

論文題目 ヒト骨盤の形態学的研究

—寛骨臼蓋曲率中心と腸骨翼との関係—

指導教官 黒川 高秀教授

昭和58年4月

東京大学大学院医学系研究科

第3種博士課程 (医学)

第三臨床医学専攻入学

氏名 上 井 謙 治

①

論文題目 Morphological study of human pelvis
--- the relationship between acetabular
curvature center and iliac wing ---

ヒト骨盤の形態学的研究
—寛骨臼蓋曲率中心と腸骨翼との関係—

指導教官 黒川高秀教授

昭和58年4月

東京大学大学院医学系研究科

第3種博士課程（医学）

第三臨床医学専攻入学

氏名 上井 謙治

目 次

要 旨	---	---	---	---	1
緒 言	---	---	---	---	2
材 料 と 方 法	---	---	---	---	2
結 果	---	---	---	---	8
考 察	---	---	---	---	9
結 論	---	---	---	---	1 3
文 献	---	---	---	---	1 4
図 の 説 明	---	---	---	---	1 6
表 の 説 明	---	---	---	---	1 8
図 1	---	---	---	---	1 9
図 2	---	---	---	---	2 0
図 3	---	---	---	---	2 1
図 4	---	---	---	---	2 2
図 5	---	---	---	---	2 3
図 6 A	---	---	---	---	2 4
図 6 B	---	---	---	---	2 5
図 6 C	---	---	---	---	2 6
図 6 D	---	---	---	---	2 7
図 6 E	---	---	---	---	2 8
図 7	---	---	---	---	2 9
図 8	---	---	---	---	3 0
図 9	---	---	---	---	3 1
図 1 0	---	---	---	---	3 2
図 1 1	---	---	---	---	3 3
図 1 2	---	---	---	---	3 4
図 1 3	---	---	---	---	3 5
図 1 4	---	---	---	---	3 6
図 1 5	---	---	---	---	3 7
図 1 6	---	---	---	---	3 8
図 1 7	---	---	---	---	3 9
図 1 8	---	---	---	---	4 0
表 1	---	---	---	---	4 1
表 2	---	---	---	---	4 2
表 3	---	---	---	---	4 3
表 4	---	---	---	---	4 4

要 旨

我が国においては一次性変形性股関節症は極めて稀で、全体の90%はいわゆる、脱臼性股関節症である。この理由を日本人と白人の骨盤形態の差に求める意見もある。また、一般に一次性変形性股関節症は白人でも日本人でも、女性に多いと言われる。そこで、コンピューターを導入した三次元計測装置によって、まず、日本人の骨盤形態の分析を行った。

材料は、近代日本人男性50例、女性50例(計100例)の晒浄骨標本の骨盤を用いた。解析方法は主としてMartinの計測点に基づいて計測点22個を標本上に設定して、それらの位置を3次元計測装置を用いて計測し、計測値から本研究に關与すると考えられる17種の形態学的パラメーターを幾何学的に計算して求めた。このパラメーターの性差の有無をt検定で判定した。

結果は、性差が存在しなかったパラメーターは上前、上後、下後腸骨棘幅と寛骨臼の臼蓋曲率中心間距離であった。性差が明確に存在したパラメーターは小骨盤腔横径(臼窩間距離、ISCHION間距離、坐骨中央間距離)、腸骨翼傾斜角及び寛骨臼の臼蓋曲率半径であった。

寛骨臼の骨盤に対する傾斜を表す臼蓋曲率中心から上前、上後、下後腸骨棘の形成する三角形の重心に向うベクトルの傾きと長さは性差がなかった。

以上から男性では大骨盤が発達し、女性では小骨盤の発達していることが明かとなった。股関節へ加わる合力は臼蓋曲率中心間距離や腸骨翼傾斜角が關係するが、男性は女性より合力が小さく、力学的に有利なことが分かった。

緒言

ヒトの骨盤は二足で体の重力に抗して起立位を保持しつつ，目的地へ移動する二足歩行のため，進化の途中で四足動物とは著しく変化した．新井の報告²⁾に見るように，ヒト骨盤と四足動物の骨盤の主たる相違点は，発達した腸骨翼と寛骨臼にある．本来二足の歩行は力学的に非常に不安定な移動動作で，体に加わる重力と二足に加わる床反力との均衡が骨盤を介して成立している．骨盤内の主たる力の伝達路は仙腸関節部と両側の寛骨臼で構成されている⁴⁾⁷⁾⁸⁾．この骨盤内の力の伝達路に異常が存在するとき，骨盤周辺に連結する脊柱の諸関節と両下肢諸関節は，これを補うため大きい負担を強制されることとなる．長年にわたるこのような負担の強制は変形性股関節症を起す誘因の1つと考えられている²⁾．

このような一次性変形性股関節症は欧米では高率に発生し⁶⁾，変形性股関節症の最も重要な因子となっている．一方，我が国では一次性変形性股関節症は極めて稀で，全体の90%は先天性股関節脱臼や先天性臼蓋形成不全に由来する¹²⁾．このような人種差は何に起因するのであろうか．骨盤形態や骨軟骨の力学的あるいは生物学的な脆弱性の差などが考えられるが，明解な説明はまだされていない．一方，一般に一次性変形性股関節症は白人でも日本人でも，女性に多いと言われる¹⁾⁹⁾．本研究では骨盤形態の人種差を調べる基礎として，まず，日本人における骨盤形態の計測や男女差の検討を行った．

材料と方法

1. 材料の選択

材料は東京大学解剖教室に於て蒐集した近代日本成人の男性50例，女性50例総計100例の晒浄した両側寛骨と仙骨であった．材料の選択に当たり，性別の不明のもの，異常変形，病的欠損などが見られたもの，及び20才未満のものは除外した．

2. 計測方法

両側寛骨及び仙骨(図1A, 1B)を恥骨連合部と仙腸関節部でしっかり

と接合した状態に復元するために、強力なゴムバンドまたは糸を用い4ヶ所で固定した。更に計測中復元状態が変わらないように、粘土で標本を計測台に固定した(図2A, 2B)。仙骨と両側寛骨を連結して復元した標本をマクダネル ダグラス社(McDonnell Douglas)製3space[®]の3次元計測装置(図3A)の台の上に置き、計測した。プロッターピース(図3B)で計測点をプロットして、その位置の3次元座標値をコンピューターに入力した(図4)。この3次元座標値をもとに、各項目を数量化⁵⁾して統計学的に検定(t検定)した。

計測パラメーターは主としてMartin¹¹⁾の骨格計測点に従い、22点(表1, 図5, 図7~図18)を設けて、以下に述べる17項目(表2, 図6)とした。

3. 計測に用いた数式

A 二点間の距離の計算式

点P(X_1, Y_1, Z_1)と点Q(X_2, Y_2, Z_2)の間の距離の計算は次の計算式を用いた。

$$PQ = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2} \quad \text{----- 数式A}$$

B 2直線のなす角の計算式

点P(X_1, Y_1, Z_1)と点Q(X_2, Y_2, Z_2)を通る直線1の関係式は以下の式で表される。

$$x = x_1 + f_1 s$$

$$y = y_1 + g_1 s$$

$$z = z_1 + h_1 s$$

$$\text{ここで, } f_1 = X_2 - X_1 \quad g_1 = Y_2 - Y_1 \quad h_1 = Z_2 - Z_1$$

sは媒介変数である。

点M(X_3, Y_3, Z_3)と点N(X_4, Y_4, Z_4)を通る直線2の関係式は以下の式で表される。

$$x = x_2 + f_2 t$$

$$y = y_2 + g_2 t$$

$$z = z_2 + h_2 t$$

$$\text{ここで, } f_2 = X_4 - X_3 \quad g_2 = Y_4 - Y_3 \quad h_2 = Z_4 - Z_3$$

tは媒介変数である.

この直線1と直線2のなす角は次の公式から導いた.

$$\theta = \cos^{-1} \frac{f_1 f_2 + g_1 g_2 + h_1 h_2}{\sqrt{(f_1^2 + g_1^2 + h_1^2)(f_2^2 + g_2^2 + h_2^2)}} \quad \text{----- 数式B}$$

C 四面体(三角錐)の外心の計算式

同一平面上にない4頂点を通る四面体(三角錐; いわゆる4つの三角形平面)の外心は同一平面上にない3つの稜の各垂直二等分面を作ると, この3つの平面が交わる点である. この交点は4頂点を通る四面体の外接球の中心であり, 曲率中心である. この交点から頂点に至る等しい長さは外接球の半径であり, 曲率半径である. 従って, 曲率中心(x, y, z)の座標は次に表した3つの平面の方程式を満足する連立方程式の解である.

$$\begin{array}{ll} \text{平面1} & a_1 x + b_1 y + c_1 z + d_1 = 0 \\ \text{平面2} & a_2 x + b_2 y + c_2 z + d_2 = 0 \\ \text{平面3} & a_3 x + b_3 y + c_3 z + d_3 = 0 \end{array} \quad \text{----- 数式C}$$

ここで, (a_1, b_1, c_1) , (a_2, b_2, c_2) , (a_3, b_3, c_3) は平面1, 平面2, 平面3の法線ベクトルである.

