

## 美しい歩き方に関する研究 加速度計による評価法

|      |   |
|------|---|
| 著者   | 木村 昭穂, 長谷川 明, 和田 敬世, 坂本 禎智, 小嶋 高良, 川守田 礼子, 柄本 和吉  |
| 著者別名 | KIMURA Akio, HASEGAWA Akira, WADA Takayo, SAKAMOTO Yoshinori, KOJIMA Koryo, KAWAMORITA Reiko, TSUKAMOTO Kazuyoshi |
| 雑誌名  | 八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要  |
| 巻    | 4   |
| ページ  | 137-140   |
| URL  | <a href="http://id.nii.ac.jp/1078/00002393/">http://id.nii.ac.jp/1078/00002393/</a>                               |

# 美しい歩き方に関する研究

—— 加速度計による評価法 ——

木村 昭穂\*・長谷川 明\*\*・和田 敬世\*  
坂本 禎智\*\*・小嶋 高良\*\*・川守田 礼子\*\*\*  
柄本 和吉\*\*\*\*

## A Study on the Method of the Beautiful Walking

—— Estimation Method by Using Potable Acceleration Device ——

Akio KIMURA\*, Akira HASEGAWA\*\*, Takayo WADA\*,  
Yoshinori SAKAMOTO\*\*, Koryo KOJIMA\*\*, Reiko KAWAMORITA\*\*\*  
and Kazuyoshi TSUKAMOTO\*\*\*\*

### Abstract

This paper presents the measurement of the walking that uses the potable acceleration device and the estimation method of walking.

By measuring the walking which uses the potable accelerometer device, the walking action was able to be grasped. In addition, the measured data of the walking made the walking evaluation on progressing direction, the deflection of the body in right and left, up and down movement possible.

**Key words**: walking, potable acceleration device, walking evaluation

### 1. はじめに

最近、食文化の発展により栄養過多による病気が多くなり、健康維持のために歩行が取り上げられている。健康な身体を維持するためには、古くから食事に気をつけ、適度に運動することが良いとされている。まず、食事による健康については、主に偏食をしないようバランスの取れた食事を心がけることである。次に、運動による健康については、歩くことが基本とされている。私達は日常の生活の中で、より自然な運動を行っている。この運動の大部分は、歩行である。歩行は、背筋を伸ばし、腕を振って歩くことにより、体全体の筋肉を活動させるからである。「歩行」は、健常者であれば誰でもが可能である。特に、突然の転倒等の事故から身体を守るためには、誰でもが簡単に行える「歩行」を通して、反射神経を養い筋力を鍛えることである。更に、運動不足による背筋や腹筋等の筋力の衰弱は、腰痛等も引き起こすことが知られている。歩行は日常行っている動作であるが、悪い歩き方を続けると、背骨や背筋が歪み内臓が圧迫されて血行が悪くなり、健康を害することが知られている。こ

の事からも歩行は、健康維持のために必要不可欠のものである。歩行効果の良い例として、体力を高める、心肺機能を高める、血圧を安定させる、骨の老化防止、生活習慣病予防、ダイエット効果、美肌効果、ストレス解消などが知られている。

健康と歩行に関する研究は、バイオメカニクス分野で人間の動作解析として研究されている。これはトレッドミルを使用して、動画像解析や筋電図、床反力計を主体にしたものである。この解析装置は、大規模で特定の場所でのしか測定ができないという欠点がある。また、実験被験者として特定の人間しか行うことが出来ないなどの問題点を有している。そこで本研究では、この欠点を補う方法として小型の加速度計（ウォーキングアナライザ<sup>1)</sup>を用いて、「歩行」の測定を試みた。その結果、歩行の動作を測定できることが分かった。また、歩行時の体の進行方向の運動、左右の体の振れ、上下運動についての歩行評価方法を提案し、歩行評価を行いある程度の指標を示すことが出来たので報告する。

### 2. 歩行評価方法

本研究では、ウォーキングアナライザを用いて平常歩行の計測を行った。普段私達がバランスの取れた「歩行」を行っているかどうかの指針を得るために、歩行時における進行方向の体の振れ、上下運動、体の左右への振れ

