

第6章 計測結果の概要

1. 分布の型

計測データは一般に正規分布すると仮定されることが多いが、上腕骨や大腿骨などの長骨の長さによって決まる項目ほど正規分布に近く、軟部組織、特に皮下脂肪に依存する度合いが強い周長のような項目ほど正規分布からはずれる傾向があるといわれている。今回の計測結果が実際に正規分布からはずれているか否かを検討するために尖度、歪度を計算したところ、この傾向が裏づけられた。青年群について、歪度、尖度が1%水準で有意であった項目を表6-1に示す。なお、高齢者群では被験者数が少なく、自由度が小さいため、正規分布から有意にはずれる項目は少なかった。

青年群を男女別にみると、骨格のサイズに依存する頭顔部および身体の寸法は、大部分が正規分布するとみなして差し支えないことがわかる。ただし、これらのなかでも立位高さ(B)や上・下肢の長さ(C)は、男女を一括すると歪度、尖度が有意になり、値が大きいほうに尾をひくように分布が歪んだり(歪度の値が正で有意)、平均値付近の値への集中度が弱く、全体に広がった分布をする(尖度の値が負で有意)ものがでてくる。

一方、四肢・体幹の幅、厚み、周長(主にD, E, F, K)、体重(N)、および皮下脂肪厚(H)は、特に女子のデータで正規分布からはずれる傾向が強い。この傾向が最も著しいのは皮下脂肪厚である。この場合も、分布は値が大きいほうに尾をひき、平均値付近への集中度が弱い。

2. 性差

測定項目の定義が男女で等しい項目について、その大部分に1%水準で有意な性差がみられた。性差がみられた項目の大部分で、男子の平均値のほうが女子の平均値よりも大きかった。主要な項目について、女子の平均値の男子の平均値に対する割合(%), および平均値の差の検定結果を表6-2に示す。ただし、皮下脂肪厚(H)は中央値についての同様の結果である。

1) 性差のみられない項目

男女の平均値に有意差がみられなかったのは、人中長(A18)、殿幅(D6)、大腿幅(D15)、腹部厚径(最前方突出位)(E5)、殿囲(F14)、大腿囲(F17)、大腿最小囲(F18)、座位転子高(I11)、座位殿囲(K2)、座位上部大腿囲(K3)、第五指側角度(M31)の11項目であった。このうち四肢・体幹部の項目は、すべて腰から大腿にかけての骨盤付近の寸法である。

2) 女子のほうが大きい項目

女子のほうが平均値が大きかったのは、背面・肩峰距離(上肢水平前方)(C16)、大転子間幅(D10)、大腿厚(E8)、腹囲(前方最突出位)(F13)、皮下脂肪厚・肩甲骨下角部(H1)、同・腸骨棘部(H2)、同・上腕三頭筋部(H3)、同・下腿内側部(H4)、座面幅(J1)、座位殿幅(J2)、座位腹部厚径(J10)、座位殿・腹部前面(J12)、第一指側角度(M30)の12項目である(皮下脂肪厚は中央値)。

なお、体幹部の長さを表す胴長を、胸骨上縁高-恥骨結合上縁高として算出した値は、女子の値の方が大きかった。女子の恥骨結合上縁高が比較データと比べてかなり小さいことから、女性の方が胴長が長いというよりも、今回の女子の恥骨結合上縁高が小さすぎるとみなすべきと考える(4章参照)。背面・肩峰距離(上肢水平前方)については、肩峰点を定める際の姿勢に、男女で差があった可能性がある(本章4節参照)。これら以外の項目の多くは、性差がみられなかった項目と同様、骨盤まわりの寸法、あるいは皮下脂肪厚であった。

3) 女子平均値の男子平均値に対する割合

女子平均値の男子平均値に対する割合は、頭顔部項目で95%程度、立位高さで91.5~93%程度、上・下肢の長さで92%程度であった。幅径と周長では、肩部、ウエスト部で90%程度、腰部および大腿部で97~104%、上肢で88~92%程度、下腿で93~95%程度であった。厚径では、ウエスト部で86%、下腹部で90~98%、下腿で95~97%程度であった。皮下脂肪厚(中央値)は、体幹部で160%、四肢で210%であっ

表6-1 青年群の歪度、尖度が1%水準で有意な項目

Measurements with skewness or kurtosis significantly different from 0 ($p < 0.01$, young adults)

項目	男子		女子		合計		項目	男子		女子		合計	
	歪度	尖度	歪度	尖度	歪度	尖度		歪度	尖度	歪度	尖度	歪度	尖度
A9 瞳孔間幅							F11 最小胸囲						
A10 内眼角幅							F13 腹囲(最大前方)						
A11 外眼角幅							F14 殿囲						
A24 後頭のど距離							F17 大腿囲						
A19 耳長							F18 大腿最小囲						
A30 頭頂内眼角距離							F19 膝囲						
A40 耳珠間オトガイ弧長							F20 下腿最大囲						
A42 耳珠間鼻下弧長							F22 体幹垂直囲						
A44 耳珠間下顎弧長							F24 腕付根囲						
A47 下顎深							F25 上腕囲						
A49 眉間オトガイ距離							F26 前腕最大囲						
B3 耳珠高							F27 前腕最小囲						
B13 上前腸骨棘高							F28 手関節囲						
B14 恥骨結合上縁高							F29 手囲						
B21 橈骨茎突高							F30 最大手囲						
B22 指先端高							F31 上腕屈曲囲						
B30 最大身長							F32 屈曲肘囲						
B31 握り軸高							F33 にぎりこぶし囲						
C3 握り軸到達距離							G1 背幅						
C4 機能的前方腕長							G3 最大背幅						
C6 上肢長							G4 胸幅						
C7 上腕長							G11 頸椎・頸付根・BP						
C10 肩峰肘頭距離							H1 皮脂厚・肩甲骨						
C14 下腿長							H2 皮脂厚・腸骨棘						
C17 壁面・手首							H3 皮脂厚・上腕						
C18 壁面・握り軸							H4 皮脂厚・下腿内側						
D1 頸付根幅							I2 座位内眼角高						
D2 肩幅							I7 座位胸骨上縁高						
D3 最大身体幅							J3 座位膝間距離						
D4 胸部横径(男子)							J9 座位殿・転子距離						
D4-2 胸部横径(女子)							J10 座位腹部厚径						
D8 胸部横径							J11 大腿骨顆間幅						
D11 水平肘間距離							J12 座位殿・腹部前面						
D12 肘間幅							K1 座位体幹垂直囲						
D13 肩甲骨下角間幅							K3 座位上部大腿囲						
D14 前腕最大幅							K4 座位膝囲						
D16 膝幅							L3 第一指長						
D17 下腿最大幅							L8 上腕骨顆間幅						
E1 胸部矢状径							L10 手幅						
E2 胸部厚径(男子)							L11 最大手幅						
E2-2 胸部厚径(女子)							L12 手幅(手軸直交)						
E3 胸部厚径							L13 最大手幅(手軸直交)						
E4 臍位腹部厚径							L14 第二指近位関節幅						
E5 腹部厚径(最前方)							L15 第二指遠位関節幅						
E7 腕付根前後径							L16 手厚						
E8 大腿厚							M4 外果高						
E10 下腿最大厚							M5 外果端高						
F1 頸囲							M6 足背高						
F2 最大頸囲							M7 ボール高						
F3 頸付根囲							M9 第一指高						
F4 肩囲							M10 第一指関節高						
F5 胸囲(男子)							M11 足囲						
F5-2 胸囲(女子)							M13 ヒール囲						
F6 胸囲(吸気時)							M14 ショートヒール囲						
F6-2 胸囲(吸気時)							M16 足幅						
F7 下部胸囲(男子)							M17 足幅(斜め)						
F7-2 下部胸囲(女子)							M25 足幅(全履協)						
F8 上部胸囲(静時)							M26 ボール幅						
F9 臍囲腹囲							M27 足幅(ISO)						
F10 胴囲							N1 体重						

表6-2 平均値の性差（青年群）（単位：mm） T-test for the sex difference (young adults)