D 三角形の内心の計算式

三角形の頂点Pの座標 (X_1, Y_1, Z_1) , 頂点Qの座標 (X_2, Y_2, Z_2) と頂点Rの座標 (X_3, Y_3, Z_3) から, その内心点の座標(x, y, z)は次の計算式を用いて求めた.

$$\left. \begin{array}{l} X = \frac{1}{3}(X_1 + X_2 + X_3) \\ Y = \frac{1}{3}(Y_1 + Y_2 + Y_3) \\ Z = \frac{1}{3}(Z_1 + Z_2 + Z_3) \end{array} \right\} \text{----- 数式D}$$

E 二点間のベクトルの計算式

点P(X_1, Y_1, Z_1)から点Q(X_2, Y_2, Z_2)に向うベクトルは次の計算式を用いて求めた。

$$\vec{PQ} = (X_2 - X_1, Y_2 - Y_1, Z_2 - Z_1) \text{ ----- 数式E}$$

ベクトルの大きさ(長さ)は二点間距離の求め方に準じて、数式Aを用いて計算した。

$$|PQ| = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2} \text{ ----- 数式A}$$

\vec{PQ} のX軸角度は次の式を用いて計算した。

$$\cos^{-1} \frac{X_2 - X_1}{\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2}} \text{ ----- 数式F}$$

\vec{PQ} のY軸角度は次の式を用いて計算した。

$$\cos^{-1} \frac{Y_2 - Y_1}{\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2}} \text{ ----- 数式G}$$

\vec{PQ} のZ軸角度は以次の式を用いて計算した。

$$\cos^{-1} \frac{Z_2 - Z_1}{\sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2}} \text{ ----- 数式H}$$

4. 計測パラメーターの計測方法(図6A, 6B, 6C, 6D, 6E)

1) 右腸骨稜点Ischion間距離(図6A)

右腸骨稜の前額面の最も外側に突出する点(以下腸骨稜点と略す)と右Ischion間の直線的距離である。数式Aを用いて計算した。

2) 左腸骨稜点Ischion間距離(図6A)

左腸骨稜点と左Ischion間の直線的距離である。数式Aを用いて計算

した。

3) 右腸骨翼傾斜角 (図 6 A)

右腸骨稜点右Ischion間の直線と両Ischion間の直線 (右Ischion と左Ischion間の直線) との成す角である。数式Bを用いて計算した。

4) 左腸骨翼傾斜角 (図 6 A)

左腸骨稜点左Ischion間の直線と両Ischion間の直線との成す角である。数式Bを用いて計算した。

5) 下後腸骨棘幅 (図 6 B)

右下後腸骨棘の隆起点と左下後腸骨棘の隆起点間の直線的距離である。数式Aを用いて計算した。

6) 上後腸骨棘幅 (図 6 B)

右上後腸骨棘の隆起点と左上後腸骨棘の隆起点間の直線的距離である。数式Aを用いて計算した。

7) 上前腸骨棘幅 (図 6 C)

右上前腸骨棘の隆起点と左上前腸骨棘の隆起点間の直線的距離である。数式Aを用いて計算した。

8) 下前腸骨棘幅 (図 6 C)

右下前腸骨棘の隆起点と左下前腸骨棘の隆起点間の直線的距離である。数式Aを用いて計算した。

9) 最大骨盤幅 (図 6 C)

右腸骨稜点と左腸骨稜点間の直線距離である。数式Aを用いて計算した。

10) 臼窩間距離 (図 6 C)

右臼窩中央部の一番深い点 (以下臼窩最深点と略す) と左臼窩最深点間の直線距離である。数式Aを用いて計算した。

11) ISCHION間距離 (図 6 C)

右Ischionの隆起点 と左Ischionの隆起点間の直線的距離である。数式Aを用いて計算した。

12) 坐骨中央間距離 (図 6 C)

右坐骨中央部の下端点と左坐骨中央部の下端点間の直線的距離である。数式Aを用いて計算した。

13) 臼蓋曲率中心間距離 (図 6 C)

数式Cから臼蓋前月点, 臼蓋中月点, 臼蓋下月点と臼窩最深点の4頂点を通る四面体の外心座標 (臼蓋曲率中心) を計算した。次に数式Aから右臼蓋曲率中心と左臼蓋曲率中心間の直線的距離を計算した。

14) 右臼蓋曲率半径 (図 6 D)

右臼窩最深点と右臼蓋曲率中心間の直線的距離である。数式Aを用いて計算した。

15) 左臼蓋曲率半径 (図 6 D)

左臼窩最深点と左臼蓋曲率中心間の直線的距離である。数式Aを用いて計算した。

16) 右臼蓋曲率中心から右下後上後上前腸骨棘で形成する三角形の重心に向うベクトル (図 6 E)

数式Dから右下後, 上後, 上前腸骨棘で形成する三角形の重心座標を計算した。次に右臼蓋曲率中心から右下後, 上後, 上前腸骨棘で

形成する三角形の重心に向うベクトルは、数式Eから求めた。ベクトルのX軸角度、Y軸角度、Z軸角度は数式F、G、Hを用いて求めた。ベクトルの長さは数式Aから計算した。

- 17) 左臼蓋曲率中心から左下後上後上前腸骨棘で形成する三角形の重心に向うベクトル(図6E)
数式Dから左下後、上後、上前腸骨棘で形成する三角形の重心座標を計算した。次に左臼蓋曲率中心から左下後、上後、上前腸骨棘で形成する三角形の重心に向うベクトルは、数式Eから求めた。ベクトルのX軸角度、Y軸角度、Z軸角度は数式F、G、Hを用いて求めた。ベクトルの長さは数式Aから計算した。

結果

1. 腸骨翼(表3)

右腸骨稜点Ischion間距離は男 平均11.5cm, 標準偏差0.80cm(以下 11.5 ± 0.80 cmと表示する), 女 平均10.8cm, 標準偏差0.80cm(以下 10.8 ± 0.8 cmと表示する), 左腸骨稜点Ischion間距離は男 11.6 ± 0.8 cm, 女 11.1 ± 0.9 cmであった。左右とも男性が女性より大きく、かつ男女間に有意差($p < 0.01$)があった。右腸骨翼傾斜角は男 $56.0 \pm 4.5^\circ$, 女 $58.6 \pm 5.6^\circ$, 左腸骨翼傾斜角は男 $55.8 \pm 4.9^\circ$, 女 $59.5 \pm 6.0^\circ$ で、左右とも女性が大きく、かつ男女間に有意差($p < 0.05$)があった。その補角は男性が大きかった。

2. 骨盤の横径(表3)

下後腸骨棘幅は男 8.7 ± 0.7 cm, 女 8.6 ± 1.1 cm, 上後腸骨棘幅は男 8.1 ± 1.0 cm, 女 8.3 ± 1.3 cm, 上前腸骨棘幅は男 22.1 ± 1.8 cm, 女 21.8 ± 1.8 cm, 臼蓋曲率中心間距離は男 15.7 ± 1.0 cm, 女 15.8 ± 1.0 cmで、性差はなかった。

臼窩間距離は男 10.8 ± 1.3 cm, 女 11.7 ± 0.9 cm, ISCHION 間距離は男 10.4 ± 0.8 cm, 女 11.3 ± 1.0 cm, 坐骨中央間距離は男 10.8 ± 1.0 cm, 女 12

.1±1.4cmで性差があり，女性が男性より大きい値を示した(P<0.01).

最大骨盤幅は男 23.5±1.6cm，女 22.5±1.6cmで，男性が女性より大きい値を示した(P<0.05).

3. 寛骨臼 (表3)

寛骨臼の臼蓋曲率半径は男 (左) 2.65±0.17cm, (右) 2.69±0.18cm, 女 (左) 2.36±0.21cm, (右) 2.38±0.15cmで，左右とも男性が女性よりも大きく，かつ男女間に有意差 (p<0.01) があつた.

4. 臼蓋曲率中心から下後上後上前腸骨棘で形成する三角形の重心に向うベクトル (表4)

右側のベクトルのX軸角度は男 153.5±6.9°, 女 154.6±6.6°, Y軸角度は男 75.7±5.7°, 女 76.3±5.5°, Z軸角度は男 69.0±6.6°, 女 69.7±6.1°, ベクトルの長さは男 7.4±0.6cm 女 7.4±0.6cmで，性差はなかつた.

左側のベクトルのX軸角度は男 153.9±10.2°, 女 155.3±7.9°, Y軸角度は男 97.4±6.8°, 女 98.9±6.5°, Z軸角度は男 68.8±6.2°, 女 68.1±7.4°, ベクトルの長さは男 7.3±1.1cm 女 7.5±0.7cmで，性差はなかつた.

