

## 体量配分計を用いた人体運動の研究

— 体癖の数値的評価手段の開発 —

川崎医療短期大学 一般教養

國末 浩・湯浅泰生・秋政邦江

(平成11年9月30日受理)

An Evaluation System for Human Body Movement  
Based on Weight Variance Patterns  
— Numerical Evaluation of Several ways of Moving —

Hiroshi KUNISUE, Yasuo YUASA and Kunie AKIMASA

*Department of General Education, Kawasaki College of Allied Health Professions,  
Kurashiki, Okayama, 701-0194, Japan  
(Received on September 30, 1999)*

### 概 要

6点体量配分計は、体重を左右の前足部と後足部に分けて測定する配分計で、前の部分を2分して、左右の親指への配分量が測定できるようにした装置である。これを用い、立姿態勢(随意運動)を保つために生じる不随意運動を数値的に評価する解析を行った。数値的評価手段として、偏回帰係数、相関係数、予測係数を採用した。個性的な動きの異なる4名について、始めに開閉の状態を決定し、前後、左右、捻れの各配分差と各配分量との線型関係および時系列の結果を用いて解析を行った。その結果、自然立姿の状態では、個性と考えられる開閉の状態を保つための調整動作が、個性的な各配分差として現れている事を示すことができた。開閉とは、股関節(骨盤)周辺の筋肉の緊張弛緩による骨盤の開閉の動きのことである。股関節周辺の筋肉が緊張すると、同じ側の足の親指への配分量が増えると考えて定義した量である。

### Abstract

We have advanced the measurement system to estimate the individual trait. We first aimed at analyzing the moving pattern of one's hip joint in keeping standing posture naturally. This was done by investigating the linearity between the difference of the open-close weight due to hip joint and each weight distributed.

In this way, we could analytically show one's partial characteristic movement such as weighing front, weighing right and weighing twist etc. which we considered adjusting movement to keep one's first hip joint situation.

### 1. 緒言

著者らは立姿などの有為動作(随意動作)を保持したり、動作をスムーズに行おうとして現れ

る無為動作(不随意運動)に着目して,人体運動の構造(仕組み)を解明する研究を続けている<sup>1-4)</sup>。

立姿動作は人間の有為動作の基本であると考えられる。立姿態勢を保つために無為動作として生じる前後,左右の重さの変動などの中に,個性と呼ばれるようなものを含んだ人体運動を特徴づける隠された情報がある。重心の変動の測定・分析や体量配分計による配分量の測定・分析などは,隠された情報を読み取って解析するための方法である。

野口<sup>5,6)</sup>は人間が他の動物と異なり立姿動作ができるのは,足の親指の第1中足骨が支点となるように働く筋肉に力が入ることによるという観点から,体重計の左右前足部に掛かる重さを親指とその他の指に分けて,左右後足部に掛かる重さと共に測定できる6点体量配分計(6点配分計)を作った。

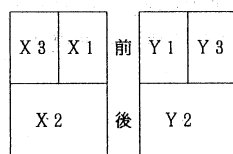
立姿態勢で,股関節が緊張すると,親指の配分量が増えると推測できる。第1中足骨を支点として,立姿のバランスを保つために,股関節周辺の筋肉の緊張弛緩による骨盤の開閉と捻れの動き及びその捻れに連動した肩周辺の筋肉の緊張弛緩による捻れの動きは,重心変動の要素に含まれていると推測される。骨盤の開閉の動きを開閉という名称で,骨盤の捻れと肩の捻れを考慮した捻れの動きを捻れという名称で分類した。

