

人体計測的考察による椅子の
スケールと座と背の曲線について

A Waved Line of the Seat and the Back-
rest, Seating Scale in Accordance with
Anthropometric Considerations.

堀内啓二

Keiji Horiuchi

1. はじめに

椅子は空間やインテリアをデザインするとき 重要な要素の一つである。

- ①インテリアや空間にふさわしい美しい形のものが求められる。
 - ②人体機能に好ましい計数的に究明された形。
 - ③上の両面を満足させるもの。
- という三つの視点からデザインされる場合が多い、今回は②の視点を中心軸としての考え方で進めたい。

人間が四脚動物と違って、手を使って仕事をするにより、手を歩くことから開放したので、平行歩行から垂直歩行になることにより、背骨はアーチ形からS字形に変わり、内蔵も背骨に適合するように配置され、腰部は椀状の骨盤となった。眼、頭部の上下、左右、又は骨盤、脚部の動きは、頸椎と腰椎でバランスをとりながら、歩くのにふさわしい形に落着いている。

しかし人が椅子に座ると、骨盤は後方に、仙骨も同時に回転するので、背骨はアーチ形になり、腹部に圧迫を感じて苦しくなり、腰椎の軟骨にも無理がかかる。このように座ることによって、下腿部は開放されるが、上体には無理が生ずることになる。このように座ることによって生じる無理を、椅子によっていかに少なくし、自然の姿勢のまま腰掛けられるかが合理的補助具であり、これが真のいすであり、椅子づくりの原点であると考えられる。

よい椅子の条件として、①最終安定姿勢、②体圧分布の適正、③クッション性、④骨格、筋系の相互関係がよく、感触まで椅子になじむことがその性能を左右する重要な因子である。

最終安定姿勢とは、仕事をするために

着座する、会議、食事をする、話しをする、休息する、立ち上がるまでの目的に応じて、座と背もたれの組み合わせは無数に近いので、椅子のプロットタイプの考え方を横軸に、疲れのない、健康のためにも、骨格、筋系の適正化のために個々人のスケールを縦軸にして、生活者の立場から人体計測をし、より合理性を確認してからデザインを進めることがこれからのデザインの方向である。

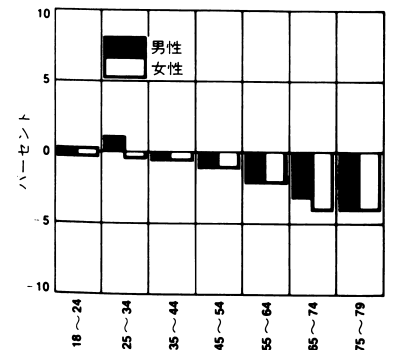


図1 18～24歳の男女を基準とした年齢と身長の関係。アメリカ国民健康調査データをもとに作成。

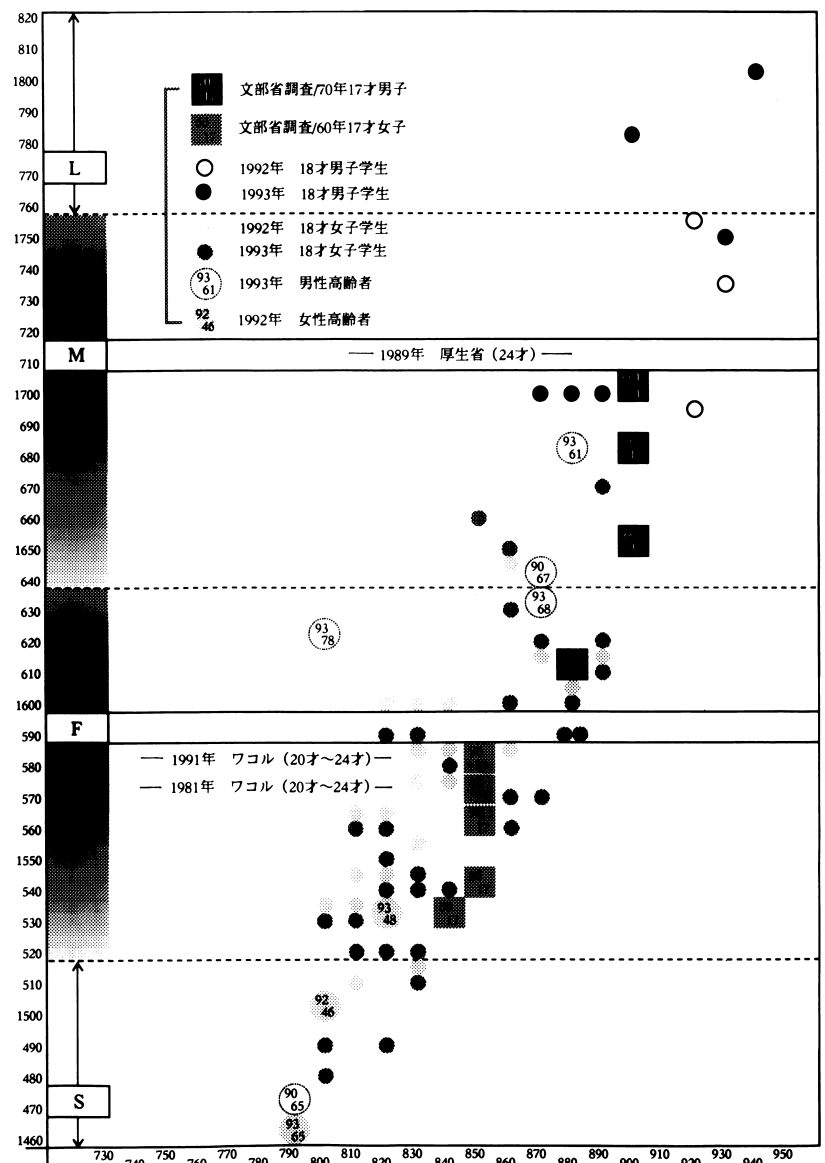


表1 身長、座高の相関表

2. 人体計測 anthropometry

人体寸法の計測値は身長が基本であるが、ただ測定すればよいというものではなく、時代、民族、性別、地域、職業などによっても差がある。ロバーツ (D, F, Roberts) によれば世界一背の高い南スーダンに住むナイル族の平均身長は、1,829mmで、中央アフリカに住むビグミー族は低く、平均身長、1,438mmの差は実に391mmになる。

日本でも

縄文時代	1,580	古墳時代	1,680
鎌倉時代	1,590	室町時代	1,570
江戸時代	1,560	現代	1,690

山口敏「日本人の生成と時代的な推移」

と時代的推移や、年齢による体型の変化もあって、①新生児は四等身であるが、成人になるにしたがって八等身に近づき、18才～24才を基準にして加齢するにつれて、減少することはアメリカ国民健康調査データによっても理解できる。

(図 I)