平成 18 年 1 月 6 日受理

\* 感性デザイン学科・助教授

\*\* 感性デザイン学科・教授

\*\*\* 感性デザイン学科・講師

\*\*\*\* 環境建設工学科・講師

についての評価方法の提案を行った。

### 2.1 進行方向の歩行評価

ここでは、進行方向  $x$  の歩行評価方法について述べる。歩行評価を行うに当たり、図1に示すように時間経過に対する  $x$  方向の加速度関数を  $X_R(t), X_L(t)$  とする。ここで、右足歩行の場合を  $X_R(t)$ 、左足歩行の場合を  $X_L(t)$  とする。始に、関数  $X_R(t), X_L(t)$  の面積の絶対値  $|X_R(t)|, |X_L(t)|$  を求め最大面積を  $X_{\max}(Max(|X_R(t)|, |X_L(t)|))$  とする。また、関数  $X_R(t), X_L(t)$  の差  $|X_R(t) - X_L(t)|$  を求め、この面積が最大面積に占める割合によって、歩行を評価することにする。ここで、進行方向  $x$  の歩行評価関数を  $A_x$  とし、表示範囲を  $1 \leq A_x \leq 5$  すると、次式のように表される。

$$A_x = \frac{\sum(|X_R(t) - X_L(t)|)}{\sum(X_{\max}(Max(|X_R(t)|, |X_L(t)|))} \alpha + 1$$

ただし、 $\alpha$  を評価係数とし、通常は1とする。これは、評価関数  $A_x$  が非常に大きい場合や小さい場合に対処するためである。

### 2.2 上下動の歩行評価

上下動  $y$  方向の加速度関数を用いて評価する。時間経過に対する  $y$  方向の加速度関数を  $Y_R(t), Y_L(t)$  とする。ここで、右足歩行の場合を  $Y_R(t)$ 、左足歩行の場合を  $Y_L(t)$  とする。関数  $Y_R(t), Y_L(t)$  の面積の絶対値  $|Y_R(t)|, |Y_L(t)|$  を求め最大面積を  $Y_{\max}(Max(|Y_R(t)|, |Y_L(t)|))$  とする。また、関数  $Y_R(t), Y_L(t)$  の差  $|Y_R(t) - Y_L(t)|$  を求め、この面積が最大面積に占める割合によって、歩行を評価することにする。ここで、上下動  $y$  方向の評価関数を  $A_y$  とし、表示範囲を  $1 \leq A_y \leq 5$  すると、次式のように表される。

$$A_y = \frac{\sum(|Y_R(t) - Y_L(t)|)}{\sum(Y_{\max}(Max(|Y_R(t)|, |Y_L(t)|))} \alpha + 1$$

ただし、 $\alpha$  を評価係数とし、通常は1とする。これは、評価関数  $A_y$  が非常に大きい場合や小さい場合に対処するためである。

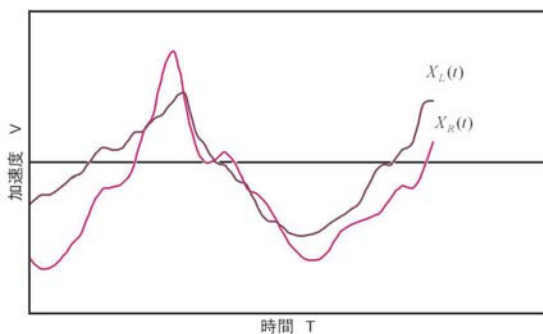


図1 時間経過における加速度

### 2.3 左右の振れの歩行評価

左右の振れ  $z$  方向の加速度関数を用いて評価する。時間経過に対する加速度関数を  $Z_R(t), Z_L(t)$  とする。ここで、右足歩行の場合を  $Z_R(t)$ 、左足歩行の場合を  $Z_L(t)$  とする。関数  $Z_R(t), Z_L(t)$  の面積の絶対値  $|Z_R(t)|, |Z_L(t)|$  を求め、最大面積を  $Z_{\max}(Max(|Z_R(t)|, |Z_L(t)|))$  とする。また、関数  $Z_R(t), Z_L(t)$  の差  $|Z_R(t) - Z_L(t)|$  を求め、この面積が最大面積に占める割合によって、歩行を評価することにする。ここで、左右の振れ  $z$  方向評価関数を  $A_z$  とし、表示範囲を  $1 \leq A_z \leq 5$  すると、次式のように表される。

$$A_z = \frac{\sum(|Z_R(t) - Z_L(t)|)}{\sum(Z_{\max}(Max(|Z_R(t)|, |Z_L(t)|))} \alpha + 1$$