我々は6点配分計を用いて,開閉及び捻れについて新たな評価手段を開発し報告した<sup>7)</sup>。

今回は,左右差,前後差,捻れ差および開閉差の度合いの程度と各配分量との線型関係の度合い及び時系列解析の線型関係の度合いを図形表示し,立姿態勢時に生じる不随意運動の個人的な特徴を開閉の様式や度合いを基本のパラメーターにして特定化する手段を開発した。この解析手段と前回報告した評価手段を用いれば,緊張(吸息の最終段階を維持した状態),弛緩(呼息の最終段階を維持した状態),挙上(両腕の肘を伸ばして体の前方から耳の横まで上げた状態),左右の倒し,左右の捻り,前屈,しゃがみなどの有為動作時に現れる無為動作の特徴の解析的評価が可能となり,立姿態勢における人体運動の仕組みや個性的な動きの類推が今までよりも詳しくできるようになると考えられる。本研究の目的は,この無為動作に含まれる特徴と体癖<sup>8)</sup>との関連を解明し,個性的動作や人体運動の構造を解きあかすことによって,体癖に起因していると言われている感受性的特徴や動作・行動の特定を可能にすることで,人間が生き生きと生きていけるようにするための方法を見いだすことにある。

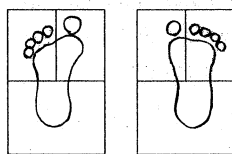
## 2. 実験方法

### 1) 配分量の定義



左

右



左

右

図1 6点配分計の配分量

測定時の足の位置

測定体重配分量の割合を考慮するので,全体重が100となるように標準化した配分量を図1に示したように左の配分量X1, X2, X3, 右の配分量Y1, Y2, Y3とし, X1を左親指, Y1を右親指の配分量とすれば, つぎの各

配分差が定義できる。

$$\text{左右差} = (Y_1 + Y_2 + Y_3) - (X_1 + X_2 + X_3)$$

$$\text{前左右差} = (Y_1 + Y_3) - (X_1 + X_3)$$

$$\text{後左右差} = Y_2 - X_2$$

$$\text{前後差} = (X_1 + X_3 + Y_1 + Y_3) - (X_2 + Y_2)$$

$$\text{右前後差} = (Y_1 + Y_3) - Y_2$$

$$\text{左前後差} = (X_1 + X_3) - X_2$$

$$\text{開閉差} = (X_2 + X_3 + Y_2 + Y_3) - (X_1 + Y_1)$$

$$\text{左開閉差} = (X_2 + X_3) - X_1$$

$$\text{右開閉差} = (Y_2 + Y_3) - Y_1$$

$$\text{捻れ差 A} = (X_1 + X_3 + Y_2) - (Y_1 + Y_3 + X_3)$$

$$\text{捻れ差 B} = (X_1 + Y_2 + Y_3) - (Y_1 + X_2 + X_3)$$

ここで、立姿動作時に無為動作でバランスをとる時に、左右の配分量で、前後の配分が逆になるものを捻れAとした。これは前後左右の偏りを調整しようとして生じる無為運動であると考えられ、10のパターンがある<sup>7)</sup>。これらの量からは配分量での捻れは分かるが、腰と肩の捻れの関係は分からない。

親指の配分量が大きい側の腰は逆側の腰より内転の度合いが大きく、腰と同じ側の肩は逆側の肩より外転の度合いを大きくして立姿でのバランスをとっている態勢があるので、この態勢を評価する量として捻れBと定義した。右の親指の配分量が左の親指の配分量より大きく、左の親指以外の配分量の和が右の親指以外の配分量の和より大きい場合と、それぞれが逆の場合がある。

## 2) 解析係数

各配分差Dと各配分量 $X_i, Y_i$ の相関関係を調べるために、配分差と6個の配分量との線型関係から偏回帰係数 $R_{ij}$ 、配分差と各配分量との線型関係から相関係数 $C_{ij}$ を求めた。また、時系列解析の線型予測から予測係数 $P_i$ を求めた。それぞれの関係式は以下に示したものである。

### a) 偏回帰係数 R

$$D = R_{x_1}X_1 + R_{x_2}X_2 + R_{x_3}X_3 + R_{y_1}Y_1 + R_{y_2}Y_2 + R_{y_3}Y_3 + c$$