(表一) は文部省の学校保健統計調査報告書をもとに身長と座高の関係推移と本学学生及高令者の数値を加えたものである。②17才では1950年～1990年の間に女子で身長が50mm伸びたのに座高は10mmの伸びであり、男子で身長90mmの伸びに座高は30mmで下肢長の伸びが目立つ、それに本学の学生にもその傾向を強く感じられる。③尚高令者の身長が低くなったのは、下肢長の減少は少なく、腰椎、胸椎、頸椎などの椎体よりも、椎間円板の軟骨部分の減少が多いから座高は減少するので椅子の高さをきめるのに身長だけできめることは正確さを欠くことになる。

3. 椅座姿勢の人体計測 anthropometrics of seating

いすは生活空間の要素の中で美しいものの一つである。“いすのデザインはデザイナーにとっては試金石である”とか、“家具のデザインは椅子にはじまって椅子に終る”とも云われている。いすの設計はやさしくもあり、又難しい一つで、奥は深い。それは体型と人体計測上快適さをきめるいくつかの条件と、着座という動的な三次元問題もある。

着座時の支持条件を力学的に調べようとすると、人の上体は、頭部、胸部、骨盤という三つのブロックと、これらをつなぐ接合部分の曲がりやすい頸椎の腰椎からできていて、椅座姿勢の変化にそれぞれバランスをとりながら人体を合理的に支持している。この背もたれ支持の要点である腰椎は、それより上の体重を支え、前後方向の移動に適応する部分で、座わると(図一2-1・2-2)のように骨盤と圧力が移動するので座位基準点との相互関係の位置を適確にきめて支持することが、椅子の機能を解決させる要で、ここを基軸に生理、解剖学見地からの発想を展開することが必要である。

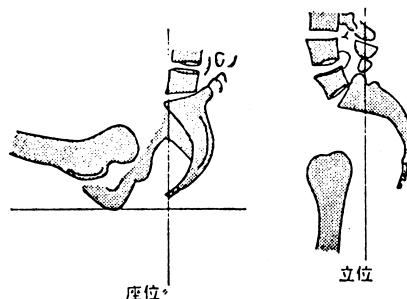


図 2-1 姿勢と骨盤(Akerblom)

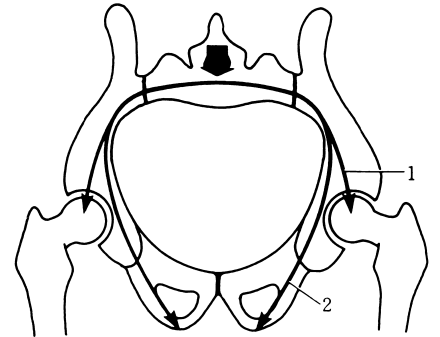


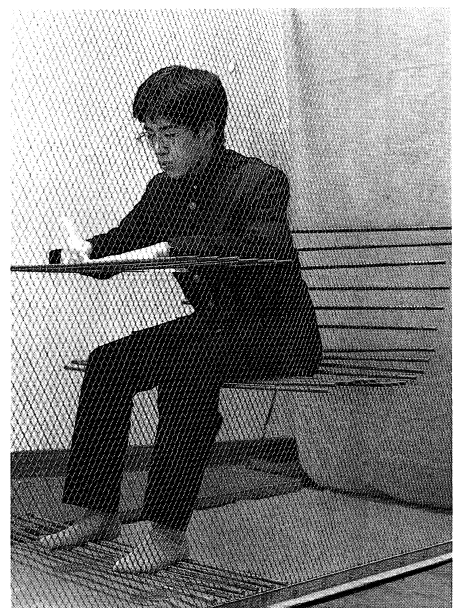
図 2-2 直立位と坐位における骨盤への体重の負荷

1. 直立位 2. 坐位
解剖学講義 伊藤 隆

A. 椅子の機能と縦断面の計測

椅子の機能は、作業姿勢の変化にそって、人体を合理的に支持することである。背と座の寸法を、どんな線と、面と形で支持するかにある。椅子の支持面の研究、実験には数多く、日本でも産工指・仙台試験所の雪状計測、千葉大学・小原教室のいすの支持面のプロットタイプ I～IV、JISのいすの寸法などである。