考察

1. 計測方法

腸骨翼と寛骨臼の立体的位置の関係を解析するためには，信頼できる骨の形態学的特異点の3次元座標を簡単な操作で多数収録できることが前提条件となる. 更にこの座標値を処理して各点間距離やオイラー角を計算する解析プログラムも必要である. 今までの計測方法 (一般計測器による計測方法^{2) 11) 17) 20)}, Martinの透射器による計測法^{3) 11)}やレントゲンフィルム計測法^{10) 18) 19)}等) では複雑な近似操作を必要とし，多数のデータの計測と解析には多くの困難があつた. 本研究では，今までに使われていない新しい3次元計測装置を使用することで，初めて正確に多数の骨盤

の形態学的特異点の空間座標の計測と解析が可能となった。

2. 性差が存在したパラメーター

二足歩行は体重を二足間で交互に支持し、前方へ移動させる運動であるため、ヒトの骨盤腸骨翼は四足歩行をする動物の腸骨翼に比較して、外側方へ発達したとされている³⁾¹⁰⁾。これは体重の外側支持のモーメントを大きくすることとなり¹¹⁾、歩行の力学的バランスを確保するために効果的な形態である⁴⁾。人類学学者 Martin R.¹¹⁾、新井ら³⁾は腸骨翼の外側方への発達が二足歩行と最も関係が深いと指摘した。久米田¹⁰⁾らは腸骨翼と寛骨臼の形態は密接な関係があるとし、その例として、寛骨臼の形態異常を示す成人臼蓋形成不全症¹⁵⁾では腸骨翼にも特殊な形態異常である、いわゆる腸骨翼の内すぼまり (Inward Wing) を呈する場合が多いと述べている。

左右の腸骨稜点 Ischion 間距離は男性が女性より大きく、左右の腸骨翼傾斜角も男性が女性より外側方へ大きく水平方向に傾斜していた ($p < 0.05$)。これは男性では大骨盤がより発達していることを意味している。

左右の臼窩間距離、ISCHION 間距離、坐骨中央間距離は女性が男性より大きく ($p < 0.01$)、これらはいずれも小骨盤の一部であり、女性では分娩時大きい小骨盤腔が必要であるとする従来の説³⁾を支持している。

3. 性差が存在しなかったパラメーター

性差が存在しなかったのは下後腸骨棘幅、上後腸骨棘幅、上前腸骨棘幅、臼蓋曲率中心間距離であった。下後腸骨棘に付着するのは大殿筋であり、上後腸骨棘に付着するのは強力な仙腸骨結節靭帯と大殿筋の浅部である。大殿筋は全体として腸骨翼の後面で、仙腸関節と大腿骨を強力に連結する構造となっている¹⁴⁾。大腿筋膜張筋は主に上前腸骨棘を中心に付着して、強力な外側支持帯を形成している。下後、上後、上前腸骨棘の各点は大殿筋と仙腸骨結節靭帯、大腿筋膜張筋など強力な筋と靭帯が二足歩行するとき、骨盤の側方安定性に貢献していると考えられる。

下後、上後、上前腸骨棘は骨盤形態上特に隆起したり、或は突出した点

である。これらの3点を更に三次元的に観察すると前額面で外側と内側に位置する点であり、同時に矢状面でも前方と後方に位置する点ともなっている。この3つの点と大腿骨頭の回転中心の間を結ぶ3つのベクトルは股関節で骨盤を回転するとき、前後左右の回転モーメントを安定化させることが出来る。力学的に大腿骨頭の回転中心とこの3点との関連が興味の対象となった。本研究では大腿骨頭の回転中心を計測するため、寛骨臼を詳しく計測し、臼蓋曲率中心と臼蓋曲率半径の関係を調べた。

臼蓋曲率中心は大腿骨頭の回転中心と目されることから、この臼蓋曲率中心と前述した腸骨翼の3つの点で形成する三角形の重心のなす立体的な位置の関係は両点間のベクトルで表されるが、このベクトルの傾きと大きさには性差が存在しなかった。

臼蓋曲率中心間距離は性差が存在しなかった。すなわち、両側の臼蓋曲率中心は骨盤の性差にかかわらず、一定の位置に存在していた。臼蓋曲率半径は男性が女性より大きかった ($P < 0.01$)。従って小骨盤の内腔横径の大きさ（例えば臼窩間距離、ISCHION 間距離、坐骨中央間距離等）が変わると、女性では男性より臼窩間距離が大きいいため、臼蓋曲率半径は逆に小さくなる。

以上、性差が存在しなかった腸骨翼の3点と寛骨臼の形態との立体位置関係をまとめると、骨盤の回転モーメントの中心となる臼蓋曲率中心間距離は性差と無関係で一定であった。下後、上後、上前腸骨棘3点と臼蓋曲率中心の関係はそれぞれ左右、前後の回転モーメントを示すが、この3点が形成する三角形の重心（三角形面積の中心）と臼蓋曲率中心を結ぶベクトルには性差が存在しなかった。

4. 大腿骨頭へ加わる合力と骨盤形態との関係

大腿骨頭へ加わる合力は骨盤中心線と臼蓋曲率中心との距離及び臼蓋曲率中心より股外転筋群の筋力作用方向線への垂線の長さで決定できる¹³⁾。前者は臼蓋曲率中心間距離に相当するが、これに性差はない。後者は腸骨翼傾斜角に関係するが、男性で大きい。本研究のデータは大腿骨頭へ加わる合力が男性でより小さいとする骨盤のX線計測からの報告¹³⁾と一致し

ている。すなわち、骨盤形態計測から男性では女性より力学的に有利であると言える。

5. 日本人と白人の骨盤の比較

骨盤は復元方法により計測値の差異が生じる事もあり、異なった研究での絶対値の比較は困難である。男女における計測値の大小の比較は出来るが、差があるかどうかは統計的検討に頼らなければならない。Martin¹¹⁾、新井²⁾³⁾、司馬¹⁸⁾の研究は計測の平均値の比較はなされているが、 t 検定はされていなかった。従って、性差があるかどうかは不明である。

最大骨盤幅の平均値における男女差は新井の表³⁾によれば、Verneauの白人の骨盤が1.3 cmであり、本研究の日本人骨盤が0.98 cmであった。日本人も白人も男性が女性より大きかった。日本人よりもVerneauの白人の骨盤が大きかった。Martinの標本数が少なかつたため、比較ができなかつた。司馬¹⁸⁾の報告も同じく、最大骨盤幅の平均値は日本人も白人も男性が女性より大きかった。日本人はアメリカの白人より小さかつた。最大骨盤幅における男女差は白人の骨盤が0.8 cmで、日本人骨盤が0.5 cmであった。

腸骨翼角の平均値はMartin¹¹⁾による男女間に大差なしと述べているが、本研究の日本人においては女性より男性の方(補角)が大きく、かつ性差があつた。司馬¹⁸⁾の報告では、骨盤高は日本人もアメリカの白人も男性が女性より大きかつた。腸骨翼は白人も日本人も男性が女性より発達するということが分かつた。

新井の表³⁾によると、骨盤の入口横径と出口横径の平均値はMartinの白人もVerneauの白人も男性が女性より小さかつた。司馬の骨盤腔内径の平均値は白人も日本人も女性が男性より大きかつた。本研究のISCHION間距離と坐骨中央間距離の計測の平均値とは同じ傾向があつた。小骨盤腔は白人も日本人も女性が男性より大きいということが分かつた。

新井の表³⁾によると、上後腸骨棘幅の平均値はVerneauの白人の男性が女性より小さかつた。上前腸骨棘幅の平均値はVerneauの白人の男性が女性より大きかつた。本研究の計測の平均値とは同じな傾向であつた。下前

腸骨棘幅と下前腸骨棘幅はMartinとVerneauの白人のデータが不足のため、比較が出来なかった。

骨盤計測の人種差を解明するには、今後、白人においても本法と同様な解析が必要であろう。

結 論

近代日本人男性50例、女性50例（計100例）の晒浄骨について、骨盤を3次元計測装置を用いて形態的に計測し、分析して、以下の結果を得た。

性差が存在しなかったパラメーターは上前、上後、下後腸骨棘幅と臼蓋曲率中心間距離であった。性差が明確に存在したパラメーターは小骨盤腔横径、腸骨の後外方への発達程度を表す腸骨翼傾斜角、寛骨臼の発達程度を表す臼蓋曲率半径であった。

寛骨臼の位置に関しては、その臼蓋曲率中心が上前、上後、下後各腸骨棘の形成する三角形の重心に向うベクトルは、左右とも長さが約7cm、曲率中心を通る左右方向の軸（X軸）と成す角度が約154度、曲率中心を通る前後方向の軸（Y軸）と成す角度が約98度（左）、75度（右）、曲率中心を通る上下方向の軸（Z軸）と成す角度が約68度であり、男女とも一定の位置に存在することが明かにされた。

以上より、男性では大骨盤が発達し、女性では小骨盤の発達していることが明かとなった。股関節へ加わる合力は臼蓋曲率中心間距離や腸骨翼傾斜角が関係するが、男性は女性より合力が小さく、力学的に有利なことが分かった。

文 献

- 1) Acheson R.M., and Collart A.B.: New Haven survey of joint diseases XVII. Relationship between some systemic characteristics and osteoarthrosis in a general population. *Ann. Rheum. Dis.* 34:379-387, 1975.
- 2) 新井正治: 日本人骨盤の研究, その三. *人類学雑誌* 48:117-146, 1933.
- 3) 新井正治: 日本人骨盤の研究, その四. *人類学雑誌* 48:173-295, 1933.
- 4) Bombelli R., Gerundini M., and Aronson J.: The biomechanical basis for osteotomy in the treatment of osteoarthritis of the hip: Results in younger patients. In *The Hip Society: The hip, Proceedings of the 12th Open Scientific Meeting of The Hip Society, The C. V. Mosby Co., St. Louis, 1984, pp.18-42.*
- 5) Bowyer A., and Woodwark J.: PROGRAMMER の幾何学入門. 外山みさ子訳, 啓学出版, 東京, 1987, pp98-126.
- 6) Heine J.: Über die Arthritis deformans. *Virchows Arch.* 260:521-663, 1926.
- 7) 池田明德: 構築学的にみた股関節の機能的形態. *日整会誌* 56:21-35, 1982.
- 8) Inman V.T.: Functional aspects of the abductor muscles of the hip. *J. Bone Joint Surg.* 29:607-619, 1947.
- 9) Jørring K.: Osteoarthritis of the hip. *Acta Orthop. Scand.* 51:523-530, 1980.
- 10) 久米田秀光, 船山完一, 宮城島純, 北純, 細越悠夫, 村上享, 鳩田俊一: 成人臼蓋不全股の骨盤形態の特徴. *臨整外* 21: 67-75, 1986.