### b) 相関係数 C

$$D = C_{x_i}X_i + c \quad \text{or} \quad D = C_{y_i}Y_i + c$$

### c) 予測係数 P

$$D_n = \sum_{i=1}^k P_i D_{n-1}$$

予測の誤差が最小となるように $P_i$ を定める。

### 3) 測定とデータの記録

配分計は左右を平行にしその外端が被測定者の肩幅とほぼ同じ幅となるように配置した場合が、被測定者の自然立姿態勢であったので、その配置で測定した。測定は連続動作を記録するために、6個のメーターの変動をビデオカメラで記録し、ビデオ静止画像から各データを採録した。

個性的動作に違いのある4名について、自然体立姿の状態で約1分間、連続した配分量を記録した。採録されたデータの合計(体重)には変動が認められた。しかし、その変動幅はほぼ5%以内であった。

### 4) 評価係数の図形表示(解析図形)

図2と図3で表される評価図形は前後、左右、捻れ、開閉等の変動の様子を明示するために、我々が開発して報告したものである<sup>7)</sup>。

前述の配分差のうち、左右差、前後差、捻れ差A、捻れ差Bおよび開閉差について解析した。図4は偏回帰係数と相関係数を座標軸を同じにして図形表示したものである。それぞれ破線は1の値を表しており、実線が係数の値を定数倍して表示してある。相関係数は絶対値で表示した。図5は5個前までの予測係数をグラフ化して表示したものである。

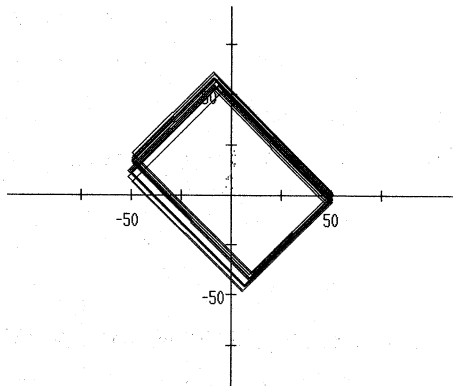
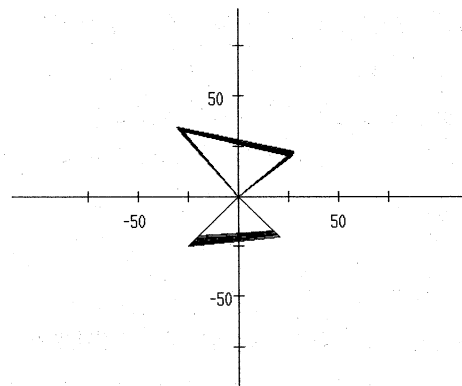


図2 (a)前後、左右の評価図形



(b)捻れ、開閉の評価図形

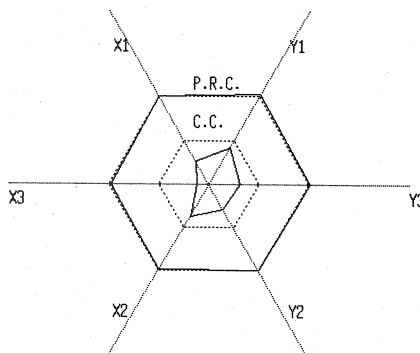


図3 偏回帰係数と相関係数の解析図形

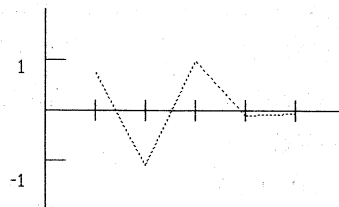


図4 予測係数の解析図形

### 3. 結果と考察

個性的動作の異なる4名の自然体立姿の状態では約1分間の配分量の変化を5秒間隔で採録したデータを用いて、表1は各配分差の平均値と標準偏差(SD)を表したものであり、表2は各捻れパターン<sup>7)</sup>の出現頻度の割合を表したものである。図5は前回報告した評価図形と今回用いた解析図形を各配分差について、個人毎に一覧としたものである。

表1 4名の自然立姿時に現れた各配分差の平均値と標準偏差(SD)