このレポートは(写一)の座姿測定器を使って(表一)からの身長標準値、



写 1 金網による座姿測定器

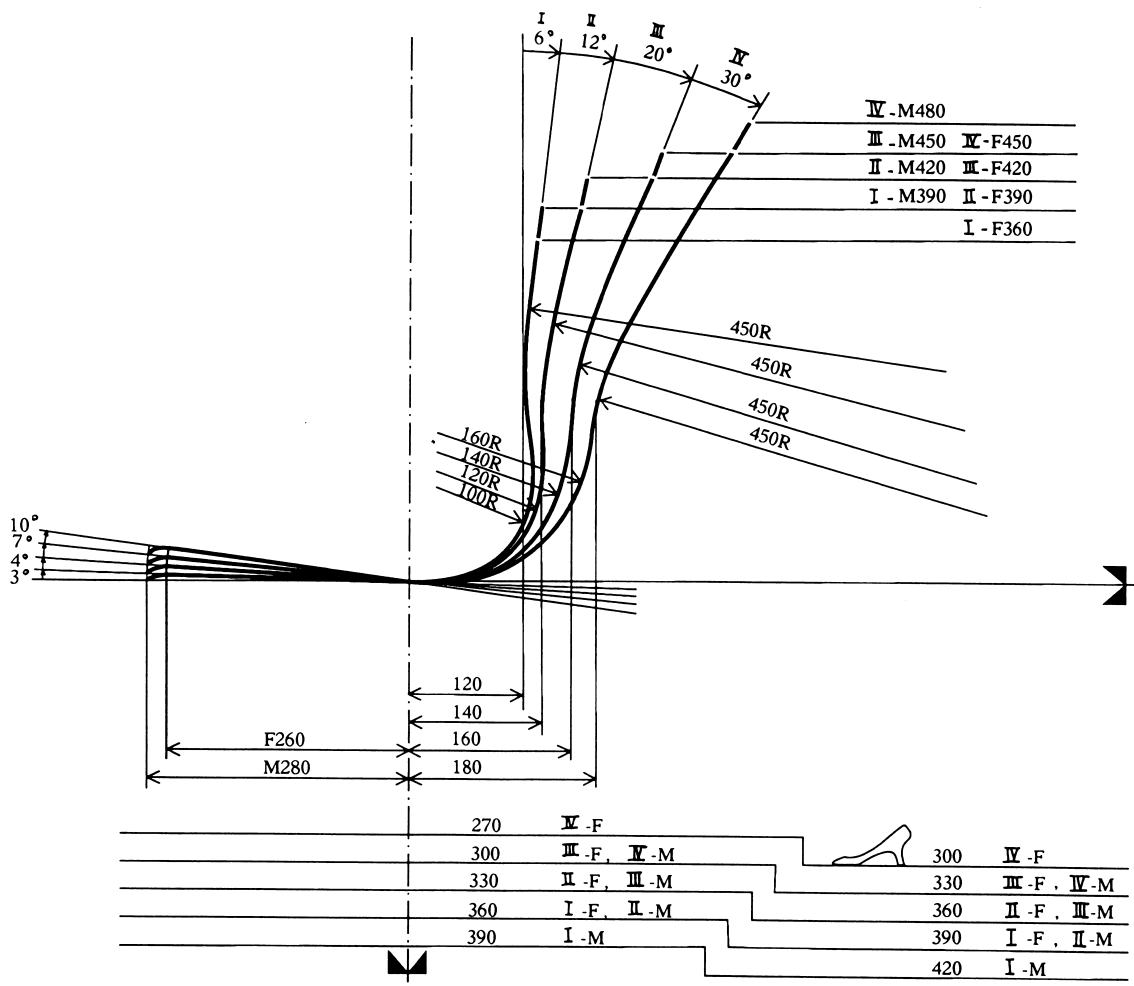


図3 機能による椅子の寸法Ⅰ～Ⅳ

L、M、F、Sの近似値の生徒（17才）をモデルとしての計測値を縦軸に、作業姿勢郡、Ⅰ、事務用・学校いす、Ⅱ、会議・食事用いす、Ⅲ、應接・軽休息いす、Ⅳ、休息・安楽いすを横軸として計測し、腰椎部の感触度、筋肉との接触面など微妙な線の測定が不可能になったので、油土で座と背を作ったⅠ～Ⅳタイプの測定用いすを使って、二者択一、SD法により修正し、筋電図による体圧分布と体感、触感などで座位基準点X、背もたれ点Z、背もたれ基準点（L5、S1）と定めて、前後、上下に50mm間隔にX、Z軸にYのメンバースケールの計測値を比較検討、

計測値の中心的な数値や、ゆとり、整合性など考察のうえ計測値を求めた。（図－4、5、6、7）

1) 座の高さ、seat height

上体圧力の支持の中心である座位基準点（tuber ischiadicum）Xは、座骨結節点の二点で、体重の約75%を26cm²でささえ（プラントンBranton）、両足、背中などの接触部分で支えられている。①この狭い面積に大きな荷重がかかることが、疲れたり、不快感をおぼえたり、苦痛、しびれなどを起こすことになる。②腰椎、胸椎などの接触が適正であるか、③大腿

部の接触や、足底がしっかり床についているか、④肘かけなど、いすのデザインに必要な基本的計測値は、座骨結節点、即ち座位基準点から前後、左右、上下と計測するとよい。

座の高さは、座位基準点の高さで、身長－座高＝下腿長の1/2－10mmである。（表－1）Mの標準値、身長1,710、座高910から求めると、1,710－910＝800（下腿長）の1/2＝400からヤダカ寸法10mmを差引いた390mmの高さがI Mの座位基準点の高さである。それから30mm間隔で、IIMは360mm、IIIMは330mm、IVMは300mmとなる。なおIFの標準値は、身長1,590、座

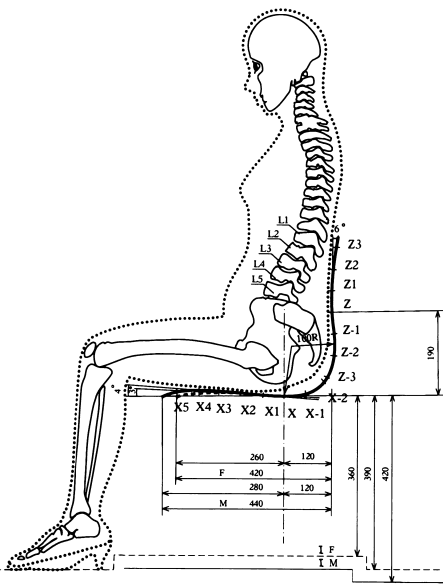


図4 I. 事務用いす

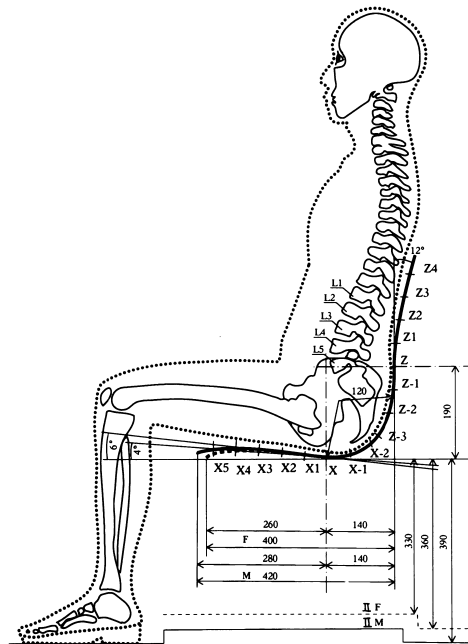


図5 II. 会議・食食用いす

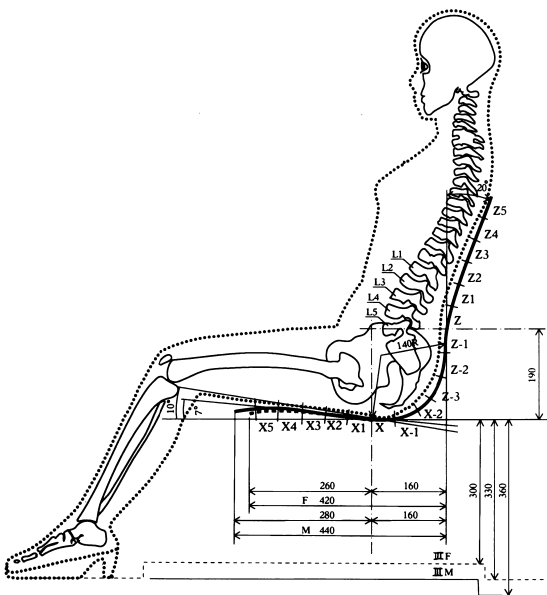


図6 III. 応接・軽休憩いす

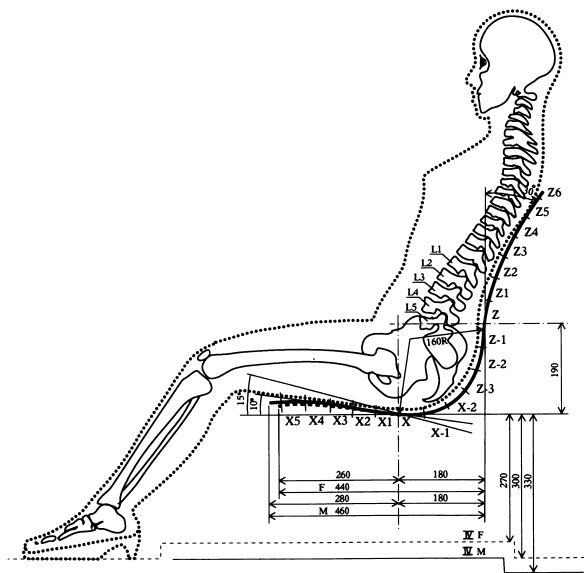


図7 IV. 休憩・安らいす

高850では、 $1,590 - 850 = 740$ の $1/2 = 370$ からヤダカ寸法10mmを差引いた360mmがIFの座の高さで、II Fは330mm、III F 300mm、IV F 270mmという計測値が求められる。これは一般家庭で素足、スリッパのときで、靴をはいた数値は30mmを加算し、ブーツ、ハイヒールときはさらに補正する必要がある。なお下腿長が一般的数値としてしめされれば、上式をそのまま使えば椅子の座の高さが求められる。またIMとIFの座の高さの差は30mmで、下腿長800と740の差は60mmであるから2:1であることを理解すると、個々人の椅子を購入し、又はオーダーメイドしても失敗することはない。