- 11) Martin R.: Leherbuch der Anthropologie, Band 11. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1959, pp. 1065-1078.
- 12) Nakamura S., Ninomiya S., and Nakamura T.: Primary osteoarthritis of the hip joint in Japan. Clin. Orthop. 241:190-196.
- 13) 二ノ宮節夫, 田川宏, 宮永豊, 関直樹: 人工股関節の骨頭位と骨頭にかかる合力について. 日整会誌 50:15-20, 1976.
- 14) 野間清邦: 日本人仙腸関節の外科的局所解剖的研究. 日整会誌 29: 377-406, 1945.
- 15) 大根田豊: 股関節接触分布についての三次元解析—白蓋面回転術の生体力学的検討. バイオメカニズム学会誌 12:138-145, 1988.
- 16) Radin E.L.: Biomechanics of the human hip. Clin. Orthop. 152: 28-34, 1980.
- 17) Schulter-Ellis F.P., Hayek L.C., and Schmidt B.S.: Determination of sex with a discriminant analysis of new pelvic bone measurements: Part II. Journal of Forensic Sciences, JFSCA 30:178-185, 1985.
- 18) 司馬良一, 広畑和志, Hoaglund F.T.: 日本人と白人の変形性股関節症の発生頻度の比較. 日関外誌 4: 253-261, 1985.
- 19) 田中清介, 岡正典, 浜弘通, 嶋充浩, 廣藤栄一, 糸数万正, 三木堯明, 好井寛, 喜多寛, 宗円聰: 正常と変形性股関節症の股関節CT. 整形外科 31: 61-68, 1980.
- 20) Thieme F.P., and Schull W.J.: Sex determination from the skeleton. Human Biol. 29:242-273, 1957.

図の説明

- 図1. 日本成人の晒浄した両側寛骨と仙骨，復元する前の状態を示す．Aは内面，Bは外面である．
- 図2. 復元した骨盤モデル．外固定による復元及び計測台への固定状態を表す．恥骨結合部及び仙腸関節部に挿入物を使用しなかった．Aは前面，Bは後面である．
- 図3. マクダネル ダグラス社製 (McDonnell Douglas, USA) の3次元計測装置(3Space®)を示す．計測台，プロッターピース，とキーパッドから構成される．精度は位置について0.8mm，角度について0.5°の誤差がある．計測台の測定範囲は50cm x 50cm x 25cmである．Aは3次元計測装置とコンピューターを示す．Bはプロッターピースとキーパッドを示す．
- 図4. 復元した標本をマクダネル ダグラス社製の3space®の3次元計測台の上に置き，計測した．プロッターピースで計測点をプロットして，その位置の3次元データをコンピューターに入力した．この3次元座標値をもとに，各項目を数量化した．
- 図5. 計測点の位置を示す．① 右腸骨稜点，② 左腸骨稜点，③ 右Ischion，④ 左Ischion，⑤ 右下後腸骨棘，⑥ 左下後腸骨棘，⑦ 右上後腸骨棘，⑧ 左上後腸骨棘，⑨ 右上前腸骨棘，⑩ 左上前腸骨棘，⑪ 右下前腸骨棘，⑫ 左下前腸骨棘，⑬ 右臼窩最深点，⑭ 右臼蓋前月点，⑮ 右臼蓋下月点，⑯ 右臼蓋中月点，⑰ 左臼窩最深点，⑱ 左臼蓋前月点，⑲ 左臼蓋下月点，⑳ 左臼蓋中月点，㉑ 右坐骨中央，㉒ 左坐骨中央である．
- 図6. 表2の計測パラメーターを示す．Aは右(左)腸骨稜点，右(左)腸骨翼傾斜角の計測方法を示す．Bは下後腸骨棘幅，上後腸骨棘幅の計測方法を示す．Cは上前腸骨棘幅，下前腸骨棘幅，最大骨盤幅，臼窩間距離，ISCHION間距離，坐骨中央間距離，臼蓋曲率中心間距離の計測方法を示す．Dは右(左)臼蓋曲率半径の計測方法を示す．Eは右(左)臼蓋曲率中心の下後，上後，

上前腸骨棘で形成する三角形の重心に向うベクトルの計測方法を示す。

- 図 7. 腸骨稜点の位置を示す。腸骨稜の前額面の最も外側に突出する点である。
- 図 8. Ischionの位置を示す。腸坐恥の3骨が癒合して、その中心が寛骨の内面に隆起する点である。
- 図 9. 下後腸骨棘の位置を示す。下後腸骨棘の隆起する点である。
- 図 10. 上後腸骨棘の位置を示す。上後腸骨棘の隆起する点である。
- 図 11. 上前腸骨棘の位置を示す。上前腸骨棘の隆起する点である。
- 図 12. 下前腸骨棘の位置を示す。下前腸骨棘の隆起する点である。
- 図 13. 臼窩最深点の位置を示す。臼窩中央の一番深い点である。
- 図 14. 臼蓋前月点の位置を示す。月状面の上前部の最外側の点である。
- 図 15. 臼蓋中月点の決め方を示す。前月下月の最端部の2点を結ぶ直線の中点で垂線を立て、これと交わる月状面の最外側の点である。
- 図 16. 臼蓋中月点の位置を示す。図 15 のように位置を設定した。
- 図 17. 臼蓋下月点の位置を示す。月状面の下前部の最外側の点である。
- 図 18. 坐骨中央の位置を示す。坐骨中央部の下縁の点である。

表の説明

- 表 1. 本研究に用いた計測点である。主としてMartin の定義に従って選んだ計測点と本研究のために定義した計測点である。
* 本研究のために定義した計測点である（点の位置は図5に参照）。
- 表 2. 表1の計測点を基準にした計測パラメーターである。（各パラメーターは図6に参照）。
- 表 3. 計測パラメーターNo.1~15の判定結果である。性差の存在しなかった項目は下後腸骨棘幅，上後腸骨棘幅，上前腸骨棘幅，臼蓋曲率中心間距離であった。他の項目はすべて性差があった。
- 表 4. 計測パラメーターNo.16,17の判定結果である。いずれも性差が存在しなかった。