	A氏		B氏		C氏		D氏	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
左右差	0.2	1.5	0.6	2.3	3.5	1.8	3.4	1.4
前後差	12.6	5.7	-0.1	5.3	1.4	6.0	-12.8	1.4
捻れA差	16.0	2.6	3.3	2.7	1.1	1.7	-4.3	1.4
捻れB差	-5.6	1.9	9.3	1.3	-0.5	1.5	-4.7	1.2
開閉差	58.8	3.2	52.8	4.5	54.9	3.5	68.8	1.9

表2 4名の自然立姿時に現れた各種捻れの出現頻度の割合

T	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
A氏	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	1.0	0.0
B氏	0.0	0.47	0.27	0.0	0.33	0.0	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
C氏	0.0	0.13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.06	0.19	0.0	0.0	0.06	0.0
D氏	0.0	0.0	0.0	0.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.77	0.0

#### A氏について

表1, 表2より、前後差は12.6ポイントあり前重心である。捻れAにT2(のパターン)が100パーセント現れており、捻れA差は16ポイントである。捻れBにT11が100パーセント現れており、捻れB差は-5.6ポイントである。開閉差は58.8ポイントである。

解析図形より得られる特徴は、左右差ではRでX3, Y1に、CでX2, Y1にある。Pは前3以降にある。前後差ではRでX2, Y3に、CでX2, Y1にある。Pにはない。捻れ差AではRでX1, Y3に、CでX1, X2, X3にある。Pは前3以降にある。捻れ差BではRでX1に、CでX1, X2, Y3にある。Pは前4以降にある。開閉差ではPでX1, Y1に、CでX1, X2, Y1にある。Pにはない。

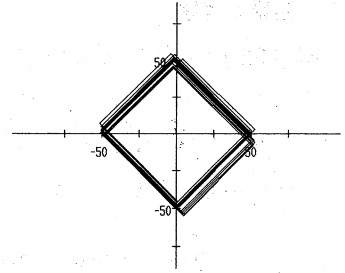
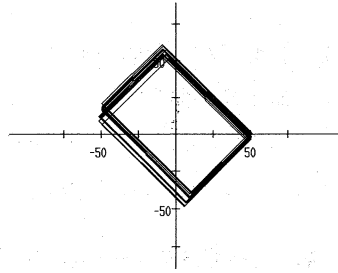
評価図形と以上の結果から、右の股関節を少し緊張させ、重心を前に置き、左の股関節の弛緩を調整しながら立姿状態を保っていると考えられる。前重心を維持するために生じたと考えられる左右差(X3, X2, Y1(への配分量の微調整))と捻れ差(X1, Y3)による調整は3呼吸程前から行っていると考えられる。

#### B氏について

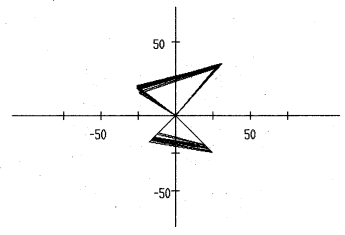
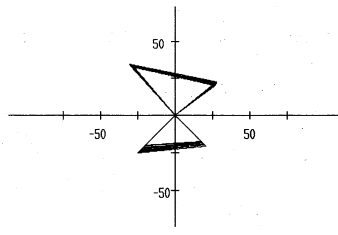
表1, 表2より、捻れB差は9.3ポイントであり、開閉差は52.8ポイントである。捻れAにT2が47パーセント、T5が33パーセント現れている。捻れBにT12が100パーセント現れている。開閉差は52.8ポイントである。

解析図形より得られる特徴は、左右差ではRでX1, X3, Y1に、CでX1にある。Pに

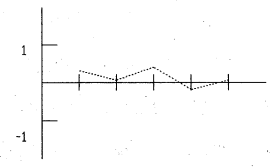
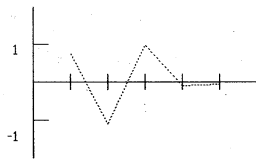
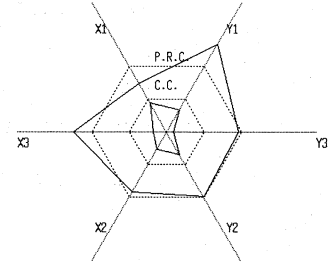
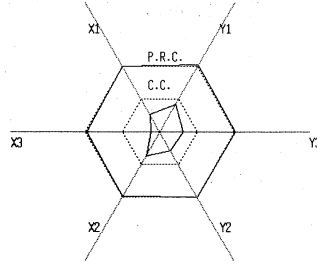
評価図形(a)