2) 背もたれ backrest

立っているときの自然の姿勢を保ちながら座れて、上体をもたれたとき、

- ①腰椎の可とう部分(L3、L4の腰椎)が背もたれの中心として、
- ②第1仙椎(S1)と第5腰椎(L5)の角度が骨盤傾斜のため一番大きい角度になるので、(図-8)軟骨保護と腹部の圧迫を少なく、運動器管系の円滑さなどを満足させる支持形体としてくら形(図-9)の背もたれ状にするとよい。

背もたれの高さは椅子の形状によって変わる。座基準点から(図-3~7)のようにI~IV類は後方に120、140、160、180mmの垂直線上に、R100、R120、R140、R160mmの円弧と、座基準点から高さ190mmに背もたれ基準点をとって後方からR450mmの円弧が、腰椎と仙椎の椎間板に無理のない曲線であり、(図-3~7)臀部のふくらみに合わせて、ゆとりを充分とらなければならない。背もたれの角度は、垂直線から、6°、12°、20°、30°を中心角度として、長さは類系に応じて、360、390、420、450、480mmの背もたれにする。(図-3)

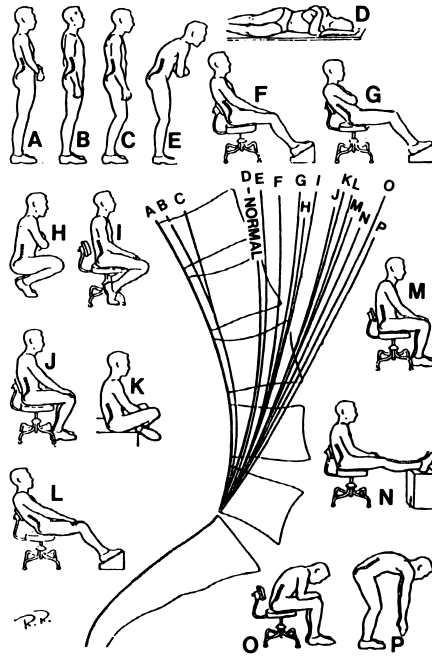


図8 姿勢と腰椎の形状(Keeganによる)

3) 座の奥行 seat depth

Mの下腿長800の $1/2$ 、400mmがIMの座の奥行である。それは座位基準点から背もたれ点までは、IM~IVMは、120、140、160、180mmで、それに座位基準点から座の前縁までは280mmであるからIM~IVMの座の奥行は、400、420、440、460mmである。

Fの女性は下腿長740の $1/2$ 、370mmに10mmを加えた380mmがIFの座の奥行である。又座位基準点から背もたれ点までは、IF~IVFは、Mと同じく、120、140、160、180mmで、それに座位基準点から座の前縁まで260mmであるからIF~IVFの座の奥行は、380、400、420、440mmである。

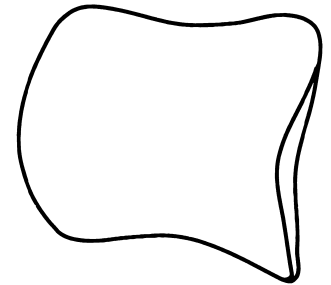


図9 くら形の背もたれ

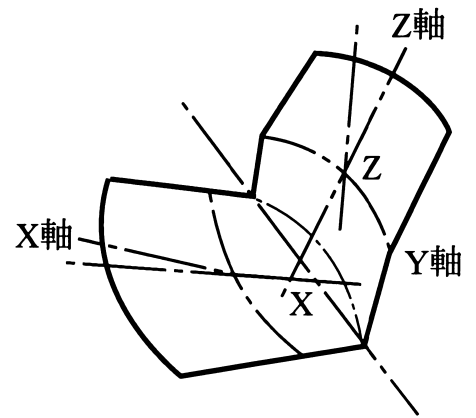


図10 座X、背ZとY軸計測

座位基準点から(図-3~7)のように、I~IVは後方に120、140、160、180mmの垂直線上にR100、120、140、160mmの円弧と、座位基準点からX→X3まで、座の角度3°、4°、7°、10°、で上方R2,100mmで円弧と、X3→X5下方R300mmからの円弧で結んだ曲線を最終安定姿勢の支持線とする。

表-2 プロットタイプ寸法一覧表

計測項目		タイプ 作業姿勢 サイズ	0	I	II	III	IV
			前傾のもの	事務	会議・食事	応接・軽休息	休息・安楽
A	座位基準点 の 高さ	L	450	420	390	360	330
		M	420	390	360	330	300
		F	390	360	330	300	270
		S	360	330	300	270	240
B	座位基準点と 前縁まで 背もたれ の距離 の距離	L	280・120	290・130	290・150	290・170	290・190
		M	270・110	280・120	280・140	280・160	280・180
		F	250・110	260・120	260・140	260・160	260・180
		S	240・100	250・110	250・130	250・150	250・170
C	座位基準点から 背もたれ点までの 高さ	L	230	200	全左	全左	全左
		M	220	190(女200)	〃	〃	〃
		F	220	190(男180)	〃	〃	〃
		S	210	180	〃	〃	〃
D	座面の奥行	L	400	420	440	460	480
		M	380	400	420	440	460
		F	360	380	400	420	440
		S	340	360	380	400	420
E	座面の前幅	L	450	480	510	540	570
		M	420	450	480	510	540
		F	400	420	450	480	510
		S	380	400	420	450	480
F	座面の後幅	D. 座面の奥行と同じ					
G	背もたれのカーブ 上下外面から	第5腰椎から第3、4を中心に第1腰椎までR450					
H	背もたれのカーブ 上下内面から	—	—	—	R1,200	R900	
I	座面の角度	-3°	3°	4°	7°	10°	
J	背もたれの角度	0°	6°	12°	20°	30°	