項目	女	男	女/男%	t検定	項目	女	男	女/男%	t検定
A1 頭長	180.3	189.6	95.1	**	F9 臍位腹囲	711.3	746.9	95.2	**
A2 頭幅	153.8	161.9	95.0	**	F11 最小胸囲	642.2	734.4	87.4	**
A7 頬弓幅	139.0	146.5	94.9	**	F13 腹囲（最前方）	799.2	771.5	103.6	**
A8 下顎角幅	106.3	111.7	95.2	**	F13 腹囲（最前方）	799.2	771.5	103.6	**
A9 瞳孔間幅	59.5	61.9	96.1	**	F14 殿囲	898.4	902.6	99.5	ns
A17 鼻下・オトガイ高	70.1	74.0	94.7	**	F15 大腿付根囲	555.7	613.5	90.6	**
A22 後頭・鼻下距離	178.6	190.5	93.8	**	F16 大腿囲（殿溝）	526.8	535.7	98.3	*
A23 後頭・オトガイ	162.8	175.2	92.9	**	F17 大腿囲	527.9	528.9	99.8	ns
A25 後頭・鼻根距離	177.6	186.2	95.4	**	F18 大腿最小囲	376.0	380.5	98.8	ns
A26 後頭・外眼角	162.8	168.8	96.4	**	F19 膝囲	345.4	364.4	94.8	**
A27 後頭・耳珠	85.6	89.1	96.1	**	F20 下腿最大囲	338.1	362.3	93.3	**
A29 頭頂・眉間距離	98.0	100.8	97.2	**	F21 下腿最小囲	204.4	219.4	93.2	**
A30 頭頂・内眼角	123.5	125.5	98.4	**	F25 上腕囲	253.6	280.8	90.3	**
A31 頭頂・鼻下	167.7	171.5	97.8	**	F26 前腕最大囲	228.1	259.2	88.0	**
A33 頭耳高	131.8	138.6	95.1	**	F27 前腕最小囲	153.8	167.7	91.7	**
A36 全頭高	228.9	238.7	95.9	**	G1 背幅	369.9	397.1	93.2	**
A37 頭囲	545.7	569.9	95.8	**	G4 胸幅	317.3	351.1	90.4	**
A38 頭矢状弧長	312.7	331.5	94.3	**	H1 皮脂厚肩甲骨下角 ¹⁾	154.0	101.5	151.7	**
A39 耳珠間頭頂弧長	362.1	373.8	96.9	**	H2 皮脂厚腸骨棘部 ¹⁾	108.0	66.0	163.6	**
B1 身長	1591.3	1714.0	92.8	**	H3 皮脂厚上腕三頭筋 ¹⁾	160.0	75.0	213.3	**
B2 内眼角高	1476.3	1596.4	92.5	**	H4 皮脂厚下腿内側 ¹⁾	128.0	60.0	213.3	**
B8 頸椎高	1349.4	1456.4	92.7	**	I1 座高	867.6	926.0	93.7	**
B12 臍高	925.1	1003.6	92.2	**	I9 座位肘頭高	243.7	254.2	95.9	**
B13 上前腸骨棘高	847.2	933.4	90.8	**	I10 座位大腿厚	143.1	150.0	95.4	**
B15 転子高	814.5	875.7	93.0	**	I11 座位転子高	70.3	71.2	98.7	ns
B19 肩峰高	1277.7	1380.1	92.6	**	I13 座位膝関節高	428.6	466.8	91.8	**
B24 膝蓋骨中央高	420.3	457.8	91.8	**	I14 座位膝蓋骨上縁高	475.5	519.7	91.5	**
B25 脛骨上縁高	404.8	442.0	91.6	**	I15 座位膝窩高	388.2	418.9	92.7	**
B27 肘頭高	964.6	1042.6	92.5	**	J2 座位殿幅	357.9	345.7	103.5	**
B28 上肢挙上指先端高	1966.7	2149.8	91.5	**	J3 座位膝間距離	205.2	208.4	98.5	*
C1 指極	1573.9	1720.2	91.5	**	J5 座位殿・膝蓋距離	541.6	574.0	94.4	**
C2 前方腕長	754.2	819.9	92.0	**	J6 座位殿・膝窩距離	438.6	465.4	94.2	**
C6 上肢長	672.8	735.3	91.5	**	J9 座位殿・転子距離	80.1	128.0	62.6	**
C10 肩峰・肘頭距離	311.2	340.6	91.4	**	J11 大腿骨顆間幅	88.5	96.1	92.1	**
C11 前方前腕長	413.5	452.5	91.4	**	K2 座位殿囲	970.0	971.1	99.9	ns
C15 背面・肩峰（下垂）	73.7	77.6	95.0	*	K3 座位上部大腿囲	536.0	535.7	100.1	ns
C17 壁面・手首	243.7	276.6	88.1	**	L5 第三指長	72.8	79.6	91.5	**
D2 肩幅	407.8	456.2	89.4	**	L7 第三指背側長	87.7	99.1	88.5	**
D6 殿幅	330.7	327.8	100.9	ns	L8 上腕骨顆間幅	53.6	66.6	80.5	**
D7 肩峰幅	358.8	397.5	90.3	**	L9 茎状突起間幅	50.6	56.1	90.2	**
D8 胸部横径	233.5	261.1	89.4	**	L10 手幅	73.0	82.1	88.9	**
D9 腸骨稜幅	263.0	272.2	96.6	**	L14 第二指近位関節幅	15.7	17.1	91.8	**
D10 大転子間幅	318.2	306.7	103.7	**	L15 第二指遠位関節幅	13.2	17.3	76.3	**
D12 肘間幅	367.0	414.7	88.5	**	L16 手厚	24.1	27.5	87.6	**
D13 肩甲骨下角間幅	163.8	194.7	84.1	**	L17 握り内径	42.4	48.6	87.2	**
D14 前腕最大幅	84.2	92.6	90.9	**	L19 握り最大径	90.3	100.7	89.7	**
D15 大腿幅	163.4	165.2	98.9	ns	M1 果間幅	66.8	73.4	91.0	**
D16 膝幅	101.8	107.6	94.6	**	M3 内果端高	65.9	67.5	97.6	**
D17 下腿最大幅	104.3	113.0	92.3	**	M5 外果端高	51.2	54.7	93.6	**
D18 下腿最小幅	53.6	58.6	91.5	**	M7 ボール高	31.3	34.1	91.8	**
E3 胸部厚径	166.2	193.0	86.1	**	M9 第一指高	19.1	19.9	96.0	**
E4 臍位腹部厚径	169.8	188.2	90.2	**	M10 第一指関節高	19.7	22.9	86.0	**
E5 腹部厚径（最前方）	193.7	197.2	98.2	ns	M11 足囲	232.0	249.5	93.0	**
E9 膝厚	115.3	117.6	98.0	**	M17 足幅（斜め）	93.2	101.2	92.1	**
E10 下腿最大厚	105.4	110.9	95.0	**	M18 足長（全履協）	233.2	253.9	91.8	**
E11 下腿最小厚	71.2	73.5	96.9	**	M20 内不踏長	172.1	185.6	92.7	**
F1 頸囲	306.5	356.3	86.0	**	M28 踵幅	60.8	63.8	95.3	**
F4 肩囲	993.1	1100.2	90.3	**	N1 体重	52.6	63.3	83.1	**
F8 上部胸囲（静時）	825.7	920.1	89.7	**					

* : p<0.05, ** : p<0.01, ns : 有意差なし, 1) : 中央値

た。手と上肢では、関節部の幅が76～92%、指の長さでは87～92%程度であった。なお、座位殿・転子距離(J9)の値は62.6%と小さく、転子点の決定のしかたが男女で異なっていた可能性がある。

以上のように、身体の部位によって性差の大きさが異なることから、身体プロポーションや体形の性差が生じる。また、皮下脂肪の厚さの性差が非常に大きいことから推測できるとおり、体表面のなめらかさや柔らかさにも性差が生じる。

3. 既存資料との比較結果

1) 職業による差異(航空自衛隊員との比較)

肉体的訓練を受ける職業についている者を一般人の代表とみなしてさしつかえないかどうかを検討するため、今回の青年群被験者と航空自衛隊員(JASDF 1)の結果とを比較した。男子航空自衛隊員の職業はパイロットである。

1988年に計測された航空自衛隊員の平均年齢は男子29.5歳、女子20.5歳であるのに対して、1991、92年に計測した今回の被験者の平均年齢は男子22.7歳、女子21.6歳である。したがって、女子については時代変化および年齢差の効果を考慮する必要はないが、男子については、年齢で7歳、出生年で見ると10年ほど差があるため、時代変化と加齢による効果の影響がある可能性がある。

表6-3に、主な項目に関する平均値の比較結果を示す。比較した70項目中、男子では43項目に、女子では40項目に1%水準で有意差がみられた。ただし、その項目は男女で必ずしも一致しない。特に、顔部の項目には一定の傾向がみられない。

四肢および体幹の項目については、男子では、今回の被験者のほうが、身長を含む立位高さの項目、および上・下肢の長さによって決まる項目では大きく、体幹の幅、厚み、四肢および体幹の周長、体重では小さい傾向がある。一方、女子では、今回の被験者のほうが、身長を含む立位高さの項目では平均値は大きい、差は有意ではない。また体幹の幅、厚み、四肢および体幹の周長、体重では有意に小さい傾向がある。

骨格フレームという点からいうと、今回の男子被験者より航空自衛隊員のほうが小さい。しかし航空自衛隊員の生年は今回の被験者より約10年早く、その身長は同じ時期に生まれた一般人と大差がない。したがって、この差は職業の差によるのではなく、生年が異なるための差と考えられる。

太りぐあいを示す体重、幅径、周長などは、長骨の伸びがとまった後も変化するが、時代差、年齢差を無視できる女子のデータで有意差があることから、2群間には差があり、今回の被験者のほうが細身と考えられる。また、皮下脂肪厚については、航空自衛隊員のデータがないため、2群間の太りぐあいの差が、筋骨格系の発達によるのか、皮下脂肪によるのかという体組成の違いまで検討することはできない。しかし航空自衛隊員のほうが筋が発達していると考えるのが自然であろう。

骨格の頑丈さは骨端部(骨の関節部)の大きさや骨の太さで表される。上腕骨や大腿骨の骨端部幅径についての航空自衛隊員のデータがないため、比較することができない。しかし、足についてみると、足長では2群で差がないが、今回の被験者のほうが大きいにもかかわらず、手幅、足幅のように骨端部の大きさに依存する項目では、航空自衛隊員のほうが大きいことから、骨格の頑丈さには2群で差があり、航空自衛隊員のほうが頑丈だと考えられる。

座位膝窩高(I15)は、男子では航空自衛隊員のほうが小さいのに、女子では逆に航空自衛隊員のほうが大きい。この寸法は座面の高さの目安として重要であり、人間工学のための人体計測では必ず採用される項目であるが、大腿をほぼ水平にするときの姿勢の決め方を統一することが予想外に難しかったのかもしれない。

以上、平均値の比較結果からみて、今回の被験者は航空自衛隊員に比べてほっそりとした体形をしていると結論できる。男子の場合は年代差、年齢差によって両群の違いの一部は説明できるが、男女とも自衛隊員は一般人よりも筋骨格系の発達がよいと推測できる。

2) 人種差(アメリカ白人との比較)

体格、体形、プロポーションに、明瞭な人種差(民族差)があることはよく知られている。

日本では第二次世界大戦後、急速に高身長化が進み、最近では青年層の平均身長がかなり高くなっ

表6-3 青年群とJASDF1データとの比較 (単位mm) Comparison with JASDF1 data (young adults)

