および体重に関する項目は、5 回の計測値についてその平均値 $\bar{x}$ および分散 s^2 、標準偏差 s を計算せよ。

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^5 x_i \quad (1.1)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2} \quad (1.2)$$

比較参照用のデータとして、産業技術総合研究所の日本人人体寸法データベース 1997 - 1998 を用意した。各班でこれを手に入れて、計測データの比較に用いよ。

1.7.2 BMI(Body Mass Index)

Body Mass Index は、近年では一般の人でも知ることになった変数のひとつであるが、体格をあらわす指標のひとつである。国内ではカウプ数指とも呼ばれている。

$$BMI = \frac{\text{体重 (Kg)}}{\text{身長 (m)}^2} \quad (1.3)$$

BMI は、18.5 未満が低体重、18.5 以上 25 未満が正常、25 以上 30 未満が肥満 1 度、30 以上 35 未満が肥満 2 度、35 以上 40 未満が肥満 3 度、40 以上が肥満 4 度。

1.7.3 ローレル指数

古くから用いられてきた体格をあらわす指標である。

$$\text{ローレル指数} = \frac{\text{体重 (kg)}}{\text{身長 (m)}^3} \times 10 \quad (1.4)$$

この値が、110 から 115 であれば正常。150 以上であれば肥満傾向。200 以上あれば肥満と判定される。

1.7.4 体脂肪率 1

ヒトの体脂肪率は、今回計測したようなインピーダンス法やキャリパー法のほかにも水中体重法といった方法がある。ここでは Brozek(1963) らの方法を用いてキャリパー法で得られた体脂肪率 (%) を求める方法を紹介する。

$$\text{BodyFat}(\%) = \left(\frac{4.570}{D} - 4.142 \right) \times 100 \quad (1.5)$$

ここで、 D は皮下脂肪厚から推定された身体密度であり次式で求める。

$$\text{男 } D = 1.0913 - 0.00116 \times (S + T) \quad (1.6)$$

表 1.5: 計測データの記録

変量	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	平均	標準偏差
身長 (cm)							
指極 (cm)							
上肢長 (cm)							
下肢長 (cm)							
体重 (Kg)							
皮脂厚肩甲下角部 (mm)							
皮脂厚上腕三頭筋 (mm)							
(体脂肪計) 体脂肪率 (%)							
BMI							
(皮脂厚) 体脂肪率 (%)							
ローレル指数							

$$\text{女 } D = 1.0897 - 0.00133 \times (S + T) \quad (1.7)$$

ただし, S と T はそれぞれ皮脂厚 (キャリパーでの計測値, 単位 mm) である.

S 肩甲骨下角部の皮脂厚

T 上腕三頭筋部の皮脂厚.

インピーダンス法で求められた体脂肪率については, その大きさをキャリパー法と比較せよ.

1.8 計測データおよび解析結果

計測した結果は次の表に記録し、平均値、標準偏差を計算し求めること。BMI や体脂肪率などの計算には毎回の計測結果を用いて計算を行うようにせよ。

1.9 考察

毎回の授業では、授業時間内に深い考察までを行うのは困難であるので、得られたデータをじっくりと眺めたり、計算してみたり、あるいは日本人統計データなどに照らし合わせてみて比較検討するのは授業後の作業となる。

以下の設問は、宿題ではないが各自で調べて考えておくことでよりいっそう理解が深まるでしょう。ミニレポートの際の考察対象にいてもよいでしょう。また学期末試験にも、考察に取り上げた設問からの出題されますので、時間をみつけて資料を調べて自学自習しましょう。

Q:統計的な意味での平均、標準偏差、分散が何を意味しているのかを理解しておくこと

Q:肩関節・肘関節・手首関節を入れると関節の自由度はいくつか？

Q:自分の BMI 値が日本人平均値とどの程度隔たっているのか？を示せ

Q:体脂肪率の測定方法にはいくつかの方法がある．簡易デジタル式の体脂肪計はインピーダンス法を用いるが，これ以外の推定方法を調べよ

Q:運動の基準平面や関節の運動方向について英語での表現を確認しておきましょう