ただし、 $\alpha$  を評価係数とし、通常は1とする。これは、評価関数  $A_z$  が非常に大きい場合や小さい場合に対処するためである。

## 3. 歩行評価計測システム

図2は歩行の測定に用いたウォーキングアナライザを示したものである。本計測器は、データ収録、加速度計、固定ベルトで構成されている。

図3はウォーキングアナライザの装着例を示したものである。図に示すように固定ベルトを腰に巻き、加速度計を腰骨部分のベルトで固定し、収録器を後ろのポーチに入れて利用する。

以下に、ウォーキングアナライザの特徴を示す。

- (1) データ記録媒体  
Compact Flash (CF) カード
- (2) 記録形式  
記録フォーマットはテキスト形式 (CSV 形式)
- (3) サンプル間隔



図2 ウォーキングアナライザ



図3 ウォーキングアナライザの装着

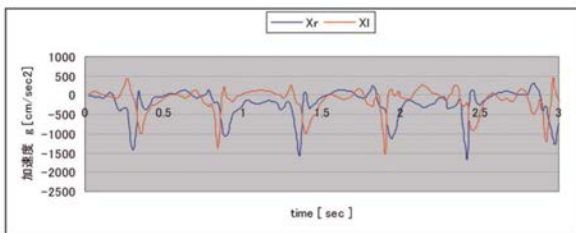
0.001 秒～60.000 秒まで

設定：0.001 秒単位で設定可能

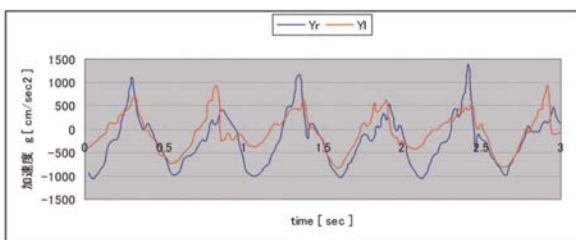
#### 4. 実験結果と歩行評価

##### 4.1 実験結果

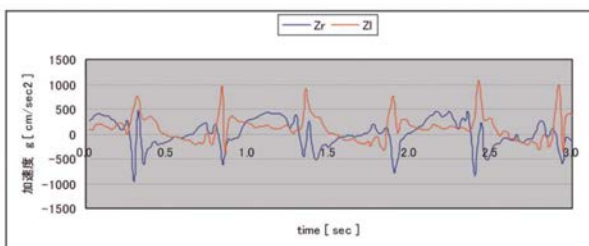
被験者にウォーキングアナライザを装着し、床の上を 30 m に渡って歩行計測を行った。図 4 は加速度波形(被験者 A) の時間経過に対する加速度を示したものであ



(a) 進行方向加速度



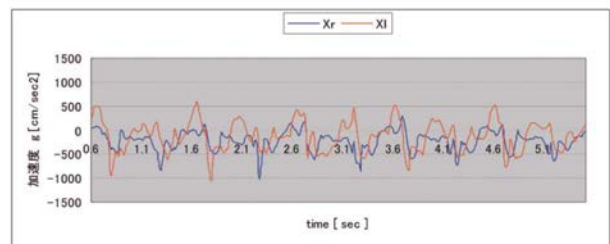
(b) 上下方向加速度



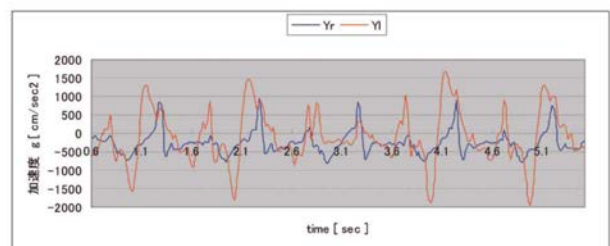
(c) 左右の振れの加速度  
図4 加速度波形 (被験者 A)

る。図 4 の (a) は進行方法の加速度を示したものである。ただし、 $X_r$  は右、 $X_l$  は左である。左右の歩行の波形の違いは、利き足とそうでない足との違いによる、体重移動のアンバランスにあると思われる。図 4 の (b) は上下方法の加速度を示したものである。ただし、 $Y_r$  は右、 $Y_l$  は左である。これから、歩行時に一定の高さを基準としているために、正負の加速度値が生じるものと思われる。図 4 の (c) は左右の振れ方法の加速度を示したものである。ただし、 $Z_r$  は右、 $Z_l$  は左である。左右の振れが一定であり、形の良い歩行をしていることがいえる。