図 1 . 晒浄寛骨と仙骨
(A) 内面



(B) 外面



図 2. 復元した骨盤
(A) 前面



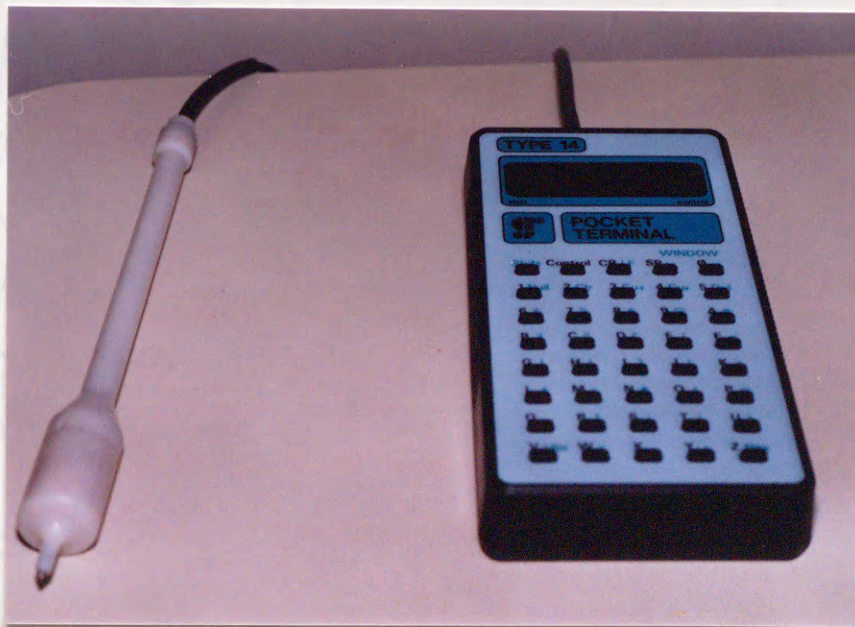
(B) 後面



図 3 . 3 次元計測装置
(A) 計測台



(B) プロッターピースとキーパッド



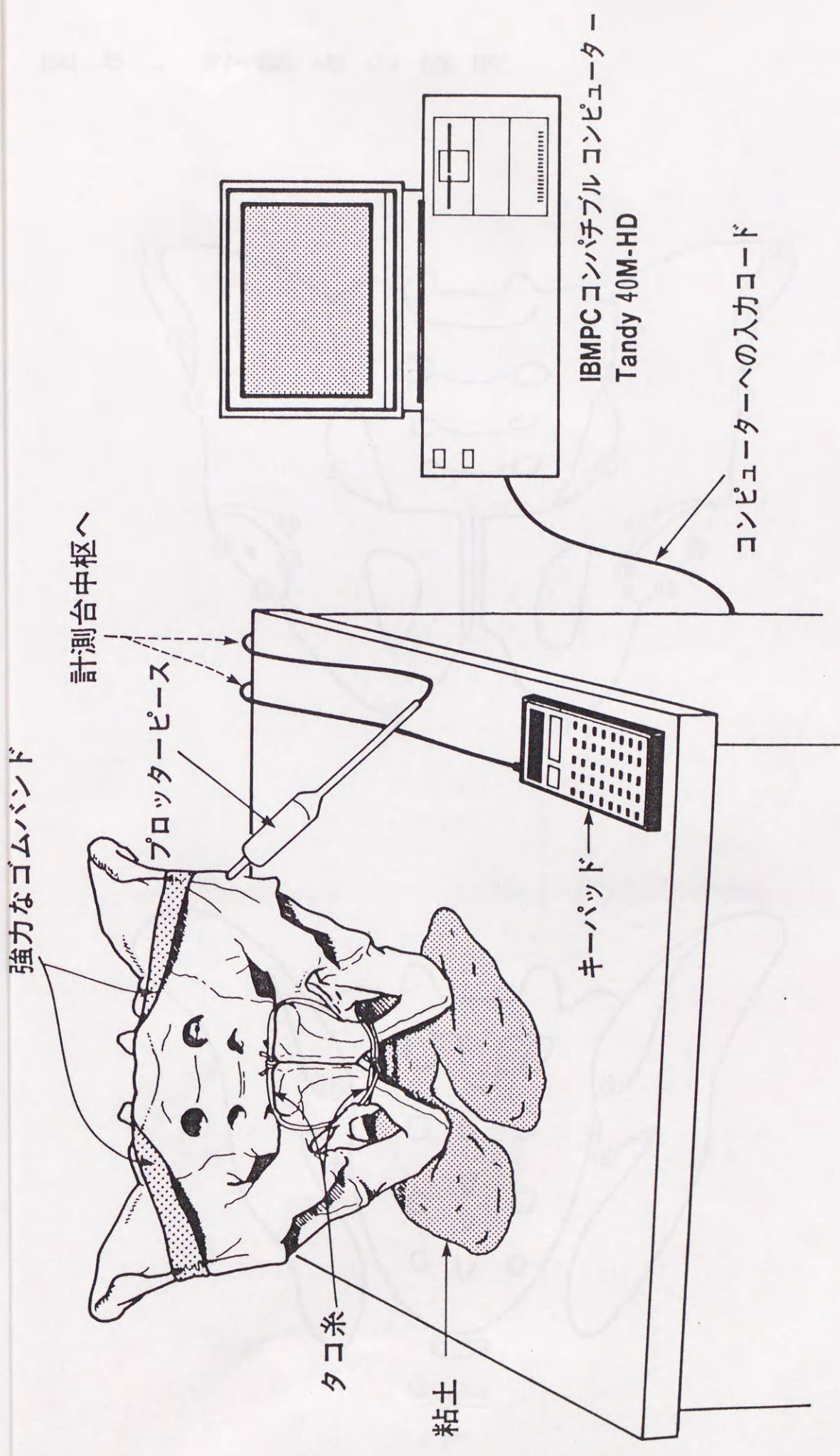
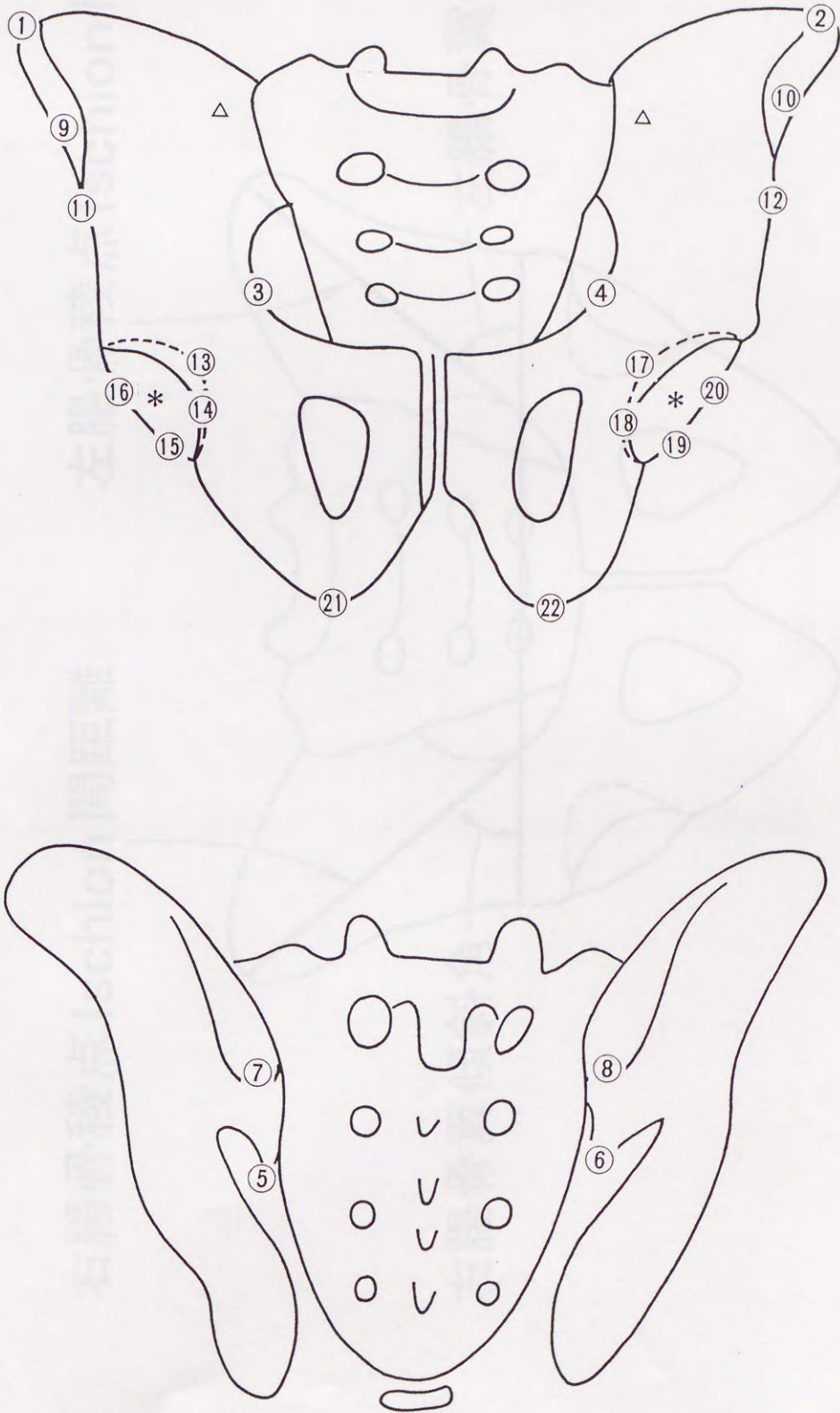