項目	男子 Male			女子 Female		
	今回	操縦者	t検定	今回	婦人自衛官	t検定
A1 頭長	189.6	191.2	*	180.3	177.3	**
A2 頭幅	161.9	162.4	ns	153.8	151.1	**
A26 後頭・外眼角距離	168.8	168.6	ns	162.8	162.8	ns
A27 後頭・耳珠距離	89.1	92.5	**	85.6	85.8	ns
A36 全頭高	238.7	238.8	ns	228.9	219.4	**
A37 頭囲	569.9	572.1	ns	545.7	549.1	**
B1 身長	1714.0	1694.7	**	1591.3	1583.8	ns
B3 耳珠高	1579.6	1562.5	**	1460.3	1452.9	ns
B8 頸椎高	1456.4	1436.4	**	1349.4	1348.7	ns
B12 臍高	1003.6	987.2	**	925.1	930.4	ns
B19 肩峰高	1380.1	1372.8	ns	1277.7	1279.1	ns
B22 指先端高	643.7	647.8	ns	605.4	607.6	ns
B24 膝蓋骨中央高	457.8	448.1	**	420.3	416.6	ns
B27 肘頭高	1042.6	1036.5	ns	964.6	966.9	ns
B28 上肢挙上指先端高	2149.8	2096.9	**	1966.7	1975.8	ns
C1 指極	1720.2	1694.7	**	1573.9	1579.3	ns
C2 前方腕長	819.9	811.7	**	754.2	761.0	*
C10 肩峰・肘頭距離	340.6	338.0	ns	311.2	314.6	*
C11 前方前腕長	452.5	448.5	*	413.5	416.0	ns
C15 背面・肩峰距離	77.6	95.0	**	73.7	87.4	**
D2 肩幅	456.2	459.2	ns	407.8	418.7	**
D6 殿幅	327.8	321.6	**	330.7	314.8	**
D7 肩峰幅	397.5	396.1	ns	358.8	366.6	**
D9 腸骨稜幅	272.2	289.2	**	263.0	284.1	**
E2 胸部厚径	211.8	216.6	**			
E2-2 胸部厚径 (女子)				211.7	215.3	*
E6 殿部厚径	230.7	224.1	**	207.2	217.9	**
F2 最大頸囲	359.1	368.2	**	302.2	316.1	**
F4 肩囲	1100.2	1121.2	**	993.1	992.8	ns
F5 胸囲 (静時)	887.1	911.4	**			
F5-2 胸囲 (静時) (女子)				833.0	865.5	**
F11 最小胸囲				642.2	650.0	ns
F12 腹囲	779.1	829.3	**			
F14 殿囲	902.6	922.1	**	898.4	918.7	**
F16 大腿囲 (殿溝)	535.7	552.8	**	526.8	548.0	**
F18 大腿最小囲	380.5	386.3	*	376.0	410.6	**
F20 下腿最大囲	362.3	373.5	**	338.1	355.1	**
F21 下腿最小囲	219.4	219.8	ns	204.4	210.2	**
F22 体幹垂直囲	1571.4	1618.1	**	1481.2	1504.9	**
F23 上部上腕囲	298.9	306.3	**	270.1	280.0	**
F26 前腕最大囲	259.2	265.4	**	228.1	237.1	**
F29 手囲	201.5	204.4	**	183.4	181.9	*
F31 上腕屈曲囲	295.0	304.6	**	264.6	273.5	**
I1 座高	926.0	913.3	**	867.6	855.0	**
I3 座位肩峰高	593.5	590.3	ns	554.2	550.7	ns
I9 座位肘頭高	254.2	252.3	ns	243.7	236.1	**
I10 座位大腿厚	150.0	157.6	**	143.1	145.3	*
I15 座位膝窩高	418.9	402.2	**	388.2	372.4	**
J2 座位殿幅	345.7	350.4	**	357.9	358.0	ns
J5 座位殿・膝蓋距離	574.0	568.8	*	541.6	550.4	**
L5 第三指長	79.6	78.2	**	72.8	74.9	**
L10 手幅	82.1	84.8	**	73.0	74.7	**
L17 握り内径	48.6	44.0	**	42.4	41.3	**
M7 ボール高	34.1	35.7	**	31.3	32.2	**
M11 足囲	249.5	250.7	ns	232.0	232.7	ns
M17 足幅 (斜め)	101.2	104.4	**	93.2	95.7	**
M18 足長 (全履協)	253.9	251.5	*	233.2	231.8	ns
M20 内不踏長	185.6	184.7	ns	172.1	167.1	**
N1 体重 (kg)	63.3	66.6	**	52.6	54.2	**

*: p<0.05, **: p<0.01, ns: 有意差なし

た．このため人種差も小さくなったのではないかと推測されることもある．しかし，時代変化は日本だけで起こっているわけではなく，アジア，アメリカ，ヨーロッパ各国で同時に進行してきたことが報告されている（Eveleth and Tanner, 1990；木村, 1979）．1950年代以降，アメリカでは上流階層で高身長化がとまりつつあるという報告が出てから久しいが（Damon, 1968），現実にはこの40年の間にかなり身長が伸びている（Bock and Sykes, 1989）．また1980年代に入って，スカンジナビア諸国とオランダでは高身長化がとまったが，その他のヨーロッパ諸国ではいまだに増加し続けている（Schmidt, et al., 1995）．

比較に用いたアメリカ空軍関係者のデータは，男子が1950年，女子が1968年の計測で，今回のデータよりかなり古い．また，年齢幅はアメリカ人被験者のほうが広く，平均年齢も高い．特に，男子は航空自衛隊員と同様，肉体的訓練の影響を受けている可能性が高い．したがって今回の比較結果は，現時点における日本人とアメリカ白人との差を，時代変化の観点からみれば過小評価することになり，被験者の性質という観点からみれば過大評価することになる．以下の比較結果は，これらの点を考慮して評価しなければならない．

表6-4に，主な項目に関するアメリカ空軍関係者と今回の被験者の平均値の比較結果を示す（皮下脂肪厚については中央値）．

表6-4 青年群とUSAFデータの比較（単位：mm） Comparison with USAF data (young adults)

項目	男子 Male			女子 Female		
	今回	USAF	t検定	今回	USAF	t検定
A1 頭長	189.6	197.1	**	180.3	184.1	**
A2 頭幅	161.9	154.1	**	153.8	145.2	**
A7 頬弓幅	146.5	140.9	**	139.0	129.0	**
A9 瞳孔間幅	61.9	63.3	**			
A10 内眼角幅	34.9	31.7	**			
A12 鼻幅	36.2	33.4	**	33.1	31.9	**
A13 口裂幅	47.6	51.6	**	43.5	43.8	ns
A14 全赤唇高	20.6	16.2	**			
A26 後頭・外眼角距離	168.8	172.1	**	162.8	163.7	ns
A27 後頭・耳珠距離	89.1	102.3	**	85.6	101.7	**
A33 頭耳高	138.6	129.7	**	131.8	127.3	**
A39 耳珠間頭頂弧長	373.8	351.4	**	362.1	339.2	**
A40 耳珠間オトガイ弧長	325.6	324.5	ns			
B1 身長	1714.0	1755.4	**	1591.3	1621.0	**
B3 耳珠高	1579.6	1623.6	**			
B8 頸椎高	1456.4	1500.7	**	1349.4	1392.0	**
B17 殿溝高	748.7	801.8	**	692.3	727.0	**
B20 橈骨点高	1065.9	1104.8	**			
B23 中指指節高	735.4	762.9	**			
B25 脛骨上縁高				404.8	419.8	**
C1 指極	1720.2	1798.3	**			
C2 前方腕長	819.9	878.6	**			
C4 機能的前方腕長	771.0	821.2	**	682.2	741.3	**
C11 前方前腕長	452.5	479.1	**			
D2 肩幅	456.2	(454.1)		407.8	(418.7)	
D4 胸部横径	288.7	305.6	**			
D4-2 胸部横径(女子)				264.4	279.9	**
D6 殿幅	327.8	334.5	**	330.7	349.7	**
D7 肩峰幅	397.5	(400.1)		358.8	358.4	ns
D12 肘間幅	414.7	438.9	**			
E2 胸部厚径	211.8	230.1	**			
E6 殿部厚径	230.7	223.7	**	207.2	211.5	*
F1 頸囲	356.3	380.0	**			
F4 肩囲	1100.2	1149.4	**	993.1	1004.1	**
F5 胸囲(静時)	887.1	985.5	**			
F14 殿囲	902.6	959.7	**			

* : p<0.05, ** : p<0.01, ns : 有意差なし, 1) : 中央値(単位: 0.1mm)

表6-4 続き

項目	男子 Male			女子 Female		
	今回	USAF	t検定	今回	USAF	t検定
F16 大腿囲(殿溝)	535.7	568.6	**	526.8	554.8	**
F18 大腿最小囲	380.5	440.1	**			
F20 下腿最大囲	362.3	365.7	*	338.1	341.4	*
F21 下腿最小囲	219.4	226.8	**	204.4	210.9	**
F22 体幹垂直囲	1571.4	1646.3	**	1481.2	(1544.3)	
F23 上部上腕囲	298.9	318.5	*	270.1	274.4	*
F27 前腕最小囲	167.7	173.9	**			
F29 手囲				183.4	183.2	ns
F31 上腕屈曲囲	295.0	324.9	**	264.6	267.9	ns
H1 皮脂厚肩甲骨下角部 ¹⁾				154.0	117.0	**
H3 皮脂厚上腕三頭筋部 ¹⁾				160.0	187.0	**
H4 皮脂厚下腿内側部 ¹⁾				128.0	157.0	**
I1 座高	926.0	912.8	**	867.6	856.0	**
I2 座位内眼角高	800.4	799.4	ns			
I9 座位肘頭高	254.2	231.6	**	243.7	227.1	**
I10 座位大腿厚				143.1	124.4	**
I14 座位膝蓋骨上縁高	519.7	550.4	**			
I15 座位膝窩高	418.9	431.0	**	388.2	410.5	**
J2 座位殿幅	345.7	354.9	**			
J5 座位殿・膝蓋距離	574.0	600.0	**	541.6	574.3	**
L8 上腕骨顆間幅				53.6	61.3	**
L10 手幅	82.1	88.3	**	73.0	75.5	ns
L17 握り内径	48.6	48.2	ns			
L19 握り最大径	100.7	103.9	**			
M11 足囲	249.5	245.2	**			
M19 足長(DIN)	254.1	266.8	**	233.2	240.7	**
M27 足幅(DIN)	98.5	96.5	**	92.7	88.7	**
N1 体重(kg)	63.3	74.2	**	52.6	57.7	**