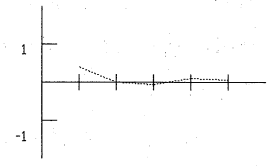
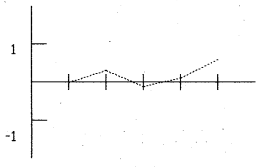
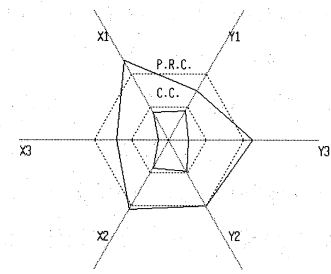
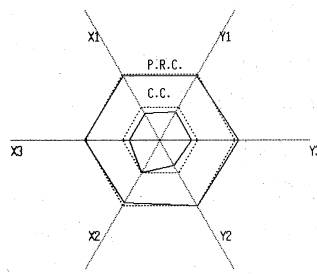
評価図形(b)



左右差



前後差

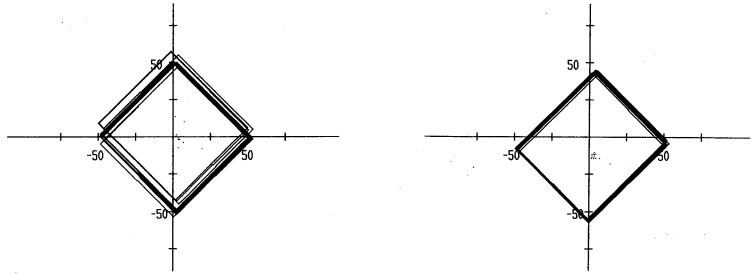


A氏

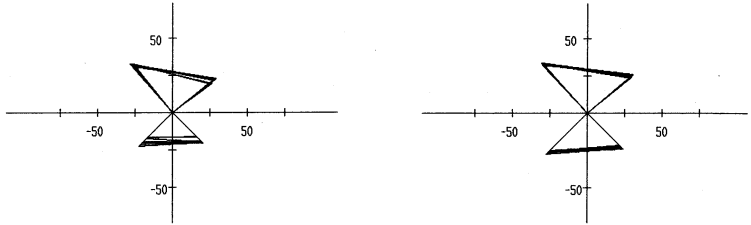
B氏

図5 4名の自然立姿時の評価図形と解析図形

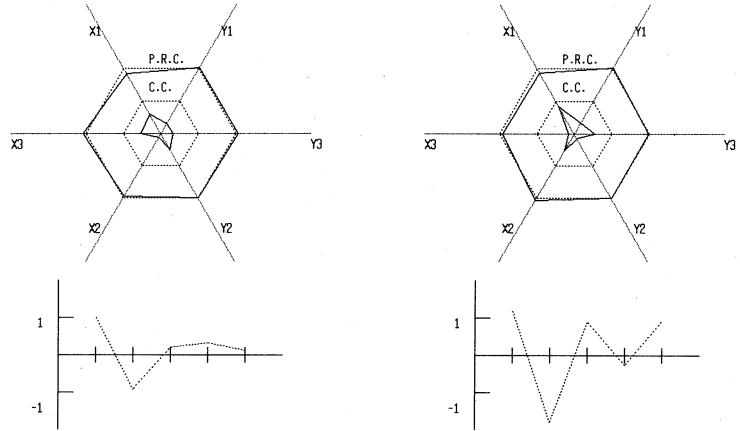
評価図形(a)