図 4 復元した骨盤と三次元計測装置

図 5 . 計測点の位置



右腸骨稜点 Ischion 間距離

左腸骨稜点 Ischion 間距離

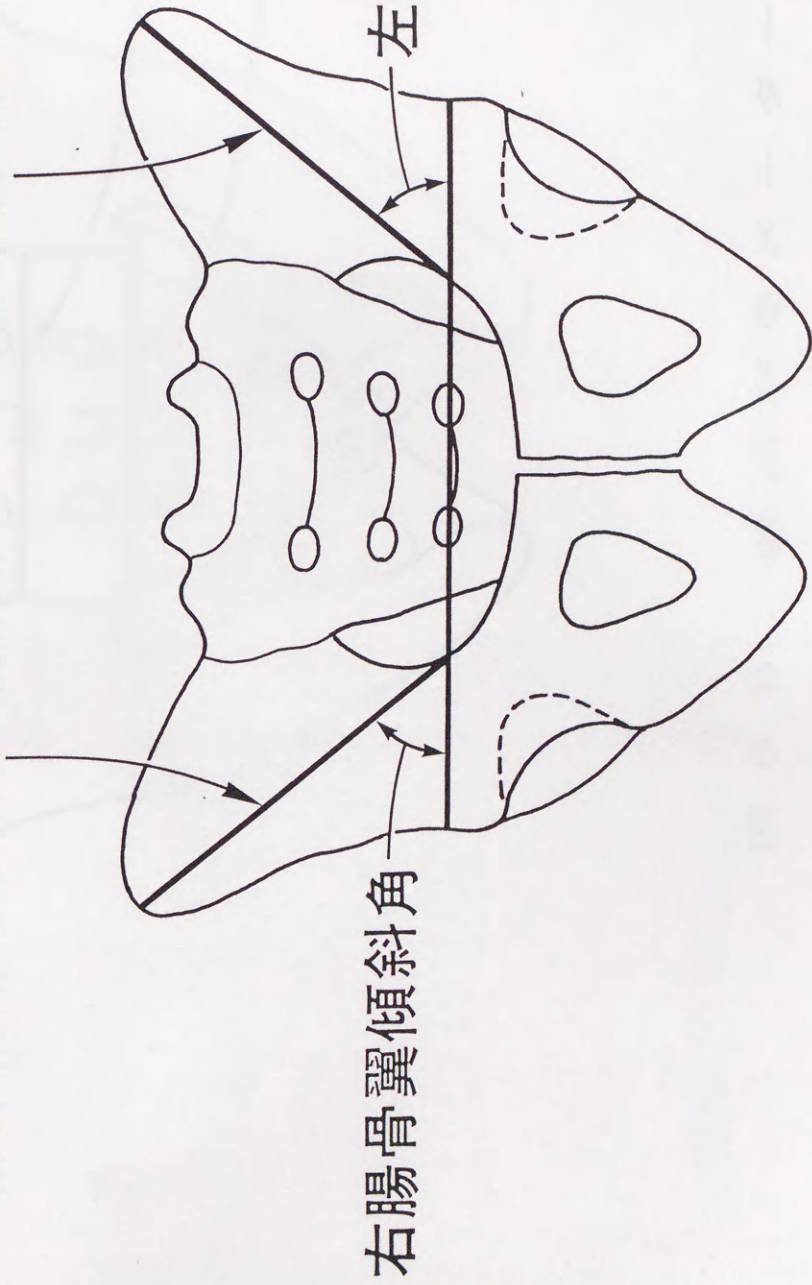


図 6 A . 計測パラメーター

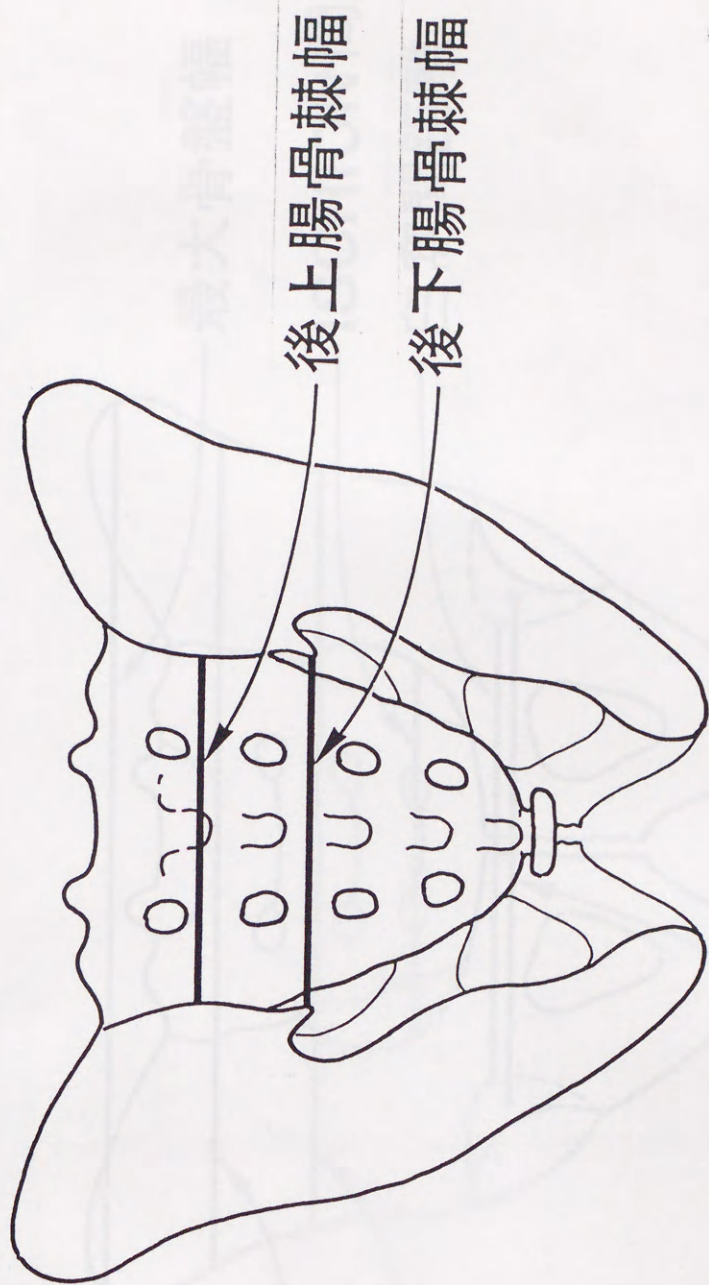