* : p<0.05, ** : p<0.01, ns : 有意差なし, 1) : 中央値(単位: 0.1mm)

頭顔部については、日本人のほうがアメリカ白人に比べて前後径が小さいのに対し(A1, A26, A27), 幅径(A2, A7)および高さ(A33, A39)は日本人のほうが大きい。すなわち、たとえばヘルメットの設計などに関連する頭部の形状、寸法には明瞭な差異がある。また、顔つきの特徴を決める鼻や眼もと、口もとに関する項目にも有意な差がある(A9, A10, A12, A13, A14)。

身体の寸法については、計測年度が大きく異なるにもかかわらず、全体に日本人のほうが小さい。身長(B1)の差は、男子で4cm、女子で3cmである。下肢の長さを反映する殿溝高(B17)は、男子で約5cm、女子で約3.5cm、日本人のほうが小さい。上肢の長さを反映する機能的前方腕長(C4)も、男子で約5cm、女子で約6cm、日本人のほうが小さい。一方、座高(I1)は、逆に日本人のほうが男女とも約1cm高い。このように、上下方向の骨格フレームのプロポーションの差は非常に明瞭である。

体重は、男子で約9kg、女子で約5kg、日本人のほうが少ない。これに対応して胸部、腰部の幅と厚み(D2, D6, E2, E6)、四肢・体幹の周長(F1~F31)も、日本人のほうが小さい。ただし、肩部の幅(D2, D7)の差は小さいようである。皮下脂肪厚については、アメリカ空軍の女子のデータしかないが、中央値の差はすべて有意で、体幹部では日本人のほうが、四肢ではアメリカ人のほうが厚い。

骨格の頑丈さについては、骨端部のサイズに関する項目が少ないため、明確なことは言いえない。上腕骨顆間幅(L8)(女子のみ)は日本人のほうが小さく、手幅(L10)は差がないが、日本人のほうが小さい。

足に関しては、足囲(M11)と足幅(M27)は日本人のほうが大きいにもかかわらず、足長(M19)はアメリカ人のほうが大きいことから、アメリカ人のほうが足が細長いというプロポーションの差があることがわかる。

座面に関連する項目は、座位膝窩高(I15)、座位肩甲骨下角高(I5)、座位殿幅(J2)とも日本人のほうが小さい。しかし、肘かけの高さに関連する座位肘頭高(I9)は、日本人のほうが約2cm高い。これは上

肢が短く座高が高いというプロポーションの違いを反映している。大腿の厚み(I10)（女子のみ）も、日本人のほうが大きいようである。

以上、平均値の比較結果からみて、日本人とアメリカ白人の間には、全身のサイズとプロポーションに明瞭な差があり、頭顔部にも形状とサイズに明瞭な差がある。さらに、おそらく体組成や体形にも差があると考えられる。これらの差は、製品設計にも深く関わってくるであろう。

3) 青年群の時代差

青年群における時代差を検討するため、皮産連（JLIA・1987）、学生（Hoshi・1977, 79）、衣料規格（JIS・1978～81）、製科研（IPRI 67・1967）を用いた。どの資料の被験者も、年齢は今回の被験者とはほぼ等しい。表6-5～8に、各資料の主な項目との比較結果を示す。

(1) 皮産連（JLIA・表6-5）

JLIA（1987）のデータは、靴型設計に関する項目に限られる。計測年はほぼ等しいが、足のサイズには差があり、今回の被験者のほうが全体的にやや大きかった。足長の差は、男子で約4mm、女子で約6mmあり、靴でいえば1サイズの違いに相当する。ただし、今回の被験者のほうが身長が高いため、この差はある程度説明できよう。なお、つま先部の先ずばまりの程度という足の形状を反映する第一指側角度(M30)、第五指側角度(M31)については、2資料間に差がなかった。

表6-5 青年群とJLIAデータとの比較（単位：mm） Comparison with JLIA data (young adults)

項目	男子 Male			女子 Female		
	今回	JLIA	t検定	今回	JLIA	t検定
M5 外果端高	54.7	51.0	**	51.2	45.6	**
M11 足囲	249.5	248.5	**	232.0	224.8	**
M12 インステップ囲	247.9	250.7	**	227.2	224.0	**
M18 足長（全履協）	253.9	251.8	**	233.2	229.8	**
M20 内不踏長	185.6	183.4	**	172.1	166.7	**
M21 外不踏長	163.1	161.3	**	148.8	146.1	**
M25 足幅（全履協）	100.7	102.1	**	95.3	92.6	**
M28 踵幅	63.8	65.8	**	60.8	59.3	*
M29 ボール角度（度）	77.3	77.4	ns	76.0	77.2	**
M30 第一指側角度（度）	8.6	8.5	ns	11.6	11.1	ns
M31 第五指側角度（度）	12.4	13.1	ns	11.8	12.1	ns

* : p<0.05, ** : p<0.01, ns : 有意差なし

表6-6 青年群被験者とJISデータとの比較（単位：mm） Comparison with JIS data (young adults)

項目	男子 Male			女子 Female		
	今回	JIS	t検定	今回	JIS	t検定
A37 頭囲	569.9	569.4	ns	545.7	546.1	ns
B1 身長	1714.0	1687.5	**	1591.3	1559.0	**
B13 上前腸骨棘高	933.4	913.2	**	847.2	843.4	ns
B18 股下高	783.3	764.1	**	714.5	702.2	**
B25 脛骨上縁高	442.0	430.4	**	404.8	391.8	**
F1 頸囲	356.3	355.1	ns			
F3 頸付根囲	433.6	410.5	**	383.0	368.3	**
F5 胸囲（静時）	887.1	861.3	**			
F13 腹囲（最前方突出位）	771.5	781.1	ns	799.2	791.1	*
F17 大腿囲	528.9	512.2	**	527.9	515.8	**
F20 下腿最大囲	362.3	353.7	**	338.1	340.1	ns
F24 腕付根囲	423.2	398.0	**	377.6	358.3	**
F29 手囲	201.5	198.8	**	183.4	177.6	**
M18 足長（全履協）	253.9	247.1	**	233.2	226.2	**
M26 ボール幅	98.2	100.2	**	92.5	91.4	**
N1 体重（kg）	63.3	60.2	**	52.6	50.3	**

* : p<0.05, ** : p<0.01, ns : 有意差なし

(2) 衣料規格 (JIS . 表6-6) , 学生 (Hoshi . 表6-7)

JIS (1978 ~ 81) および Hoshi (1977, 79) のデータと比較すると, 過去十数年間の平均身長伸びは男子で 2.5cm, 女子で 2.5 ~ 3.0cm である. 頭耳高(A33)の差から判断して, 身長伸びに対する頭部の寄与は, 仮にあったとしても数ミリにすぎない. 上肢長(C6), 上前腸骨棘高(B13), 股下高(B18), 脛骨上縁高(B25)など, 四肢の長骨に依存する項目の伸び量からみて, 身長増加のうちのかなりの部分が下肢の伸びによるものと考えられる.

男子では, 腸骨稜幅(D9)と胸部矢状径(E1)以外の大部分の項目で寸法が増えていることから, 骨格フレームが全体として大きくなり, 肉づきもよくなっているといえるが, 骨端部(関節部)のサイズには変化がないか, 減少している(J11, L8, L9, M1). 皮下脂肪厚は下腿内側部以外は増えている.

女子では, Hoshi のデータとの比較では体重が変化していない. 男子と同様, 肩峰幅(D7)は増えているが, 腸骨稜幅(D9)は減っている. また, 体幹部の周長のうち最小胴囲(F11), 殿囲(F14)には変化がなく, 臍位腹囲(F9), 下腿最大囲(F20), 下腿最小囲(F21)は減少している. 皮下脂肪厚については, 肩甲骨下角部(H1)と下腿内側部(H4)では減少している. これは, 体重は増えずに身長が増加したぶん, 相対的に全身が細身になったためと考えられ, この効果は上半身よりも下半身に明瞭に表れているようである.

表 6-7 青年群被験者と Hoshi データとの比較 (単位: mm) Comparison with Hoshi data (young adults)

項目	男子 Male			女子 Female		
	今回	保志他	t検定	今回	保志他	t検定
A1 頭長	189.6	186.0	**	180.3	177.5	**
A2 頭幅	161.9	156.4	**	153.8	152.2	**
A7 頬弓幅	146.5	144.2	**	139.0	137.5	**
A17 鼻下・オトガイ高	74.0	75.9	**			
A33 頭耳高	138.6	132.1	**	131.8	129.3	**
A36 全頭高	238.7	234.6	**	228.9	224.6	**
B1 身長	1714.0	1688.7	**	1591.3	1564.5	**
B13 上前腸骨棘高	933.4	898.3	**	847.2	824.7	**
B25 脛骨上縁高	442.0	426.2	**	404.8	397.4	**
C6 上肢長	735.3	725.0	**	672.8	663.6	**
C7 上腕長	313.0	314.9	ns	288.7	289.2	ns
C8 前腕長	251.6	241.6	**	228.6	221.0	**
D4 胸部横径	288.7	276.2	**			
D6 殿幅	327.8	311.8	**	330.7	324.3	**
D7 肩峰幅	397.5	389.1	**	358.8	351.2	**
D8 胴部横径	261.1	255.5	**	233.5	222.1	**
D9 腸骨稜幅	272.2	273.2	ns	263.0	269.0	**
E1 胸部矢状径	185.8	188.5	ns			
F1 頸囲	356.3	349.4	**	306.5	302.8	*
F5 胸囲(静時)	887.1	860.8	**	833.0		
F9 臍位腹囲	746.9	721.0	**	711.3	729.6	**
F11 最小胴囲	734.4	720.3	*	642.2	648.2	ns
F14 殿囲	902.6	892.6	*	898.4	904.5	ns
F17 大腿囲	528.9	514.3	**	527.9	518.0	*
F20 下腿最大囲	362.3	357.1	*	338.1	350.8	**
F21 下腿最小囲	219.4	214.4	**	204.4	208.5	**
F26 前腕最大囲	259.2	248.6	**	228.1	218.1	**
F27 前腕最小囲	167.7	162.6	**	153.8	147.6	**
H1 皮脂厚肩甲骨下角部 ¹⁾	101.5	92.0	**	154.0	163.0	*
H3 皮脂厚上腕三頭筋部 ¹⁾	75.0	65.0	**	160.0	144.5	**
H4 皮脂厚下腿内側部 ¹⁾	60.0	59.5	ns	128.0	143.5	**
J11 大腿骨顆間幅	96.1	98.7	**	88.5	98.3	**
L8 上腕骨顆間幅	66.6	66.6	ns	53.6	56.9	**
L9 茎上突起間幅	56.1	57.2	**	50.6	50.3	ns
L10 手幅	82.1	81.5	ns	73.0	70.8	**
M1 果間幅	73.4	72.6	ns	66.8	64.7	**
M17 足幅(斜め)	101.2	102.1	ns	93.2	91.6	**
N1 体重(kg)	63.3	61.3	*	52.6	52.7	ns