(注) A. 靴の場合は30mmを加算する

B) 椅子の機能と横断面の計測

椅子の縦軸中心の寸法は、いすの機能を左右するもので、研究論述は多い。

しかし椅子の形体は、縦軸のみで構成されるものでなく、横断面の計測曲線もいすの性格をきめる大切な要因をもっている。さきの油土成型の計測では、人体そのものが、必ずしも左右が均整でないで、各計測点を平均になるよう修正、対比して、その計数值も変更可能で、計測曲線は固定もでき、装着も簡単で、取り外し、比較検討ができるように、木材合板から桜材へと精度を求めながら、応接いす、休息いすと、人体スケールの座位基準点、背もたれ中心面、背もたれ基準点を検索しながら、最終安定支持面を注意深く捜し求めた。

図-10のように座位基準点をXとし、座の中心軸をX軸、背もたれ点をZ、背の中心軸をZ軸として(図4~図7)の各点に直交する横断面をY軸方向に50mm間隔の線で計測するものである。座と背の曲面の求め方、肘の曲線、面の合理的な計測や、各々の位置での数値が比較検討できるので、いす機能をより解剖学的に分析し、より綿密な計測値が体系づけられる。この計測により、事務用いす、会議、食事用いす、應接いす、休息いすという機能的な基準タイプは、計測や形の上からデザインは多種多様でも、構造法やクッション性は計数值に合わせて標準化し、人体になじむ、疲れな椅子の開発までできると思われる。

1) 座面の計測と最終安定姿勢

座面は背の角度により、座の角度、高さ、座位の基準点Xがきめられて、その位置により各作業姿勢(working posture) I~IVに対応するように前後、左

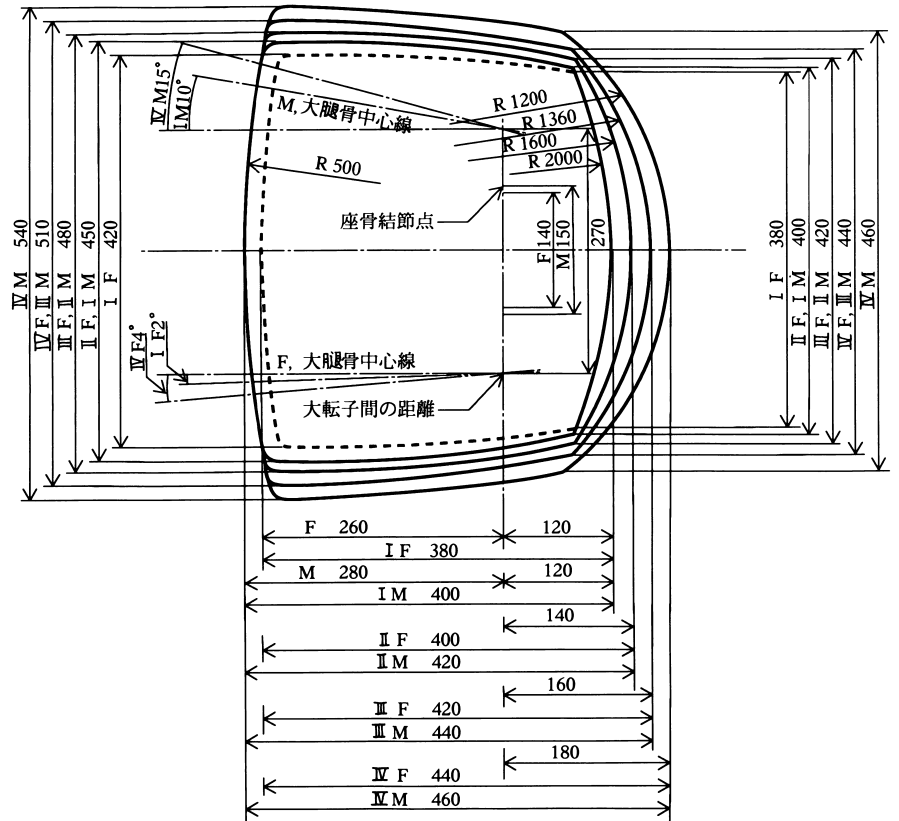


図11 座面と大腿部の寸法

右、上下と計り、座の奥行、座の前巾、後巾などと相関的にきめられる。座骨結節点の左右間隔は男子で150mm、女子で135mmぐらいで、大転子間隔は270mmぐらいで、大腿骨中心軸は、I Fで2°、IV Fで4°であるが、I Mは5°、IV Mで15°で、それに大腿の屈筋、内転筋、内外旋筋などのふくらみを考えると、椅子の座(図-11)のような大ききで、台形の横ふくらみ線で大腿部の圧力に対処し、座枠でも3~5°位開らせた方がよい。

(図-12)は水平床面に腰掛けたときの座面の体圧分布である。座骨結節点を中心に体圧がかかるので、(図-13)にしめすように座る前の座面は凸面で、座るとクッション材で体圧をできるだけ広い面で受け、最大の加重が加わった時が最終安定姿勢のところであるから、平均的に

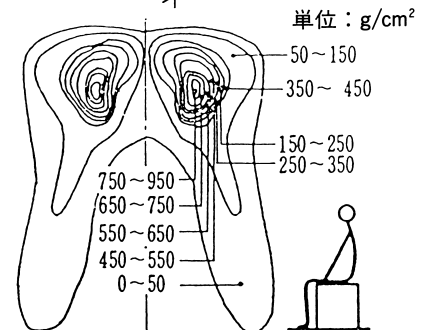


図12 水平の座面に腰掛けたときの座面の体圧分布 千葉大学 小原教室

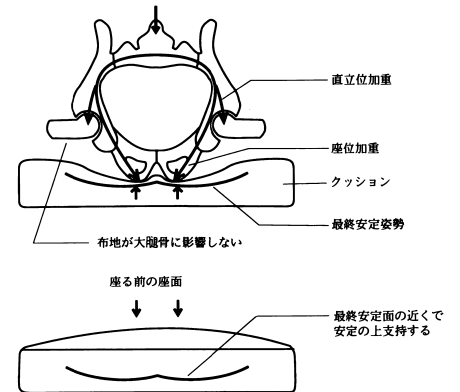


図13 座骨結節点と最終安定面

体重が加わるときはできるだけ広い面積でうけるので、骨格、筋肉の移動にここよく対応するようにするとよい。クッションがいくら沈んでも、大腿骨に絶対に影響してはならない。

殿部の筋(図-14)は、大殿筋が表層にあって、多くの筋を覆っている。仙骨、仙関節靭帯からおこして、大腿筋膜の外側部である腸頭靭帯で終わっている。座骨結節点XからX-1、X-2、…Z-3、Z-2、Z-1、Zと、この計測値の支持は、座と背で分けることなく一体的に考えるべきであり、その各々の計測曲線の最終安定姿勢の支持面はできたが、大殿筋のなかにある梨状筋、小殿筋などにあたる網状のクッションはどうあるべきか、セットスプリングなど椅子張りの開発が急務であり、椅子にそれだけの比重をかける生活文化がのぞまれる。