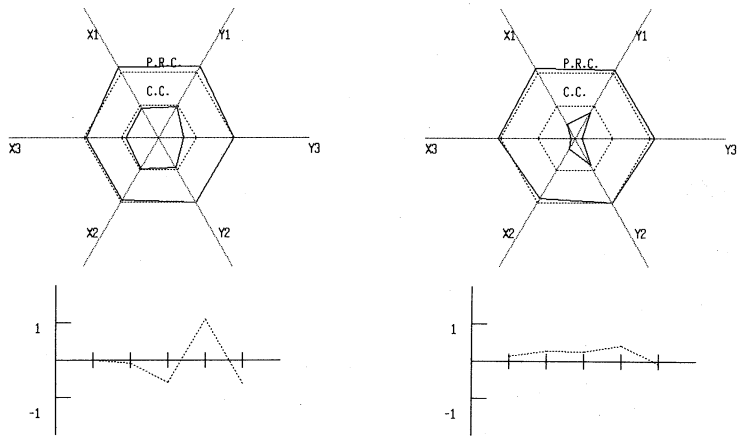
評価図形(b)



左右差



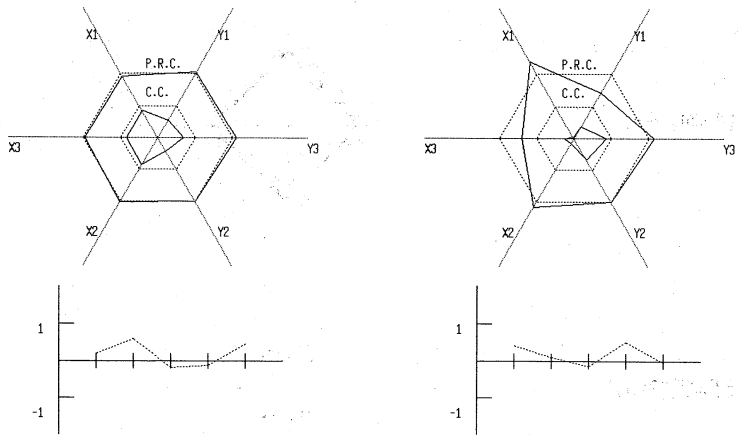
前後差



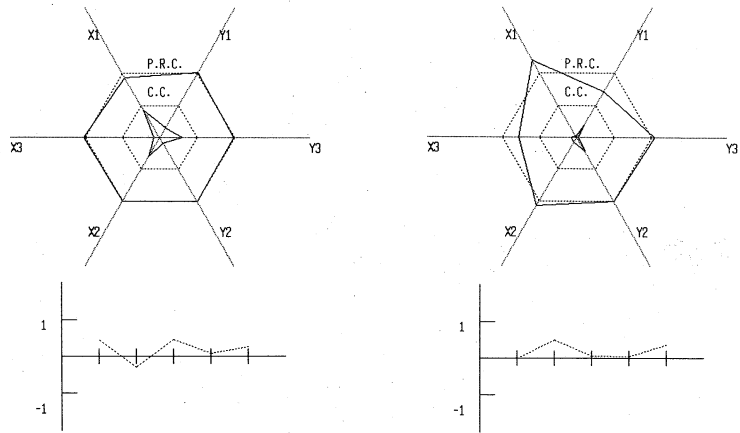
C氏

D氏

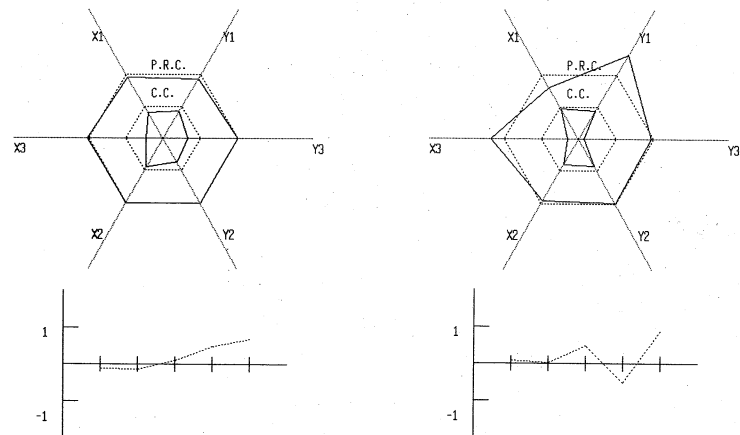
捻れA差



捻れB差



開閉差

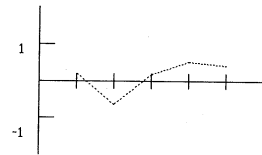
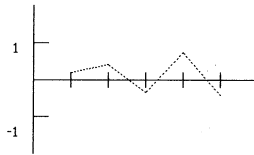
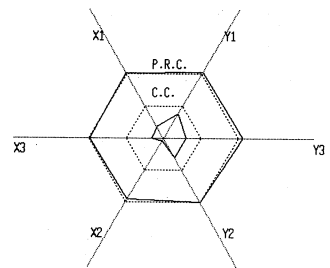
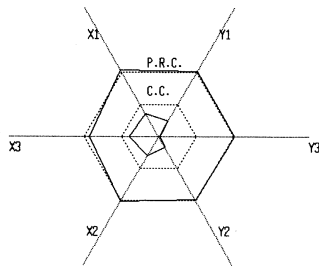


A氏

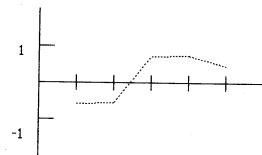
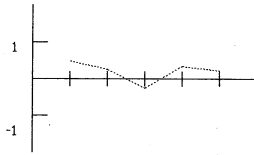
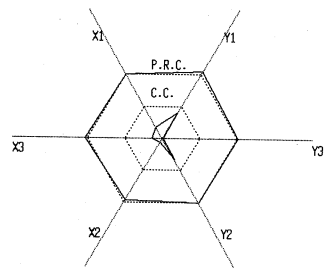
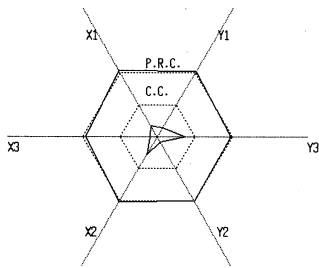