* : p<0.05, ** : p<0.01, ns : 有意差なし, 1) : 中央値(単位: 0.1mm)

(3) 製科研 (IPRI 67 . 表6-8)

IPRI 67の男子被験者は、4章で述べたとおり、全国平均と比べてかなり小柄である。したがって、これを基準に身長伸びを判断すると、時代変化の絶対量を過大評価することになる(男子7.7cm, 女子5.3cm)。この身長伸びと座高伸び(男子2.7cm, 女子1.7cm)を比べると、体幹部よりも下肢の長さ伸びのほうが大きく、相対的に下肢が長くなる方向に、男女ともプロポーションが変化したことがわかる。

2資料間に有意差がない、あるいは今回の被験者のほうが寸法が小さい項目として、男女とも全頭高(A36)、大転子間幅(D10)、肘間幅(D12)、座位肘頭高(I9)、足幅(M16)をあげることができる。これに対して、長骨の長さ依存する寸法項目と肩峰幅(D7)は大きくなっている。すなわち、相対的に足が細身になり、腰の幅が狭くなるようにプロポーションが変化した。また、体重の増加量は女子では少ないことから(1.6kg, 5%水準で有意差)、体型がやせ型になっていることがわかる。

以上、今回の青年群被験者を既存資料と比較した結果、過去25年の間に、男女とも全身的な骨格フレームが大型化し、相対的に下肢が長くなる、足が細身になるなどのプロポーションの変化が起こっていることがわかった。寸法変化の多くは統計的に有意であるだけでなく、その変化の大きさは、衣服や靴など直接身につける製品だけでなく、作業空間や装備・備品の設計寸法の変更を考えねばならないほどである。

さらに、1967年に20歳代前半であった被験者は、約25年を経た現在、まだ40歳代後半であり、現役で活躍していることから、労働作業現場の空間や設備の設計においては、時代変化がないと仮定したときよりも大きな調節可能範囲を想定する必要があるといえよう。

4) 高齢者群の時代差

比較資料として、1981年に計測された衣料規格(JIS)のデータを用いた。結果を表6-9に示す。

JISデータの高齢者群被験者(60歳以上の男子54名, 女子77名)は人数が少ないうえ、年齢幅が広いためにばらつきが大きい。また、加齢による変化には個人差が大きい。さらに、比較した2資料の計測年の差が10年程度しかないため、被験者の生年はかなり重なっているものと考えられる。実際、身長を含む多くの項目で有意差がみられなかった。高齢者群における時代変化を調べるためには、被験者数だけでなく、年齢幅、居住地区(都市, 農村など)、職歴などを考慮したサンプリングを行う必要がある。

表6-8 青年群被験者とIPRI67データとの比較(単位:mm) Comparison with IPRI67 data (young adults)

項目	男子 Male			女子 Female		
	今回	IPRI67	t検定	今回	IPRI67	t検定
A36 全頭高	238.7	240.5	ns	228.9	228.2	ns
B1 身長	1714.0	1637.0	**	1591.3	1538.2	**
B8 頸椎高	1456.4	1385.1	**	1349.4	1301.1	**
B19 肩峰高	1380.1	1317.5	**	1277.7	1237.3	**
B22 指先端高	643.7	620.1	**	605.4	585.4	**
B24 膝蓋骨中央高	457.8	428.7	**	420.3	388.8	**
C2 前方腕長	819.9	790.0	**	754.2	746.4	ns
C11 前方前腕長	452.5	435.9	**	413.5	403.3	**
D7 肩峰幅	397.5	387.9	**	358.8	348.7	**
D10 大転子間幅	306.7	308.1	ns	318.2	320.8	ns
D12 肘間幅	414.7	414.0	ns	367.0	384.5	**
I1 座高	926.0	899.0	**	867.6	850.8	**
I9 座位肘頭高	254.2	258.6	ns	243.7	256.3	**
J5 座位殿・膝蓋距離	574.0	546.0	**	541.6	528.5	**
M15 足長	254.4	243.3	**	232.7	226.0	**
M16 足幅	99.4	98.3	ns	90.4	89.7	ns
N1 体重(kg)	63.3	56.8	**	52.6	51.0	*

* : p<0.05, ** : p<0.01, ns : 有意差なし

5) 加齢による変化

加齢による人体寸法の変化を調べるためには、本来、個人追跡を行うべきである。ここでは比較資料として、製科研 (IPRI 67, 1976) データのうち40~49歳のグループの結果 (男子100名, 女子79名) を用い、横断的なデータから加齢による差異を検討した。1976年に40~49歳であった被験者は1990年には63~72歳となっており、今回の高齢者群とほぼ同世代とみなすことができる。結果を表6-10に示す。

これらの資料がその年代の母集団を代表するに適切であるという保証はないが、比較結果から以下の点を指摘することができる。すなわち、身長については今回の被験者のほうが (男子12.3mm, 女子32.7mm) 低い。この差が高齢化による身長低下によるものとするれば、それは主として座高の変化によるもので、下肢の長さが縮んだためではない。これは、体幹部の大きさを表す座高 (I1) を比べると、今回の被験者のほうが (男子13.1mm, 女子36.8mm) 小さいのに対し、下腿の長さを表す膝蓋骨中央高 (B24) は、男子では差がなく、女子では今回の被験者のほうが (18.3mm) 大きいことから判断できる。

表6-9 高齢者群被験者とJISデータとの比較 (単位: mm) Comparison with JIS data (elderlies)

項目	男子 Male			女子 Female		
	今回	JIS	t検定	今回	JIS	t検定
A37 頭囲	562.6	555.8	*	539.2	549.6	**
B1 身長	1589.0	1589.3	ns	1467.8	1487.1	ns
B13 上前腸骨棘高	868.4	858.2	ns	784.7	807.3	**
B18 股下高	707.3	721.2	ns	644.2	653.6	ns
B25 脛骨上縁高	405.0	393.4	**	378.3	364.7	**
F1 頸囲	358.0	359.2	ns			
F3 頸付根囲	421.1	403.6	**	378.5	375.5	ns
F5 胸囲 (静時)	881.4	864.9	ns			
F13 腹囲 (最前方突出位)	835.8	816.9	ns	898.8	911.9	ns
F17 大腿囲	479.5	467.2	ns	489.3	497.8	ns
F20 下腿最大囲	335.2	332.2	ns	317.7	326.0	ns
F24 腕付根囲	424.9	393.1	**	385.2	383.3	ns
F29 手囲	199.8	200.6	ns	190.6	184.0	**
M18 足長 (全履協)	242.2	236.7	*	227.5	222.7	**
M26 ボール幅	97.7	98.0	ns	95.4	95.4	ns
N1 体重 (kg)	56.2	55.2	ns	50.7	53.2	ns

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, ns : 有意差なし

表6-10 高齢者群被験者とIPRI67データとの比較 (単位: mm) Comparison with IPRI67 data (elderlies)

項目	男子 Male			女子 Female		
	今回	IPRI67	t検定	今回	IPRI67	t検定
A36 全頭高	230.5	238.1	**	224.1	227.2	ns
B1 身長	1589.0	1601.3	ns	1467.8	1500.5	**
B8 頸椎高	1350.5	1357.2	ns	1249.1	1270.4	*
B19 肩峰高	1288.1	1297.2	ns	1181.0	1203.4	**
B22 指先端高	589.8	598.8	ns	537.4	575.2	**
B24 膝蓋骨中央高	423.6	423.6	ns	394.7	376.4	**
C2 前方腕長	785.5	796.1	*	743.8	737.6	ns
C11 前方前腕長	432.0	437.7	*	398.0	391.8	**
D7 肩峰幅	369.6	374.9	ns	339.3	341.7	ns
D10 大転子間幅	298.4	309.2	**			
D12 肘間幅	422.3	421.1	ns	397.0	399.9	ns
I1 座高	861.8	874.9	**	794.7	831.5	**
I9 座位肘頭高	235.2	243.9	*	196.0	257.7	**
J5 座位殿・膝蓋距離	537.3	537.9	ns	517.9	515.1	ns
M15 足長	242.3	243.1	ns	225.9	221.9	*
M16 足幅	99.7	98.3	ns	91.5	89.9	ns
N1 体重 (kg)	56.2	56.1	ns	50.7	49.8	ns

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, ns : 有意差なし

4. 項目間の関連

ここでは、定義が互いによく似た項目間の関連について述べる。このような項目のペアとしては、計測時の条件（姿勢、呼吸など）が多少異なるペア、同じ部位の寸法ではあっても、2点間の距離を直接測るものと引き算で求めるもののペア、投影長を計測する場合に投影軸が異なるようなペアがある。また、たとえば前方腕長(C2)と握り軸到達距離(C3)のように、一方の項目が他方を含むため、相関が非常に高いのではないかと予測されるペアもある。そこで青年群被験者の結果を用いて、このような計測項目間の差異について検討した。

実際に計測を行う場合、計測者および被験者の負担軽減、あるいは時間的な制約といった点から、一般には今回のように多数の項目が選択されることは、ほとんどない。よく似た項目があれば、どちらか一方を選ばなくてはならないのが現実である。以下の比較結果は、このように計測項目を選択する際の参考になるだけでなく、ゆとり寸法を決めたり、実際の手先の到達域のような、動作時の人間の適応能力を推測する参考にもなるであろう。