2) 背もたれの計測と最終安定姿勢

背もたれの中心である腰椎(Lumbar Vertebrae)はそれより上の体重を支え、重心の前後、左右の運動に適応している。これらは背筋によって、背柱を安定させ、背筋は背柱をテコにして腰椎部にかかる力は大きくなる。第3、第4腰椎下の椎間板にかかる圧力は増加し、上体が傾けば傾くほどましてくる。背もたれの要処であるから、第3、第4腰椎を背もたれ中心点とする。第5腰椎と第1仙椎の傾斜度は大きく女性の方が多少強く、前方にすべり、重心を狂わせることなどあるので、第5腰椎と第1仙椎を背もたれ基準点として支持する方法がよい。

(図-2-1・2-2・3)

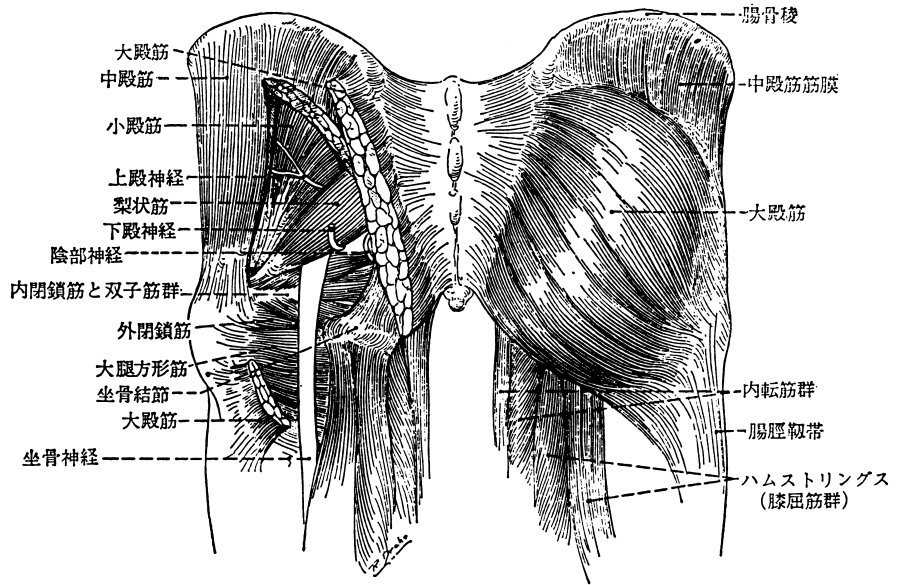


図14 殿部の筋
Functional Anatomy of the limbs and back
W.H.Hollinshead, David B.Jenkins

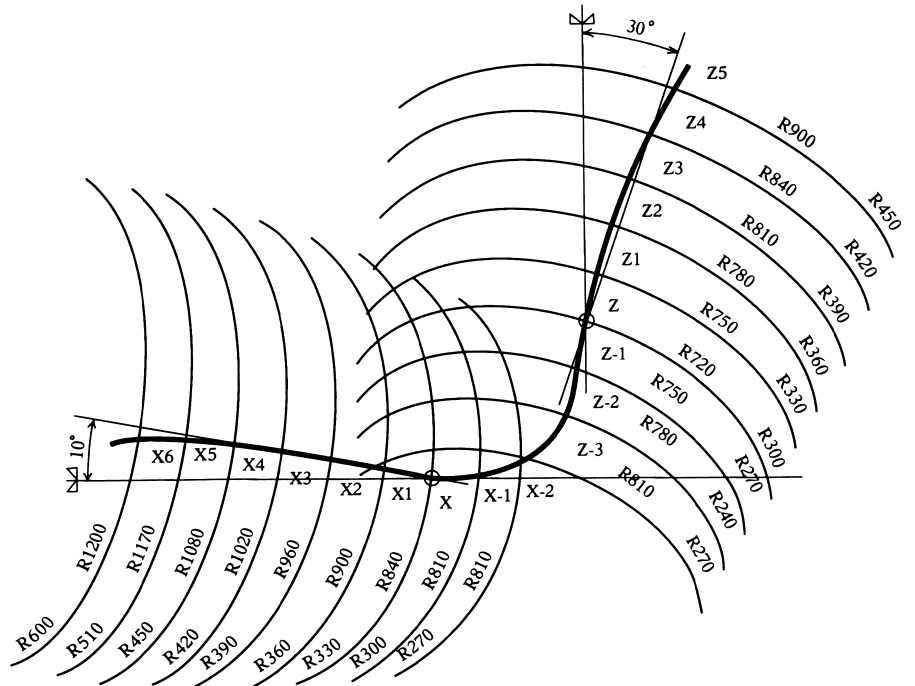


図15 IV型 A stage計測値 (Aスタイル)

3) 背面Y軸の計測

① A stage計測、座骨結節点の間隔は、120~160mmが多かったので150mmとし、背の左右移動を中心から15°ふれ、背もたれ点の背柱起立筋凸部間隔は150

mm、肩甲棘、棘下筋、広背筋の間隔を150~300mmぐらいなので、座骨結節点とY軸からの円弧、又は左右の弧となじむような計測値とすると体になじむ(図-15)

②Σstage計測、座骨結節点から肩甲部の筋肉凹部の曲面を背柱にそって椅子の最終安定姿勢を求める型式である。背の前後、左右の移動により背筋凹部の内測を中心に、外側からも体重による圧力で背筋を圧縮し、刺激を与えて、ほぐし、血流をよくし、筋肉の活性化と促進を計り、正しい姿勢を保持させるための計測値を求めるものである。(図-16~17)

③背もたれ線を固定する型式、事務用いす、椅子をテーブルに固定し、回転して用いる椅子のY軸方向は、その作業の特異性を考えながら計測し、その数値を整理してみると、背の形は他のいすと異なる。それは背もたれ点Zを固定し、座位基準点XをY軸方向の左右、前後に移動できるような考えで、それに対応する背の支持が合理的に処理できる形式である。(産業教育に関する特別研究成果—第20集、産業教育振興中央会)

4) 座と背のY軸方向の基本的形

金網による座姿測定(写-1)、油土による雌形成型の計測、座の基準線X軸、背もたれ線Z軸をY軸方向に計測し、最も作業し易い曲線の計測値を整理すると、解剖学的には尚追求しなければならないが、現段階では次のような基本的なスタイルΣとA~Eまで各々の位置で、人体の曲線を比較検討できるので、椅子の機能を計測的に分析し、より綿密な計測値で体系づけられる。

①Σスタイル 背筋凹部の内側から体の圧力で刺激を与え、筋肉の活性化、血流の促進が計れるように(図-16)の背筋を左右に移動させながら曲線を計測する。座は座骨結節点から(図-11)のように左右に大腿部は開られ、