圖 6 B . 計測パラメーター

右臼蓋曲率半径

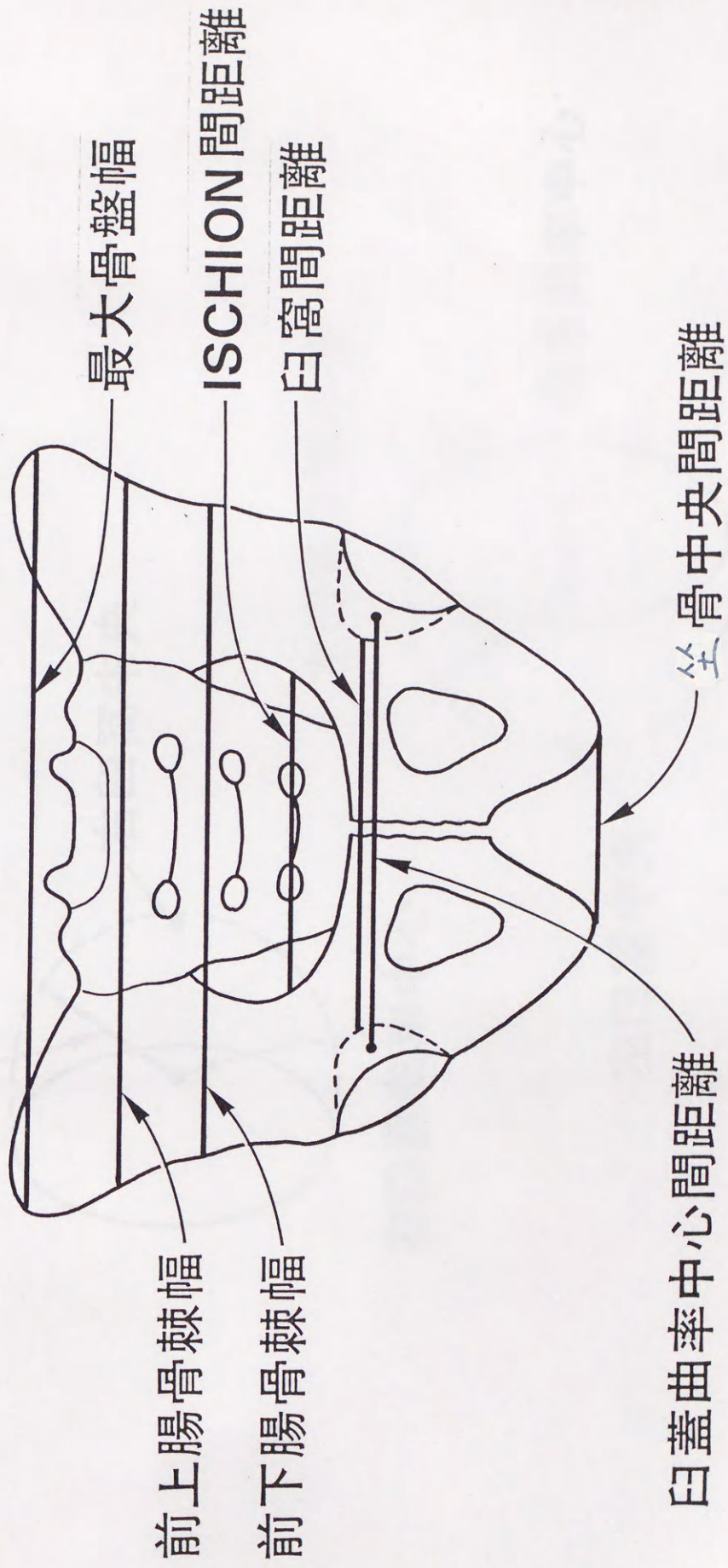


図 6 C . 計測パラメーター

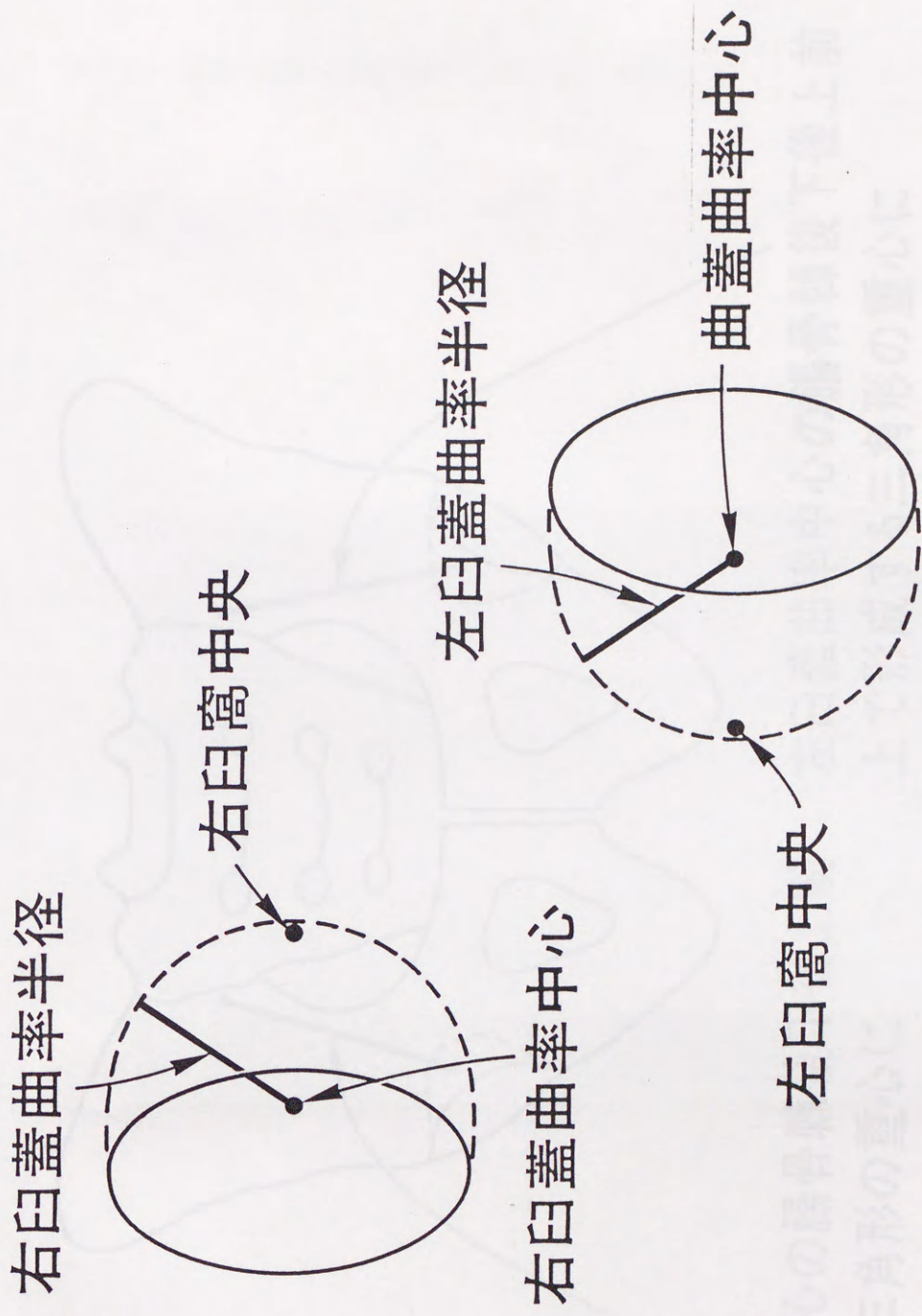
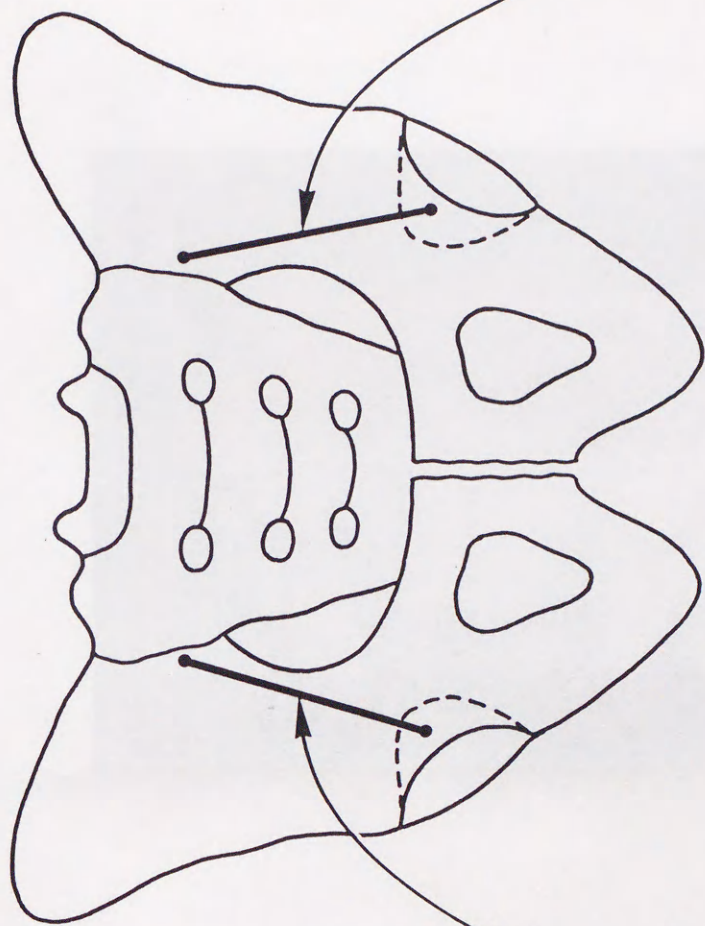