1) 姿勢による変化

姿勢の違いや呼吸による身体寸法の変化は、衣服のゆとり量や手先の到達域などと関連する。以下に、青年群被験者について得られた、姿勢による寸法変化について述べる（表6-11）。

(1) 身長（背すじの伸ばし方による変化）

今回の計測時における基準姿勢、背すじを伸ばした自然な立位における身長(B1)は、背を垂直な壁などにつけて測る場合（最大身長(B30)）に比べて、平均して男子で約8mm、女子で約4mm低い。身長(B1)と最大身長(B30)の差は最大で約3cmであった。すなわち同一人でも、壁に背をつけるなどして背すじを伸ばすと平均で4～8mm、最大で3cm身長が伸びる。通常の立位時の身長は、意識して背すじを伸ばすことがないため、今回の身長よりもさらに低いと考えられる。B1とB30の相関は非常に高い（男子0.996、女子0.995）。

(2) 手先の上方到達域（背伸びによる変化）

手先の上方到達域は、つま先立ちをすることにより大きくなる。背伸び上肢拳上指先端高(B29)と上肢拳上指先端高(B28)の差として求めた背伸びによる変化は、平均して約8cmであり、差の最小値は男女とも約3cmであった。すなわち、同一人でも背伸びをすることによって最小で3cm、平均して8cm、手先の上方到達域は高くなる。B28とB29の相関は非常に高い（男子0.983、女子0.973）。

(3) 前方到達域、背幅（両腕をできるだけ前方に伸ばすことによる変化）

最大前方腕長(C5)と前方腕長(C2)の差として求めた前方到達域の増加量の平均値は、男女とも約2cmであった。最小増加量、すなわち同一人の最大前方腕長(C5)と前方腕長(C2)の差の最小値は、男子で2mm、女子で1mmであった。C2とC5の相関は男子で0.886、女子で0.882であった。相関係数0.88という値は高いように思えるかもしれないが、5章で述べたように他方の変数によって説明される分散の割合という観点からみると、必ずしも高くない。

一方、背幅の増加量〔最大背幅(G3) - 背幅(G1)〕の平均値は約9cmである。背幅(G1)と最大背幅(G3)の相関は男女とも0.8程度である（男子0.780、女子0.817）。

(4) 肩峰点位置（上肢を水平前方に伸ばすことによる変化）

背中を壁につけたときの壁面から肩峰点までの距離は、上肢を下垂した状態(C15)と、上肢を水平前方に伸ばした状態(C16)とで異なる。上肢を水平前方に伸ばしたとき、肩峰点は、男子では平均して3.4mm後方に下がるのに対して、女子では平均して12.2mm前方に出る。上肢を前方に伸ばすと肩甲骨が動いて肩峰点の位置が変化すると解釈することもできる。しかし、肩甲骨の動き方が男女で異なることは考えにくい。むしろ、上肢を下垂した状態で決定した肩峰点と、上肢を水平前方に伸ばした状態で決定した肩峰点が異なっており、さらに、水平前方に伸ばした状態での肩峰点の決め方が、男女で違

表6-11 姿勢による寸法の変化(青年群)(単位:mm) Differences due to different postures (young adults)

	項目(姿勢変化)	比較項目	N	Mean	S.D.	Min.	Max.	r
男子	身長(せすじをのばす)	B30 - B1	217	7.9	5.60	-6	27	0.996
	指先端高(つま先立ち)	B29 - B28	217	85.2	16.56	32	150	0.983
	前方腕長(両腕を前に伸ばす)	C5 - C2	213	45.7	19.84	2	118	0.886
	背幅(両腕を前に伸ばす)	G3 - G1	216	91.5	15.43	50	135	0.780
	壁面・肩峰距離(上肢水平前方)	C15 - C16	103	3.4	6.24	-10	21	0.874
	上腕囲(肘を曲げる)	F30 - F24	211	14.4	7.27	-5	40	0.959
	胸囲(息を吸う)	F6 - F5	217	21.5	8.48	1	50	0.987
	膝囲(座る)	K4 - F18	217	11.5	9.63	-14	36	0.879
	体幹垂直囲(座る)	F22 - K1	217	7.6	20.00	-47	62	0.958
	殿幅(座る)	J4 - D6	217	17.8	9.68	-7	47	0.855
	大腿厚径(座る)	E8 - I10	214	18.1	9.61	-5	43	0.781
座位殿幅(足を支える)	J2 - J1	215	5.0	11.76	-29	32	0.838	
女子	身長(せすじをのばす)	B30 - B1	203	4.2	5.30	-6	17	0.995
	指先端高(つま先立ち)	B29 - B28	202	81.7	18.12	33	125	0.973
	前方腕長(両腕を前に伸ばす)	C5 - C2	203	39.3	17.81	1	94	0.882
	背幅(両腕を前に伸ばす)	G3 - G1	141	85.8	12.36	50	111	0.817
	壁面・肩峰距離(上肢水平前方)	C15 - C16	201	-12.2	10.58	-42	23	0.699
	上腕囲(肘を曲げる)	F30 - F24	202	10.9	5.15	-5	33	0.969
	胸囲(息を吸う)	F6 - F5	203	16.4	7.88	0	37	0.987
	膝囲(座る)	K4 - F18	200	14.7	8.38	-6	38	0.910
	体幹垂直囲(座る)	F22 - K1	201	4.6	24.07	-67	72	0.899
	殿幅(座る)	J4 - D6	200	27.1	10.22	1	58	0.843
	大腿厚径(座る)	E8 - I10	202	37.7	8.37	14	60	0.816
座位殿幅(足を支える)	J2 - J1	98	-4.7	7.14	-22	11	0.939	

っていたためである可能性が高い。

肩峰点は、その定義(肩峰の最外側突出点)からして横方向の寸法の計測においては一義的に決まるが、前後方向の寸法の計測点としては、必ずしも適切なものではない。肩峰点は本来、上肢を下垂した状態で決めるものであり、上肢を水平前方に伸ばした状態で本来の肩峰点を体表から触れることは難しい。したがって、上肢を下垂した状態での壁面・肩峰距離(C15)のほうが信頼性が高いと考えられる。C15とC16の相関係数は特に女子で低い(男子0.874, 女子0.699)。このように相関係数が低いのは、上肢水平前方時の肩峰点の決定が特に難しいことを反映しているのであろう。

(5) 上腕囲(上腕二頭筋の収縮による変化)

肘を曲げ、上腕二頭筋を収縮させることによる上腕囲(F25)の増加量の平均値は、男子で14mm, 女子で11mmであった。同一人における変化の最大値は、男子で40mm, 女子で33mmである。上腕囲(F25)と上腕屈曲囲(F31)の相関は非常に高い(男子0.959, 女子0.969)。

(6) 胸囲(呼吸による変化)

息を吸ったときの胸囲(F6)は、息を吐いて次に息を吸うまでの間に測る胸囲(F5)に比べて男子で22mm, 女子で16mm大きい。同一人における最大変化量は、男子で50mm, 女子で37mmであった。静時の胸囲(F5またはF5-2)と吸気時の胸囲(F6またはF6-2)の相関は非常に高い(男子0.987, 女子0.987)。

(7) 膝囲(膝を曲げることによる変化)

膝の周長は、膝をほぼ直角に曲げた状態(K4)では、膝が伸びているとき(F18)に比べて、平均して男子で11.5mm, 女子で14.7mm大きくなる。膝を曲げたときの値のほうが小さい場合もあるが、同一人における座囲膝囲(K4)と膝囲(F18)の差の最大値は、男子で36mm, 女子で38mmである。両者の相関はあまり高くない(男子0.879, 女子0.910)。

(8) 周長，幅径，厚径（座位時と立位時の変化）

体幹垂直囲は，座位での値(K1)のほうが立位での値(F22)よりも平均して約20mm小さい．ただし，座位での値のほうが大きい場合もある．両者の相関は男子では高いが，女子ではそれほど高くない（男子0.958，女子0.899）．

殿幅は，座位での値(J2)のほうが立位での値(D6)よりも平均して男子で18mm，女子で27mm大きい．同一人における差の最大値は，男子で47mm，女子で58mmであった．両者の相関はあまり高くない（男子0.855，女子0.843）．

大腿の厚みは，座位での値(I10)のほうが立位での値(E8)よりも，平均して男子で18mm，女子で38mm小さい．この変化は軟部組織が変形することによる．女子のほうが変化量が大きいのは，脂肪が多く，柔らかくて変形しやすいためであろう．同一人における両者の差の最大値は，男子で43mm，女子で60mmである．相関は特に男子であまり高くない（男子0.781，女子0.816）．

(9) 座位殿幅（足を支える場合と支えない場合の変化）

足底を支える場合(J2)と下腿を下垂して足底を支えない場合(J1)とで，座位殿幅は異なる．平均値をみるかぎり，男子では足を支えるほうが5mm大きく，女子では支えないほうが5mm大きいですが，どちらが大きいかは，被験者によって異なる．両者の相関は男子では高くない（男子0.838，女子0.939）．

下腿を下垂する場合は，左右の膝を軽くつけるために殿部の筋を緊張させるが，足を支える場合はその必要がないために，両条件下での寸法が異なるのであろう．男女でどちらの値が大きいかが異なるのは，筋の発達や皮下脂肪の量と柔らかさの違いが一因であろう．

2) 直接計測値と間接計測値

ある計測項目の寸法を得ようとするとき，理論上は2通り以上の方法がある場合がある．ここでは，2つの計測点（ランドマーク）間の距離を，直接計測した場合と引算で得た場合，および直接計測した場合と輪郭図から計測した場合の，計測値の差および問題点について検討する（表6-12）．

表6-12 直接計測値と間接計測値の違い（青年群）（単位：mm）

Difference between direct and calculated measurements (young adults)

