

美しい歩き方の運動学的評価に関する研究

Study on kinematic evaluation of beautiful walking

○学 武内 翔吾^{*1}, 村松 潤^{*1}

木澤 悟^{*2}, 田村 雅紀^{*1}, 齊藤 亜由子^{*1}

Shogo TAKEUCHI^{*1}, Jun MURAMATSU^{*1},
Satoru KIZAWA^{*2}, Masaki TAMURA^{*1} and Ayuko SAITO^{*1}

^{*1} 工学院大学 Kogakuin University

^{*2} 秋田工業高等専門学校 National Institute of Technology, Akita College

In this study, we examined the relationship between the kinematic factors, such as joint angles during walking, and the psychological factors when a person evaluates beauty. Firstly, the 3D motion capture system measured walking exercise of a participant who was a professional walking instructor. The two types of gait were measured during the experiment; “beautiful gait” that a person walks while maintaining her pelvis straight, “non-beautiful gait” that a person walks while maintaining her pelvis backward. Secondly, the subjective evaluation experiment was conducted. The evaluators watched the video that was taken in the gait measurement. We conducted a questionnaire survey on the “beautiful gait” and “non-beautiful gait”. The results of gait measurement and questionnaire survey indicated the kinematic factors that were evaluated as “beauty” included extending legs during stance phase.

Key Words : Beautiful gait, Biomechanical factor, Joint angle, 3D motion capture, Subjective evaluation

1. 結 言

正しい姿勢を保ちながら上品に歩く「美しい歩き方」が女性を中心に人気を集めている。美しく歩くことは運動がもたらす健康効果に加え、心身の健康を支える運動様式として多くの人に受け入れられることが期待できる。歩行の効果としては、酸素を消費し、筋肉の収縮に必要なエネルギーを取り出す有酸素運動の効果がある。有酸素運動は、体脂肪の燃焼や、末梢血管抵抗性の低下、インスリン受容体の感受性の改善などにより、肥満、高血圧、糖尿病などの生活習慣病の改善や予防に効果があるとされている⁽¹⁾。また、歩行は高齢者にとって下肢の筋力増強や、骨量の維持にも効果があるとされている⁽²⁾。「美しい歩き方」は、身体への健康増進効果に加え、「美しく見える」という気分の改善による精神面への健康増進効果が得られるため、人生 100 年時代に対応した心身の健康を支える歩行様式として多くの人に受容されることが期待できる。

そこで本研究では、正しい姿勢を保ちながら上品に歩く「美しい歩き方」のバイオメカニクスの要素と、美しさを評価する時の心理的要因との関係性を解明する。はじめに、三次元動作解析装置を用いてウォーキング講師の「美しい歩き方」および骨盤を後継させ猫背のまま歩行する「美しくない歩き方」を計測し、美しい・美しくない歩き方の運動学的特徴を抽出する。本研究においては、「骨盤を前傾・後傾させずに背筋を伸ばす歩き方」を美しいと定義し、「骨盤を後傾させて背筋を丸めた歩き方」を美しくないと定義した。さらに、ウォーキング講師の歩行動画を視聴した評価者による主観評価実験を行う。主観評価実験においては、あらかじめ美しさを評価するための評価語選定を行い、「美しい歩き方」の評価に適している単語を十数個選定する。最後に、美しい・美しくない歩き方の運動学的特徴と主観評価実験の結果を用いて、関節角度などの運動学的要素と主観評価の関連性を示し、歩行におけるどのような動作に対しヒトが美しさを感じるか、またそのときの心理的背景を明らかにする。

2. 歩行計測実験

2・1 被験者と計測装置

被験者はウォーキング講師の女性 1 名である。歩行計測実験は工学院大学において実施し、本実験については工学院大学ヒトを対象とする研究倫理審査委員会の承認を得るとともに、あらかじめ被験者に十分な説明を与え、同意を得た。

実験においては、光学式三次元動作解析装置（Motion Analysis 社製，MAC3D）を用いた歩行計測を行った。

2・2 マーカ貼付位置と計測条件

歩行計測においては、Helen Hayes マーカーセットを参照して被験者に反射マーカ 29 個を全身に貼付した。マーカ貼付位置を図 1 に示す。本実験においては、骨盤をたてて、背筋を伸ばす歩き方を「美しい歩き方」と定義し、骨盤を後傾させ背中を丸める歩き方を「美しくない歩き方」と定義した。被験者はそれぞれの歩き方において、自然な歩幅でメトロノーム 90 bpm に合わせて図 2 に示す歩行路上を歩行した。それぞれの歩行において 6 回ずつの計測を行った。