図 6 D . 計測パラメーター



右臼蓋曲率中心の腸骨棘後下後上前
 上で形成する三角形の重心に
 向うベクトル

左臼蓋曲率中心の腸骨棘後下後上前
 上で形成する三角形の重心に
 向うベクトル

図 6 E . 計測パラメーター

図 7 . 腸骨稜点の位置



図 8 . I S C H I O N の 位 置



図 9 . 後下腸骨棘の位置



図 10 . 後上腸骨棘の位置



図 1 1 . 前上腸骨棘の位置



図 1 2 . 前下腸骨棘の位置



図 1 3 . 臼窩中央点の位置

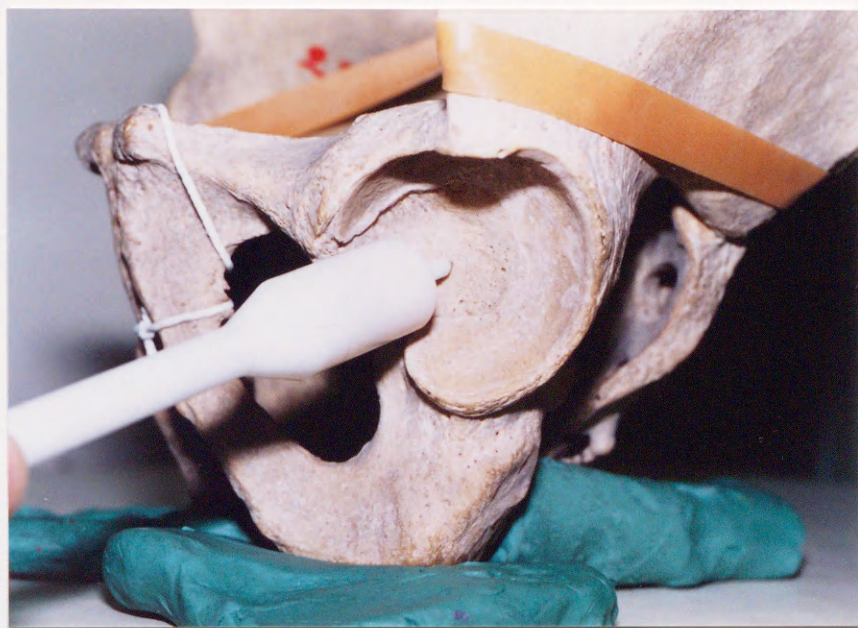


図 1-4 . 臼蓋前月点の位置

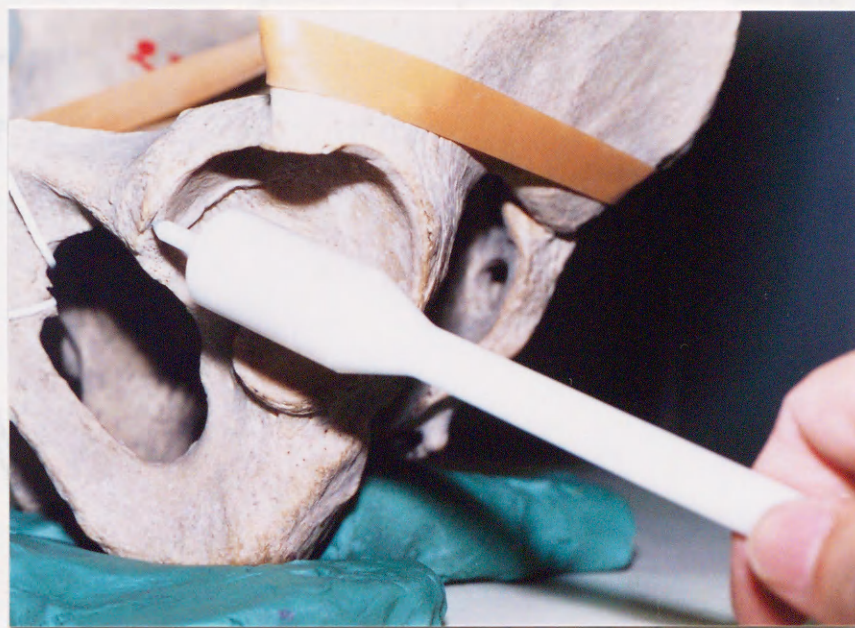


図 15 寛骨臼の計測点

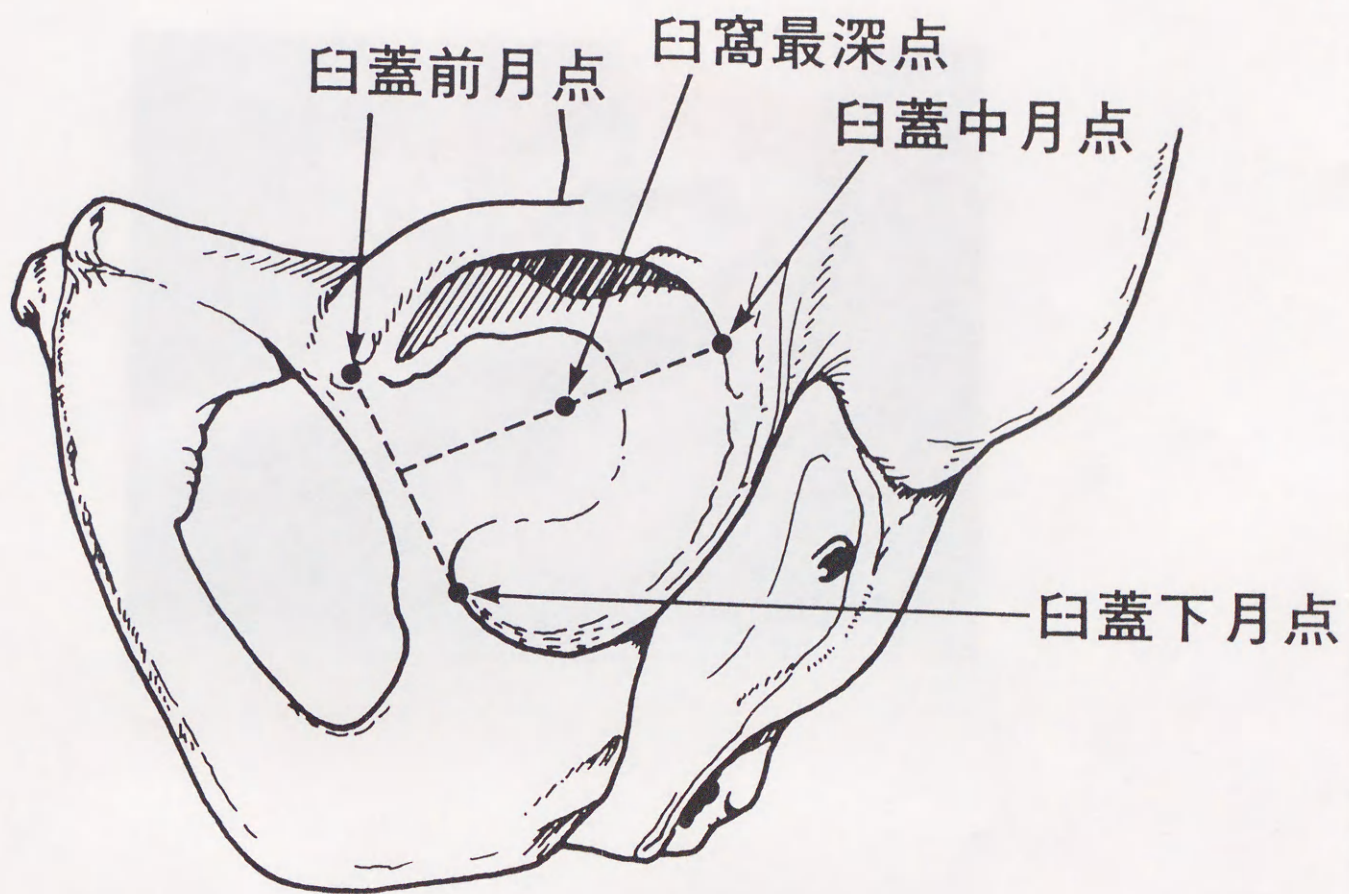


図 15 寛骨臼の計測点

図 1 6 . 白蓋中月点の位置



図 1 7 . 白 蓋 下 月 点 の 位 置



図 1 8 . 坐骨中央の位置



表 1 . 計測点

計測点			
右腸骨稜点*	左腸骨稜点*	右Ischion	左Ischion
右下後腸骨棘	左下後腸骨棘	右上後腸骨棘	左上後腸骨棘
右上前腸骨棘	左上前腸骨棘	右下前腸骨棘	左下前腸骨棘
右臼窩最深点	左臼窩最深点	右臼蓋前月点*	左臼蓋前月点*
右臼蓋中月点*	左臼蓋中月点*	右臼蓋下月点*	左臼蓋下月点*
右坐骨中央	左坐骨中央		
* 研究のために定義した計測点			
腸骨稜点	腸骨稜の前額面の最も外側に突出する点		
臼蓋前月点	月状面の上前部の最外側の点		
臼蓋下月点	月状面の下前部の最外側の点		
臼蓋中月点	前月点と下月点の2点を結ぶ直線の中点で垂線を立て、これと交わる月状面の最外側の点		

表 2 . 計 測 パ ラ メ ー タ ー

計測パラメーター	
1	右 腸 骨 稜 点 Ischion 間 距 離 右 腸 骨 稜 点 と 右 Ischion 間 の 直 線 的 距 離
2	左 腸 骨 稜 点 Ischion 間 距 離 左 腸 骨 稜 点 と 左 Ischion 間 の 直 線 的 距 離
3	右 腸 骨 翼 傾 斜 角 右 腸 骨 稜 点 右 Ischion 間 の 直 線 と 両 Ischion 間 の 直 線 と の 成 す 角
4	左 腸 骨 翼 傾 斜 角 左 腸 骨 稜 点 左 Ischion 間 の 直 線 と 両 Ischion 間 の 直 線 と の 成 す 角
5	下 後 腸 骨 棘 幅 右 下 後 腸 骨 棘 と 左 下 後 腸 骨 棘 間 の 直 線 的 距 離
6	上 後 腸 骨 棘 幅 右 上 後 腸 骨 棘 と 左 上 後 腸 骨 棘 間 の 直 線 的 距 離
7	上 前 腸 骨 棘 幅 右 上 前 腸 骨 棘 と 左 上 前 腸 骨 棘 間 の 直 線 的 距 離
8	下 前 腸 骨 棘 幅 右 下 前 腸 骨 棘 と 左 下 前 腸 骨 棘 間 の 直 線 的 距 離
9	最 大 骨 盤 幅 右 腸 骨 稜 点 と 左 腸 骨 稜 点 間 の 直 線 距 離
10	白 窩 間 距 離 右 白 窩 最 深 点 と 左 白 窩 最 深 点 間 の 直 線 的 距 離
11	ISCHION 間 距 離 右 Ischion と 左 Ischion 間 の 直 線 的 距 離
12	坐 骨 中 央 間 距 離 右 坐 骨 中 央 と 左 坐 骨 中 央 間 の 直 線 的 距 離
13	白 蓋 曲 率 中 心 間 距 離 右 白 蓋 曲 率 中 心 と 左 白 蓋 曲 率 中 心 間 の 直 線 的 距 離
14	右 白 蓋 曲 率 半 径 右 白 窩 最 深 点 と 右 白 蓋 曲 率 中 心 間 の 直 線 的 距 離
15	左 白 蓋 曲 率 半 径 左 白 窩 最 深 点 と 左 白 蓋 曲 率 中 心 間 の 直 線 的 距 離
16	右 白 蓋 曲 率 中 心 から 右 下 後 上 後 上 前 腸 骨 棘 で 形 成 す る 三 角 形 の 重 心 に 向 う ベ ク ト ル 16-1 ベ ク ト ル の X 軸 角 度 16-2 ベ ク ト ル の Y 軸 角 度 16-3 ベ ク ト ル の Z 軸 角 度 16-4 ベ ク ト ル の 長 さ
17	左 白 蓋 曲 率 中 心 から 左 下 後 上 後 上 前 腸 骨 棘 で 形 成 す る 三 角 形 の 重 心 に 向 う ベ ク ト ル 17-1 ベ ク ト ル の X 軸 角 度 17-2 ベ ク ト ル の Y 軸 角 度 17-3 ベ ク ト ル の Z 軸 角 度 17-4 ベ ク ト ル の 長 さ

表 3 . 計測パラメーターの判定結果 (1)
 (♀) n=50 (♂) n=50 **: Significant(p<0.01)
 *: Significant(p<0.05) NS: Not Significant

No.	パラメーター	性別	平均	標準偏差	t	判定
1	右腸骨稜点 Ischion間距離 (cm)	♀	10.790	0.798	4.327	**
		♂	11.475	0.786		
2	左腸骨稜点 Ischion間距離 (cm)	♀	11.070	0.877	3.43	**
		♂	11.639	0.778		
3	右腸骨翼傾斜角 (°)	♀	58.580	5.610	2.567	*
		♂	55.960	4.541		
4	左腸骨翼傾斜角 (°)	♀	59.500	5.961	3.388	**
		♂	55.801	4.905		
5	下後腸骨棘幅 (cm)	♀	8.632	1.097	0.314	NS
		♂	8.689	0.679		
6	上後腸骨棘幅 (cm)	♀	8.296	1.319	1.037	NS
		♂	8.059	0.936		
7	上前腸骨棘幅 (cm)	♀	21.80	1.791	0.725	NS
		♂	22.06	1.817		
8	下前腸骨棘幅 (cm)	♀	17.602	1.031	2.071	*
		♂	18.095	1.327		
9	最大骨盤幅 (cm)	♀	22.523	1.642	2.442	*
		♂	23.495	1.636		
10	臼窩間距離 (cm)	♀	11.668	0.938	3.97	**
		♂	10.787	1.258		
11	ISCHION間距離 (cm)	♀	11.253	0.998	4.877	**
		♂	10.376	0.788		
12	坐骨中央間距離 (cm)	♀	12.126	1.375	5.664	**
		♂	10.790	0.945		
13	臼蓋曲率中心間 距離 (cm)	♀	15.806	1.024	0.483	NS
		♂	15.708	0.997		
14	右臼蓋曲率半径 (cm)	♀	2.384	0.150	9.212	**
		♂	2.690	0.180		
15	左臼蓋曲率半径 (cm)	♀	2.356	0.213	7.654	**
		♂	2.650	0.170		

$t_{0.05} = 1.984, t_{0.01} = 2.627$

表 4 . 計測パラメーターの判定結果 (2)

(♀) n=50 (♂) n=50

** : Significant (p<0.01)

* : Significant (p<0.05)

NS : Not Significant

No.	パラメーター	性別	平均	標準偏差	t	判定
16 右臼蓋曲率中心から右腸骨棘下後上後上前で形成する三角形の重心に向うベクトル						
	ベクトルのX軸角度 (°)	♀	154.612	6.625		
		♂	153.543	6.978	0.786	NS
	ベクトルのY軸角度 (°)	♀	76.341	5.473		
		♂	75.712	5.726	0.561	NS
	ベクトルのZ軸角度 (°)	♀	69.694	6.057		
		♂	69.027	6.554	0.528	NS
	ベクトルの長さ (cm)	♀	7.441	0.590		
		♂	7.394	0.546	0.415	NS
17 左臼蓋曲率中心から左腸骨棘下後上後上前で形成する三角形の重心に向うベクトル						
	ベクトルのX軸角度 (°)	♀	155.249	7.846		
		♂	153.868	10.187	0.759	NS
	ベクトルのY軸角度 (°)	♀	98.919	6.448		
		♂	97.367	6.746	0.660	NS
	ベクトルのZ軸角度 (°)	♀	68.081	7.378		
		♂	68.813	6.214	0.536	NS
	ベクトルの長さ (cm)	♀	7.514	0.651		
		♂	7.297	1.121	1.184	NS

$t_{98}(0.05) = 1.984, t_{98}(0.01) = 2.627$