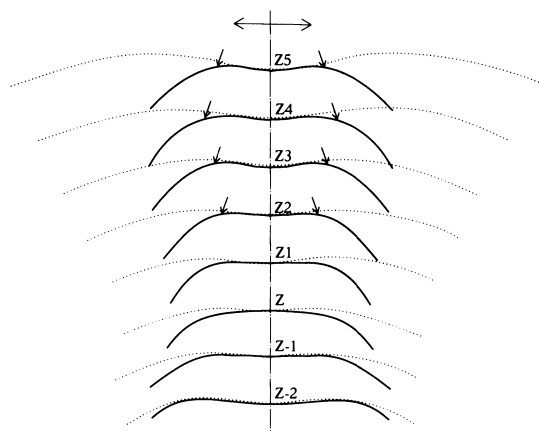


図16 人体背面とΣstage計測

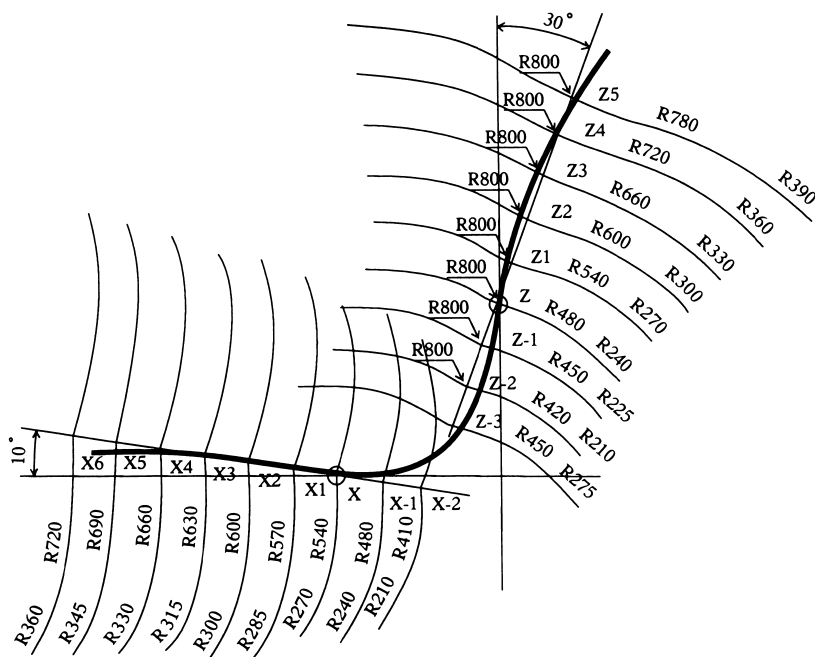
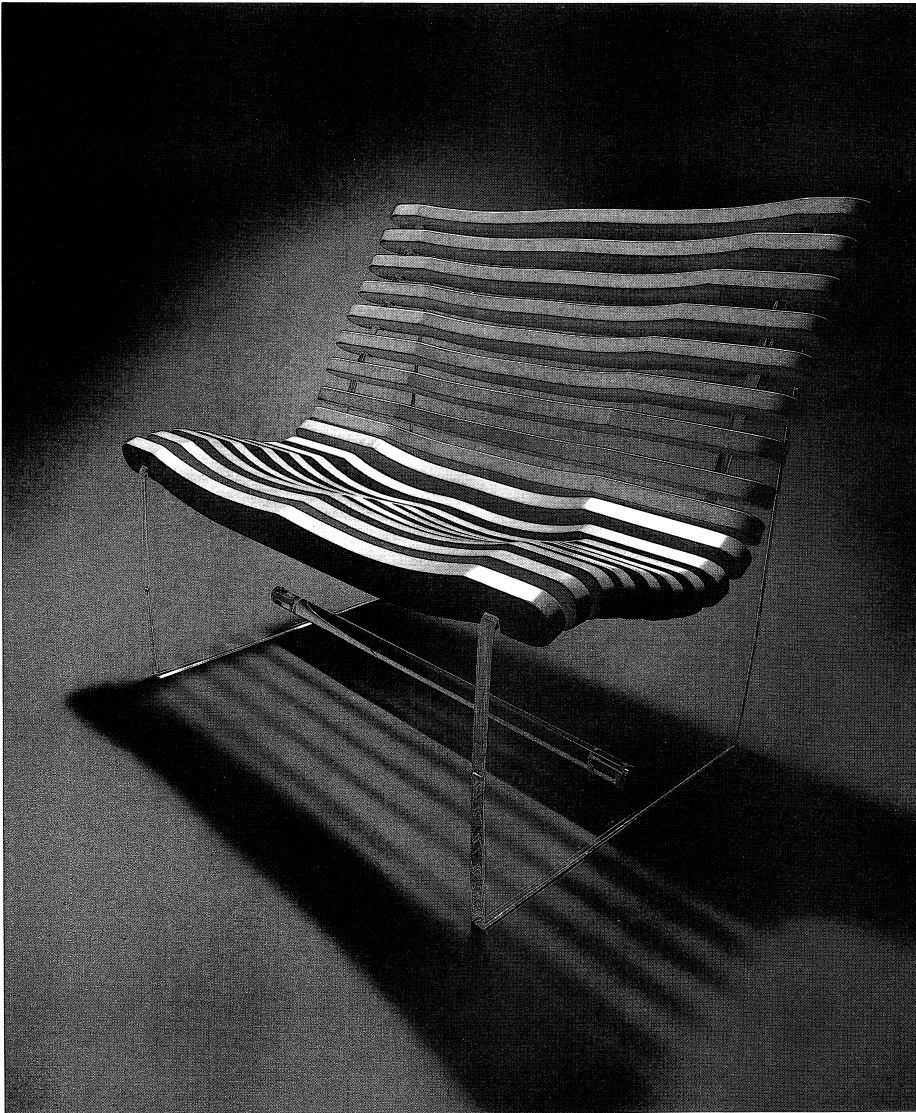


図17 IV型Σstage計測値(Σスタイル)

足を並行に流したり、組まれることも配慮し、ウインザーチェアなどのサドルシート(saddle seat)の形で、大腿二頭筋、大内転筋などの動きを考え、

Y軸関係の曲面を作図、合板から桜材に移行し、感触的にも満足される計測スタイルが求められた。(図-17・写真2)



写2 桜材と合成樹脂板製のIV座姿測定器によるΣstage

②Aスタイル 背と座のZ軸、X軸のY軸方向の各点の曲率はその位置において、各々に最も適する中心円と副心円の曲線により構成するものである。

例えば、IV類のZの中心円はR720mm、副心円はR300mm、Xの中心円はR840mm、副心円はR330mm、とどのY軸方向の各点はその各々の点で最も適切な曲面数値をしめすものである。(図-15)

③Bスタイル、Z軸、X軸の各点のY軸方向の中心円は、その各々の位置で最

も合理的な曲線であるが、副心円はZ、Xの公約数的な同一曲線とする。例えば、III類のZの中心円はR720mm、XはR900mm、副心円は、Z軸のY軸方向は全部R360mm、X軸はR420mmとする。

④Cスタイル、Z軸、X軸の各々のY軸方向の曲率は、その位置で最もよい中心円のみ円弧でできるもの。例えばIV類のZの中心円はR660mm、Z-1、Z1はR690mm、Xの中心円はR840mm、X-1はR780mm、X1はR900mmなどである。