男子	N	直接計測		間接計測値		両者の差				相関係数 r		
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Min.	Max.			
上肢長	216	C6	735.5	31.04	B19-B22	736.1	31.89	-0.8	10.49	-27	28	0.945
上腕長	210	C7	312.7	14.70	B19-B20	313.4	17.29	-0.7	9.91	-31	20	0.82
前腕長	210	C8	251.6	12.22	B20-B21	243.0	12.76	8.6	7.35	-13	28	0.828
手長	207	C9	189.8	8.03	B21-B22	179.5	11.04	10.3	8.26	-14	31	0.666
第三指長	207	L7	99.0	5.29	B23-B22	91.7	7.89	7.3	6.57	-13	23	0.565
内眼角高	217	B2	1596.4	61.04	B1-A30	1588.5	62.10	7.9	8.54	-15	33	0.991
耳珠高	217	B3	1579.6	60.32	B1-A34	1575.4	61.95	4.3	7.13	-16	20	0.994
頭耳高	217	A34	138.6	5.98	B1-B3	134.4	7.94	4.3	7.13	-16	20	0.505
足幅(斜め)	217	M17	101.2	5.10	M25*	100.7	5.35	0.5	1.89	-4	4	0.936
女子	N	直接計測		間接計測値		両者の差				相関係数 r		
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Min.	Max.			
上肢長	198	C6	672.5	28.70	B19-B22	672.8	28.91	-0.4	8.21	-30	18	0.959
上腕長	199	C7	288.7	15.07	B19-B20	287.2	15.91	1.4	7.71	-19	21	0.877
前腕長	201	C8	228.5	11.54	B20-B21	220.8	11.43	7.7	6.27	-9	27	0.851
手長	201	C9	176.6	7.87	B21-B22	164.9	9.85	11.8	6.98	-12	32	0.711
第三指長	203	L7	87.7	4.52	B23-B22	80.1	7.64	7.6	6.51	-13	24	0.528
内眼角高	202	B2	1476.3	51.38	B1-A30	1468.1	51.72	8.2	8.00	-14	32	0.988
耳珠高	200	B3	1460.1	51.18	B1-A34	1459.8	51.83	0.2	4.98	-16	13	0.995
頭耳高	200	A34	131.8	6.17	B1-B3	131.6	7.03	0.2	4.98	-16	13	0.723
足幅(斜め)	194	M17	93.2	4.86	M25*	95.3	4.53	-2.1	2.33	-6	5	0.879

*: 輪郭図から計測

(1) 直接計測値と引算で得た値

直接計測値と引算で得た値については、以下の8通りの組み合わせを比較した。

直接計測値	算出値
1 上肢長(C6)	肩峰高(B19) - 指先端高(B22)
2 上腕長(C7)	肩峰高(B19) - 橈骨点高(B20)
3 前腕長(C8)	橈骨点高(B20) - 橈骨茎突高(B21)
4 手長(C9)	橈骨茎突高(B21) - 指先端高(B22)
5 第三指背側長(L7)	中指指節高(B23) - 指先端高(B22)
6 内眼角高(B2)	身長(B1) - 頭頂・内眼角距離(A30)
7 耳珠高(B3)	身長(B1) - 頭耳高(A33)
8 頭耳高(A34)	身長(B1) - 耳珠高(B3)

2つの方法で得られた平均値を比較すると、上肢長、上腕長、耳珠高の3項目については、その差は非常に小さく、男女とも計測誤差の範囲内とみなすことができる。しかし被験者ごとにみると、得られた値の差が無視できないほど大きい場合もあり、なかでも上肢長、上腕長では、その差が最大30mmにも及ぶことがある。さらに、理論上は全く同じものを測ったはずなのに、直接計測値と間接計測値との相関係数は、多くの場合高くない。手長、第三指背側長、頭耳高のように、寸法の絶対値が小さいほど相関係数は低い。特に第三指背側長では、男子で0.57、女子で0.53と非常に低い。直接計測値と間接計測値のうち、どちらがより信頼性が高いかといえば、直接計測値の方が信頼性が高い。これは、2つの計測点に同時に計測器を当てて測るため、別々に測る場合のように、姿勢の変化などの影響を受けないためである。直接計測値の方が標準偏差が小さいのはこのためである。したがって、必要な寸法が高径項目間の引算で得られる場合でも、原則として直接計測を行うべきである。特に手長や第三指背側長のように絶対値が小さい項目では、引算で算出することを考えるべきではない。

(2) 直接計測値と輪郭図から計測した値

足幅について、直接計測(M17)と輪郭図からの計測(M25)は、どちらのほうが良いと断言することはできない。平均値で比較すれば、2つの方法による差は男子で0.5mm、女子で2.1mmであり、男子では誤差範囲内におさまっている。しかし被験者ごとにみると、最大で6mmも違っている場合がある。足幅の平均値が100mm程度であることを考えると、6mmという差はかなり大きい。骨格上の計測点である脛側中足点、腓側中足点は、必ずしも輪郭図上で最も外側に突出しているわけではなく、それより下方の軟部組織のほうを外側に突出しているため、輪郭図上で測る足幅のほうが大きくなる可能性がある。

3) 投影軸による違い

ここでは足長(足軸に対する投影長)と足幅(足軸に直交するように計測)について検討する。足の計測の際に基準とする足軸は3種類ある。

- 1 足の内側接線〔直接計測・足長(M15)、足幅(M16)〕
- 2 踵点と第二指先端を結ぶ線〔輪郭図より計測・足長(全履協)(M18)、ボール幅(M26)〕
- 3 脛側中足点と腓側中足点の midpoint と踵点を結ぶ直線〔輪郭図より計測・足長(DIN)(M19)、足幅(M27)〕

今回の計測では、内側接線を基準とする場合は足部計測器を用いて直接計測し、他の2つの方法の場合は輪郭図から計測した。足長の比較結果を表6-13に、足幅の比較結果を表6-14に示す(全履協:全日本履物団体協議会, DIN:ドイツの工業標準)。

足長については(表6-13)、3つの方法による値の相互の差は平均値にして1mm程度であり、計測誤差の範囲内とみなすことができる。相関係数も非常に高い(男子0.986~0.9997, 女子0.982~0.9998)。

足幅については(表6-14)、内側接線を投影軸とする値(M16)が、女子では他の2つの方法に比較して、平均して約2mm小さい。また、男女とも、足幅(M16)とボール幅(M26)の相関係数(男子0.906, 女子0.873)、および足幅(M16)と足幅(M27)の相関係数(男子0.908, 女子0.875)は、ボール幅(M26)

と足幅(M27)の相関係数(男子0.995,女子0.994)よりも低い。このような違いは、足部の輪郭図における舟状骨部の内側へのふくらみの程度に大きな個人差があるため、足の内側接線と足軸の向きの一致の程度にも個人差が生じることが一因と考えられる。

なお、今回試作した足部計測器は目盛りが読みにくかったため、読み違いがあった可能性もある。足部計測器は改良の必要があろう。

4) 類似項目の相関

類似項目相互の比較結果を表6-15に示す。

(1) 前方腕長(C2) / 握り軸到達距離(C3) / 機能的前方腕長(C4)

これら3項目は壁に背をつけて上肢を前方に伸ばして立ったときの、壁面から中指の先端までの距離(C2)、握り軸の中心までの距離(C3)、物をつまむように親指と人差指の先端をつけたときの親指の先端までの距離(C4)である。三者の相関係数は非常に高いと予測されたが、実際には、特に女子で予想外に低かった(男子0.897~0.919,女子0.871~0.897)。機能的前方腕長(C4)の計測時の指の状態に、予想以上の個人差があった可能性がある。

平均値でみると、握り軸到達距離(C3)は前方腕長(C2)より男女とも約100mm短く、機能的前方腕長(C4)は前方腕長(C2)より男子で約50mm、女子で約70mm短い。

(2) 肘頭・握り軸距離(C12)と壁面・握り軸距離(C18)

どちらも肘頭から握り軸中心までの距離であるが、肘頭・握り軸距離(C12)では桿状計を使って2点間の距離を測るのに対し、壁面・握り軸距離(C18)では肘後面を垂直な壁につけ、壁からの距離をアントロポメータで測る。上腕後面の肘上方の軟部組織が発達している被験者ほど、後者のほうが大きくなる。今回の計測では、両者の差は平均して男子で7.5mm、女子で2mmであった。相関係数は特に女子であまり高くない(男子0.919,女子0.854)。

表6-13 投影軸の違いによる足長寸法の違い(青年群)(単位:mm)

Difference in foot length caused by the difference in the foot axis (young adults)

	N	項目 1			項目 2			項目 1 と項目 2 の差				相関係数 r
		項目番号	Mean	S.D.	項目番号	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Min.	Max.	
男子	212	M15	254.4	10.81	M18	253.9	11.04	0.6	1.85	-4.5	5.5	0.986
	212	M15	254.4	10.81	M19	254.0	11.05	0.4	1.85	-4.5	5.5	0.986
	217	M18	253.9	10.95	M19	254.1	10.95	-0.2	0.27	-1.0	0.5	0.9997
女子	197	M15	232.7	9.63	M18	233.3	9.73	-0.6	1.86	-4.5	6.0	0.982
	197	M15	232.7	9.63	M19	233.3	9.70	-0.6	1.84	-4.5	6.0	0.982
	197	M18	233.3	9.73	M19	233.3	9.70	-0.1	0.21	-1.0	0.5	0.9998

表6-14 投影軸の違いによる足幅寸法の違い(青年群)(単位:mm)

Difference in foot breadth caused by the difference in the foot axis (young adults)

	N	項目 1			項目 2			項目 1 と項目 2 の差				相関係数 r
		項目番号	Mean	S.D.	項目番号	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Min.	Max.	
男子	201	M16	99.4	5.13	M26	98.4	5.19	1.1	2.23	-5.0	6.0	0.906
	200	M16	99.4	5.14	M27	98.7	5.29	0.7	2.24	-5.0	6.0	0.908
	216	M26	98.2	5.17	M27	98.5	5.28	-0.3	0.53	-2.0	1.5	0.995
女子	191	M16	90.4	4.23	M26	92.4	4.40	-2.0	2.18	-6.0	5.5	0.873
	190	M16	90.4	4.24	M27	92.7	4.43	-2.3	2.18	-6.0	5.0	0.875
	198	M26	92.5	4.36	M27	92.7	4.38	-0.2	0.49	-1.5	1.5	0.994