B氏



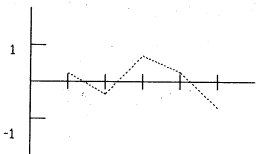
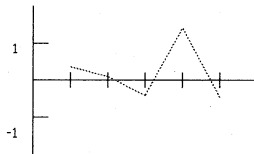
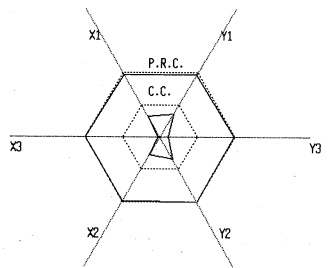
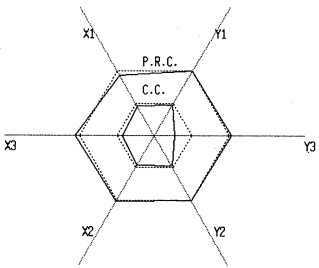
捻れA差



捻れB差



開閉差



C氏

D氏

はない。前後差ではRでX1, X3, Y1に, CでX1, X2, Y1, Y2にある。Pにはない。捻れA差ではRでX1, X3, Y1に, CでY3にある。Pは前3以前にある。捻れB差ではRでX1, X3, Y1にあり, Cにはない。Pは前3以降にある。開閉差ではRでX1, X3, Y1に, CでX1, X2, Y1, Y2にある。Pは前3以前にある。

評価図形と以上の結果から, 左右の股関節を緊張させて, しかも左の股関節の緊張度合いをより調節しながら立姿状態を保っていると考えられる。開閉差(X1, Y1)は3呼吸以前の状態で調整していると考えられる。両股関節の微調整によると考えられる捻れ差(X1, X3, Y1)は3呼吸以降に行っていると考えられる。