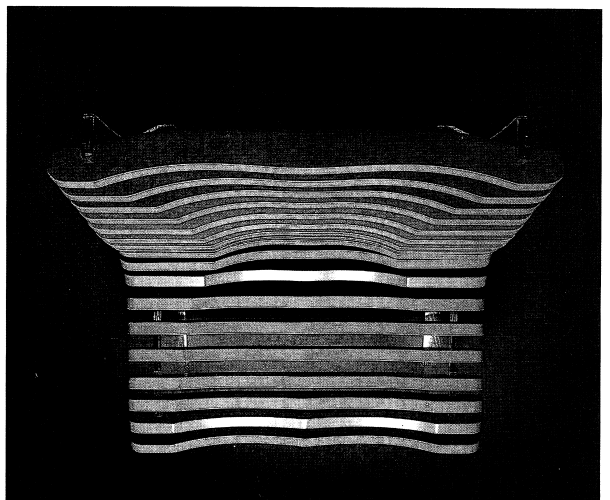
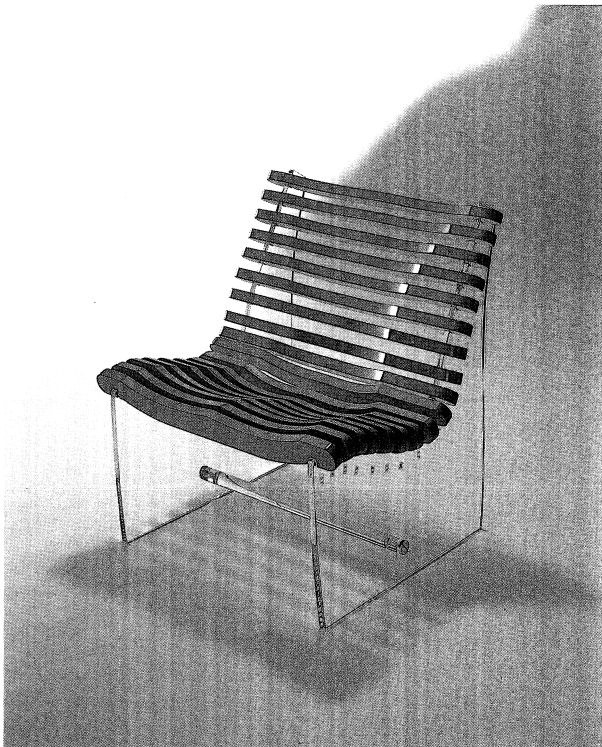
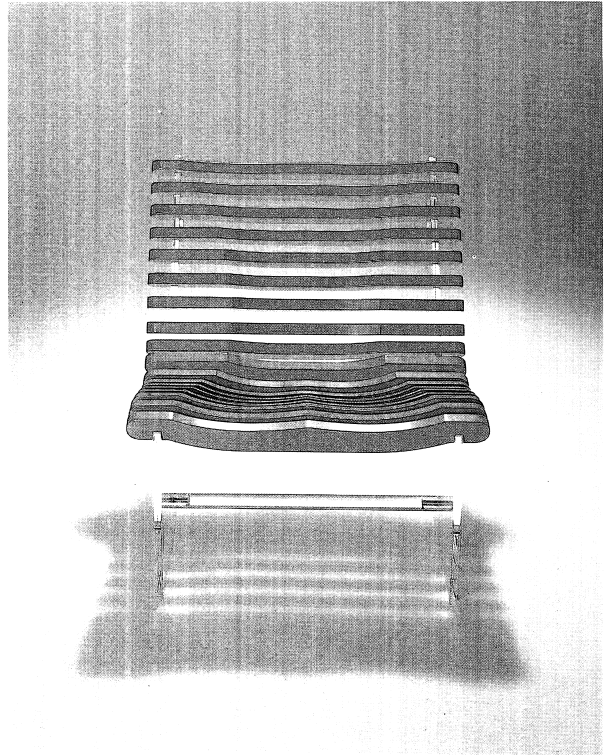
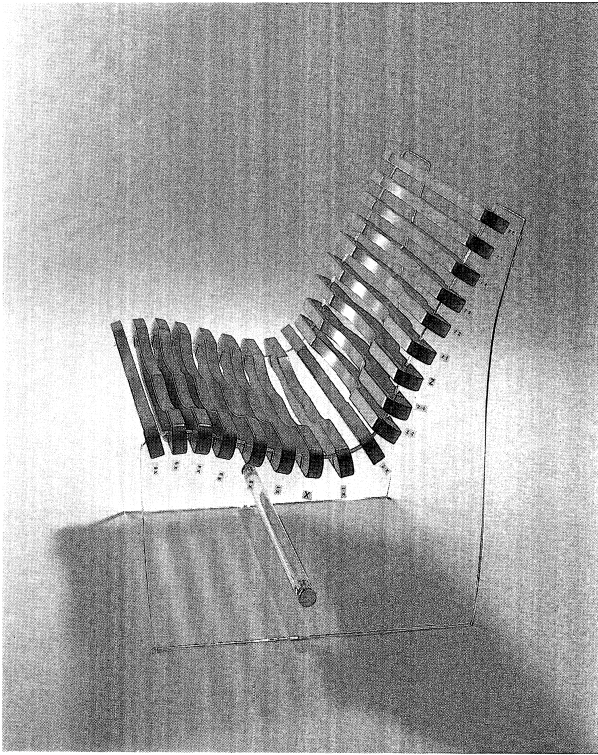
⑤Dスタイル、Z軸、X軸のY軸方向の曲線は各々の公約数的な一つの中心円弧のみで処理するもの、II類でZ軸はR720mm、X軸はR1,026mmのものなど。

⑥Eスタイル、Z軸、X軸のY軸方向の曲線は、中心円と副心円とも各々公約数的な曲線とするもの、例えば、IV類のZの中心円は、R1,060mm、副心円はR420mm、Xの中心円は、R1,200mm、副心円はR480mmとしたものである。

4、これからの展開

これらの計測は、金網の座姿測定器、油土による成型計測、体圧分布による検討など多年計測していたが、計測値が移動するので、計測した計数をX、Z軸の各点にY軸曲線を合板、桜材で曲線を制作し、固有の曲線で、比較検討してきた。

今後は、①人体寸法、L、M、F、Sスケールと、X、Z軸のY曲線数値を有機的計数の相関々係を再検討する。②夫婦の寸法差、例えばM、Fにした場合の、テーブル、食卓などの高さ椅子寸法との関係、③肘掛けの関係寸法、④座枠のあり方、椅子張り施工、クッション性とセットスプリングの研究、⑤筋電計を使って、筋活動の計測などより科学的に追求、調査し、修正を重ねてより確かなものに育てるつもりである。



写2 桜材と合成樹脂板製のIV座姿測定器による Σ stage