2・3 結果

歩行計測結果から得た矢状面における膝関節角度、体幹角度を図 3～4 に、矢状面における右膝マーカ (R.Knee) の軌跡を図 5 に示す。図 3、4 における黒の実線は試行 6 回の平均値、破線は標準偏差を示し、横軸は立脚期と遊脚期をそれぞれ 1 回ずつ含む一歩行周期を 100%としている。図 3、4 の縦軸は屈曲を正の方向としている。図 5 は試行 1 回における立脚期と遊脚期をそれぞれ 1 回ずつ含む一歩行周期分の結果であり、横軸は進行方向である Y 軸座標、縦軸は鉛直上向きを正とする Z 軸座標を示す。図 3、4 より、一歩行周期全域において「美しくない歩き方」は屈曲が大きく、約 60% 時点の爪先離れにおいて「美しい歩き方」では膝が伸びきっているが、「美しくない歩き方」は 10 度程度屈曲を維持していることが示された。また、「美しくない歩き方」では体幹角度が 0 度付近を維持しているが、「美しくない歩き方」は常に前傾していることが示された。図 5 より「美しい歩き方」では立脚期において踵の離地に伴い膝マーカが鉛直方向に滑らかに移動しているが、「美しくない歩き方」では踵の離地において膝マーカの鉛直方向への移動が不安定であることが示された。

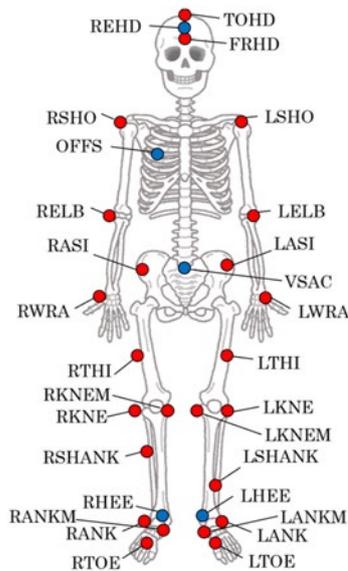


Fig.1 Marker positions

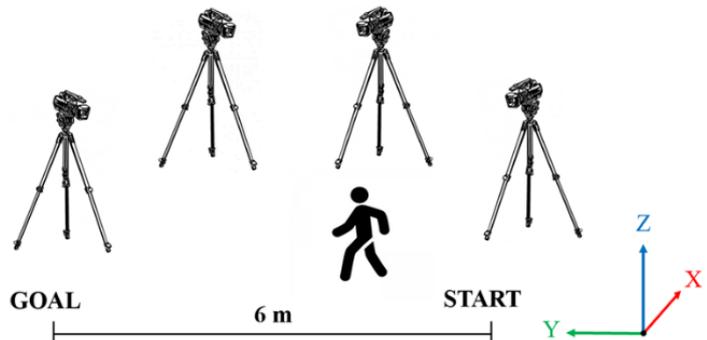
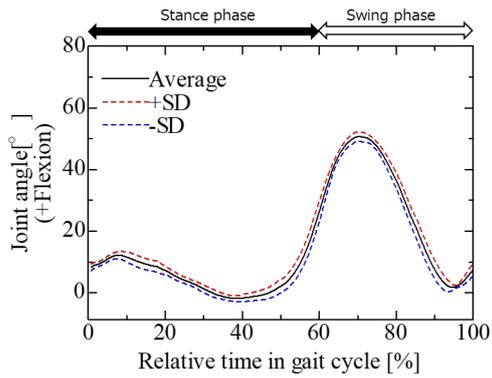
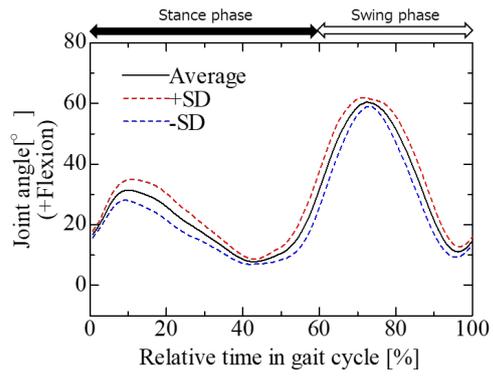