表6-15 類似項目間の違い(青年群)(単位:mm)
Difference between similar measurements (young adults)

男子		N	項目1と項目2の差				相関係数 r
項目1	項目2		Mean	S.D.	Min.	Max.	
C2 前方腕長	C3 にぎり軸到達距離	202	103.9	14.93	61.0	154.0	0.912
C2 前方腕長	C4 機能的前方腕長	213	48.8	16.40	2.0	85.0	0.897
C3 にぎり軸到達距離	C4 機能的前方腕長	213	-55.1	14.10	-102.0	-18.0	0.919
C12 肘頭・にぎり軸	C18 壁面・握り軸	201	-7.5	5.84	-25.0	8.0	0.919
F10 胴囲	F11 最小胴囲	95	2.9	15.74	-42.0	59.0	0.963
F16 大腿囲(殿溝)	F17 大腿囲	217	6.8	6.38	-9.0	37.0	0.987
F1 頸囲	F2 最大頸囲	217	-2.8	4.11	-13.0	11.0	0.974
L10 手幅	L12 手幅(手軸直交)	214	-2.0	2.57	-11.0	6.0	0.786
L11 最大手幅	L13 最大手幅(手軸直交)	216	1.7	2.86	-11.0	8.0	0.826
L17 握り内径	L18 握り内径(示指)	97	6.6	1.22	4.0	10.0	0.915
女子		N	項目1と項目2の差				相関係数 r
項目1	項目2		Mean	S.D.	Min.	Max.	
C2 前方腕長	C3 にぎり軸到達距離	202	96.4	15.20	36.0	135.0	0.897
C2 前方腕長	C4 機能的前方腕長	201	72.1	16.00	26.0	125.0	0.882
C3 にぎり軸到達距離	C4 機能的前方腕長	200	-24.0	15.77	-66.0	22.0	0.871
C12 肘頭・にぎり軸	C18 壁面・握り軸	201	-2.0	7.37	-31.0	23.0	0.854
F10 胴囲	F11 最小胴囲	201	15.6	14.42	-24.0	77.0	0.958
F16 大腿囲(殿溝)	F17 大腿囲	202	-1.0	4.57	-14.0	15.0	0.992
F1 頸囲	F2 最大頸囲	202	4.4	5.03	-8.0	20.0	0.938
L10 手幅	L12 手幅(手軸直交)	200	-0.9	1.72	-6.5	3.0	0.877
L11 最大手幅	L13 最大手幅(手軸直交)	204	0.2	2.25	-5.0	7.5	0.857
L17 握り内径	L18 握り内径(示指)	202	4.8	1.11	1.0	8.0	0.924

(3) 胴囲(F10)と最小胴囲(F11)

どちらも体幹の水平周長であるが、胴囲(F10)は肋骨弓下縁と腸骨稜上縁の中間の高さ、最小胴囲(F11)は前方からみて最も幅が狭い部位の高さにおける寸法である。胴囲(F10)の高さが一義的に決まるのに対し、最小胴囲(F11)の高さは被験者の太りぐあいによって異なり、下部胸囲の高さと大差がない場合もある。しかし、ズボンやスカートのベルトが落ちつく位置の指標としては、最小胴囲(F11)のほうが実用であろう。

今回の計測では、それほど極端な体形の被験者はいなかった。平均して胴囲(F10)のほうが、男子で約3mm、女子で16mm大きかった。両者の相関は高い(男子0.963、女子0.958)。

(4) 大腿囲(殿溝)(F16)と大腿囲(F17)

どちらも大腿の最大周長であるが、大腿囲(F16)は水平周長、大腿囲(F17)は大腿の長軸に直交するように測る。計測する高さも異なる。男子では平均して大腿囲(F16)のほうが約7mm大きい、女子ではほぼ等しい。両者の相関は非常に高い(男子0.987、女子0.992)。殿溝のレベルがはっきりしない場合もあり、計測自体は大腿囲(F17)のほうが容易であろう。

(5) 頸囲(F1)と最大頸囲(F2)

頸囲(F1)は、のどぼとけを含まない周長、最大頸囲(F2)は、のどぼとけを含む周長である。男子では、最大頸囲(F2)のほうが約3mm大きい。女子では、のどぼとけの位置そのものが決定しにくい。今回の計測では、最大頸囲(F2)のほうが平均して4.4mm小さくなっている。両者の相関係数は特に男子で非常に高い(男子0.974、女子0.938)。

(6) 手幅(L10)と手幅(手軸直交)(L12) / 最大手幅(L11)と最大手幅(手軸直交)(L13)

手幅(L10)と最大手幅(L11)が滑動計で測る2点間距離であるのに対して、手幅(L12)と最大手幅(L13)は手の軸に直交するように測る。原理上は手軸に対して斜めに測る(L10, L11)のほうが、直交するように測る(L12, L13)よりも大きいはずである。ところが手幅では、2点間距離(L10)のほうが、直交するように測る(L12)よりも平均して男子で2mm、女子で1mm小さかった。両者の相関も高くない(男子0.786, 女子0.877)。直交するように測った値が大きくなったのは、計測器の構造上、軟部組織の影響を受けやすかったためであろう。

一方、最大手幅では、男子では2点間距離(L11)のほうが平均して1.7mm大きい、女子ではほぼ等しい。両者の相関があまり高くないのは、手幅と同様である(男子0.826, 女子0.857)。

どちらの場合も、2つの方法による値の差が最大で11mmもあることから、計測時の読みとり誤差が混入している可能性も考えられる。測りやすさの点からは、2点間距離の方が信頼性が高いと考えられる。

(7) 握り内径(L17)と握り内径(示指)(L18)

握り内径(L17)は中指と親指が、握り内径(示指)(L18)は人差指と親指がつくる輪の内径である。握り内径(L17)のほうが、平均して男子で6.6mm、女子で4.8mm大きい。両者の相関はかなり高い(男子0.915, 女子0.924)。

5) 到達域

手の指先が到達する範囲は、静止直立時における肩峰の位置と上肢の長さから算出できるという考え方がある。これは上肢を動かすときに肩甲骨も同時に動くことを無視した考え方であるが、この場合、予測値(算出値)と実測値の間に、どの程度の矛盾が生じるのかを検討した。結果を表6-16に示す。

(1) 上方到達域

実測値は上肢挙上指先端高(B28)、算出値は肩峰高(B19) + 上肢長(C6)である。

実測値のほうが算出値より、平均して男子で34mm、女子で16mm大きい。この差は、上肢を挙上するときに肩峰の位置も動くために生じる。平均値の差は20~30mmでも、両者の差の最大値はかなり大きい(男子97mm, 女子64mm)。両者の相関係数は高い(男子0.973, 女子0.958)。

(2) 水平側方到達域

実測値は指極(C1)、算出値は肩峰幅(D7) + 2 × 上肢長(C6)である。

実測値のほうが算出値より、平均して男子で150mm、女子で130mm小さい。すなわち、上肢を水平側方に上げたときの左右の肩峰点間の幅の減少と、肩峰点と上腕骨骨頭の位置関係の変化のため、側方到達域は算出値よりも65~75mm短くなる。両者の差の最大値はかなり大きい(男子259mm, 女子172mm)。ただし、両者の相関係数は高い(男子0.966, 女子0.970)。

(3) 前方到達域

実測値は前方腕長(C2)、算出値は背面・肩峰距離(上肢下垂)(C15) + 上肢長(C6)である。

実測値のほうが算出値より、平均して男子で6mm、女子で8mm大きい。どちらの値が大きいかは被験者により異なり、両者の相関係数もあまり高くない(男子0.883, 女子0.889)。

(4) 到達域の推定

どの程度の精度で到達域を推定したいかという許容範囲に依存するが、上方、水平側方、前方いずれの到達域の場合も、実測値(算出値)と推定値の差は無視できるほど小さくはない。この違いは、上肢を動かすときの肩甲骨自体の動きにより肩峰点の位置が変化すること、肩甲骨の動きに伴って肩峰点と上腕骨頭との位置関係が変化すること、肩関節の中心が肩峰点と一致していないことによる。

上方到達域と水平側方到達域の場合は、実測値と算出値の相関が非常に高いため、回帰式により推定することができるであろう。しかし、前方到達域の場合は、男女とも相関係数が0.9未満で、あまり高くない。

占有空間の算定のように許容範囲が大きければ、回帰式による推定で十分であろう。しかし、製品の使い勝手の評価を行うような場合は、実際に手先がとどくか否かは大きな問題となる。CADマネキンの動きを決めるような場合は、今回計測したような静的な寸法データだけではなく、連続的に実測したデータが必要となる。

表6-16 到達域の推定 (単位:mm) Estimation of reach

	上方到達域	N	Mean	S.D.	Min.	Max.	r
男子	B28 上肢拳上指先端高	216	2149.2	86.07			
	B19 肩峰高 + C6 上肢長	216	2115.0	84.72			
	差	216	34.2	19.90	-18	97	0.973
女子	B28 上肢拳上指先端高	198	1966.4	75.95			
	B19 肩峰高 + C6 上肢長	198	1950.4	74.90			
	差	198	16.1	21.87	-64	64	0.958
	側方到達域	N	Mean	S.D.	Min.	Max.	r
男子	C1 指極	215	1719.5	75.15			
	D7 肩峰幅 + 2 × C6 上肢長	215	1868.3	73.72			
	差	215	-148.8	19.07	-259	-94	0.966
女子	C1 指極	194	1572.6	65.97			
	D7 肩峰幅 + 2 × C6 上肢長	194	1702.6	65.81			
	差	194	-130.0	16.00	-172	-82	0.970
	前方到達域	N	Mean	S.D.	Min.	Max.	r
男子	C2 前方腕長	95	822.8	35.96	733	927	
	C15 背面・肩峰 + C6 上肢長	95	817.1	34.18	725	915	
	差	95	5.8	17.06	-37	41	0.883
女子	C2 前方腕長	201	754.3	34.40	674	890	
	C15 背面・肩峰 + C6 上肢長	201	746.4	32.78	669	857	
	差	201	7.8	15.87	-45	53	0.889