#### C氏について

表1, 表2より, 開閉差は54.9ポイントである。

解析図形より得られる特徴は, 左右差ではRでX1にあり, Cにはない。Pは前3以降にある。前後差ではRでX1, Y1に, CでX1, X2, Y1, Y2にある。Pは前2以前にある。捻れA差ではRでX1, X2に, Cにはない。Pは前5以降にある。捻れB差ではX1, X2に, Cにはない。Pはない。開閉差ではX1, X3に, CでX1, X2, X3, Y1, Y3にある。Pは前2以前にある。

評価図形と以上の結果より, 左右の股関節の緊張弛緩を同時に行う様式で立姿状態を保っていると考えられる。前後差(X1, X2, Y1, Y2), 開閉差(X1, X2, X3, Y1, Y3)は2呼吸前までの状態で, 左右差(X1)は3呼吸以降の状態, 捻れ差(X1, X2)は常に調整を行っていると考えられる。

#### D氏について

表1, 表2より, 前後差は-12.8ポイントである。捻れAにT4が54パーセント現れており, 捻れA差は-4.3ポイントである。捻れBにT11が77パーセント現れており, 捻れB差は-4.7ポイントである。開閉差は68.8ポイントである。

解析図形より得られる特徴は, 左右差ではRでX1, X2に, CでX1にある。Pは前2にある。前後差ではRでX1, X2, Y1, Y3に, CでY1, Y2にある。Pはない。捻れA差ではRでX2, Y3に, CでY1にある。Pは前3以前と以降にある。捻れB差ではRでX2, Y1に, CでY1にある。Pは前3以前と以降にある。開閉差ではRでX1, Y1に, CでY1, Y2にある。Pは前3以前と以降にある。

評価図形と以上の結果から, 左右の股関節を弛緩させた状態で, 重心を後に置き, 立姿状態を保っていると考えられる。左右差(X2)は2呼吸前で, 捻れ差(X2, Y3)と開閉差(Y2)は3呼吸毎に調整していると考えられる。

#### 4. 結語

開閉という股関節周辺の緊筋肉の緊張弛緩についての情報を基にすれば, 立姿態勢を保持するという有為動作の中に現れる左右差, 前後差, 捻れ差について, 各配分差と各配分量との線

型解析結果を用いてより詳しく評価できることが確認された。

ゆえに、開閉の様式や度合いが個性を特徴づける基本となる変数の1つであることが確認された。そして、個人の特徴的な開閉の状態を保とうとして生じる調整作用と考えられる無為運動が各人の個性を特徴づける動きの基になっていると考えられる。

立姿時における上半身と下半身のバランスも問題も、開閉の状態に応じて調整されていると考えられるので、このことを解析的に評価する手段開発を今後の課題の一つにしたい。

本研究は開閉と捻れについての評価手段の開発を主目的としたので、特定の人の各種条件下でのデータは配分量の規格化の資料としたが、この評価法を用いた検討は次回報告する予定である。

## 5. 参考文献

- 1) 國末 浩, 高田和郎, 吉井 致: 体量配分と運動焦点の解析(その1), 川崎医学会誌一般教, 11: 43-53, 1985.
- 2) 國末 浩, 高田和郎, 吉井 致: 体量配分と運動焦点の解析(その2), 川崎医学会誌一般教, 12: 29-39, 1986.
- 3) 國末 浩, 高田和郎, 吉井 致: 体量配分と運動焦点の解析(その3), 川崎医学会誌一般教, 13: 69-80, 1987.
- 4) 國末 浩, 湯浅泰生: 母音のFFTスペクトルを用いた体運動の構造解析システム, 川崎医学会誌一般教, 20: 73-78, 1994.
- 5) 野口晴哉: 「体運動の構造1, 2」, 東京: 株式会社全生, 1974.
- 6) 野口晴哉: 「体癖 上」, 東京: 株式会社全生, 1974.
- 7) 國末 浩, 湯浅泰生, 秋政邦江: 体量配分計を用いた人体運動の研究, 川崎医療短期大学紀要, 18: 11-18, 1998.