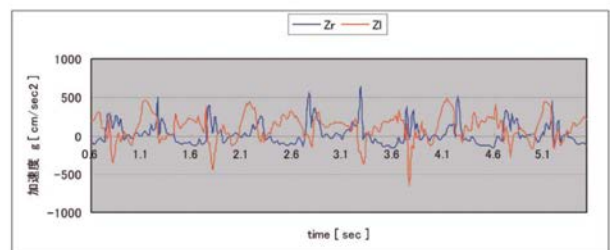
図 5 は加速度波形(被験者 B) の時間経過に対する加速度を示したものである。図 5 の (a) は進行方法の加速度を示したものである。左右の歩行の波形の違いは、利き足とそうでない足との違いによる体重移動、足運びによるアンバランスによると思われる。図からいえることは、人によってだいぶ異なることが分った。図 5 の (b) は上下方法の加速度を示したものである。これから、歩行時に一定の高さを基準にし、正負の加速度値が生じるものと思われる。特に左足の加速度が大きいのは、右足を引きずり、左足を上げて歩いているからである。図 5 の (c) は左右の振れ方法の加速度を示したものである。左右の振れが対称性に欠けるのは、体が特定の方向を向いた状態で歩行ことを示している。



(a) 進行方向加速度



(b) 上下方向加速度



(c) 左右の振れの加速度  
図5 加速度波形 (被験者 B)

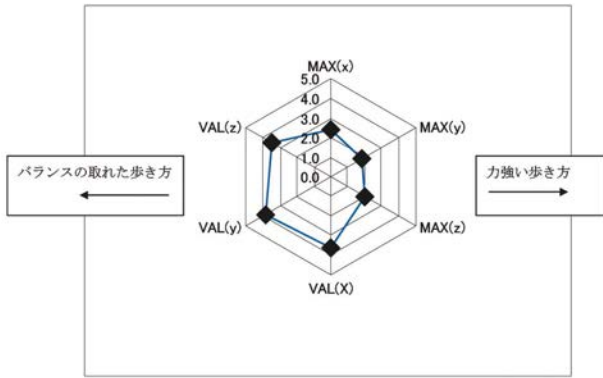


図6 歩行評価図(被験者 A)

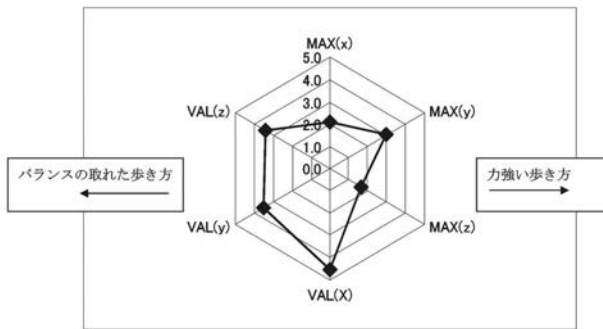


図7 歩行評価図(被験者 B)

図6は被験者Aの歩行評価を示したものである。力強い歩き方をし、バランスにとれた歩行をしているものと思われる。

図7は被験者Bの歩行評価を示したものである。力強さには掛けるがバランスにとれた歩行をしている。左右の振れの力強さが小さく、歩行に特徴があることがいえる。図6,7から分かったことは、各人それぞれ色々な

歩き方をしてバランスを取り、歩いていることである。また、被験者Aの場合の一步に要する時間は0.5秒であった。被験者Bの場合の一步の要する時間は0.55秒であった。一般の成人男性では、一步に要する時間が約、0.5秒から0.6秒と思われる。

### 5. ま と め

ウォーキングアナライザを用いて歩行の計測を行った結果、歩行の動向を把握する事が可能になった。例として、右足体重の人は左足が上がり、右足が摺り足気味の歩行をする事が分かった。その場合、利き足の進行方向、上下方向、左右の振れの加速度が小さいなることが分かった。歩行時に人間は、ファジー制御をしながらより身体に負担が掛からないよう歩行をしている事が分かった。

歩行評価の力強さの観点からすると、進行方向、上下動、左右の触れの大きさから、その人がどのような歩行をしているか特徴をつかむことが可能になった。バランスのとれた歩き方からすると、より効率的に常にバランスを取って歩行しているので、バランスに大きな差異がないことが分かった。評価方法については、良い歩行という観点から、今後の検討が必要である。

なお本研究は、八戸工業大学特別研究助成費の補助を受けて進められたものである。

### 参 考 文 献

- 1) 和田,「その他:美しい歩き方,健康な歩き方」,情報ネットワーク委員会広報, Vol. 15, No. 1, pp. 26-30 (2005)