Fig.2 Walking path

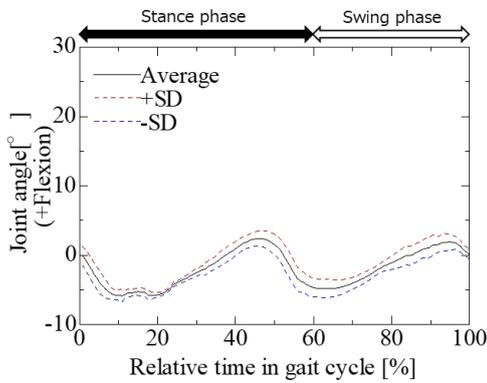


(a) Flexion - Extension (Beauty)

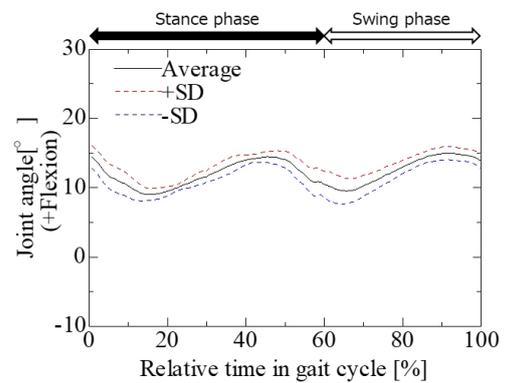


(b) Flexion - Extension (Not Beauty)

Fig.3 Knee joint angle obtained from 3D motion capture system.

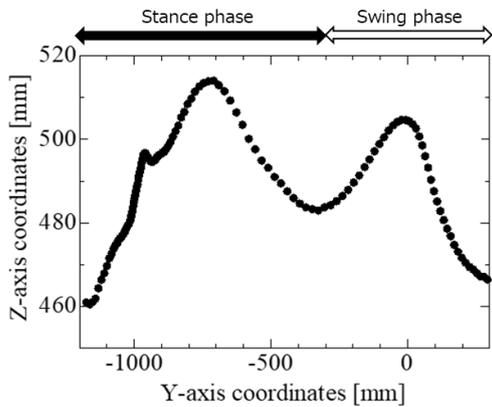


(a) Flexion - Extension (Beauty)

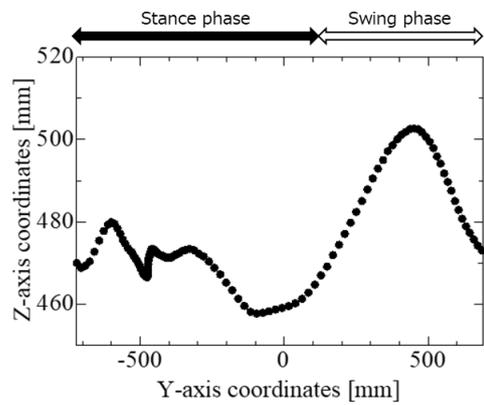


(b) Flexion - Extension (Not Beauty)

Fig.4 Trunk angle obtained from 3D motion capture system.



(a) Beauty



(b) Not Beauty

Fig.5 Right knee marker coordinates obtained from 3D motion capture system.

3. 主観評価実験

3・1 評価語選定実験

評価語選定実験においては、「美しい歩き方」の主観評価を行うために、「美しい歩き方」の評価に適した評価語の抽出を行った⁹⁾。はじめに、「美しい歩き方」に関する文献や辞典を参考に 400 語の形容詞を収集した。次に、

主観評価実験の被験者7名に対し、収集した形容詞が「美しい歩行」を評価するのに適当かどうか3段階（1:当てはまる 2:どちらとも言えない 3:当てはまらない）で評価させ、この結果をもとに評価得点の平均点が2.5以上の形容詞を削除し、400語から146語に絞った。この146語に対し、意味が類似した語をまとめて8グループに分類し、各グループにおいて最も評価得点が低い評価語を代表語とした。また、個人の嗜好を示す「好き」や、歩行動作の物理的指標につながる「安定」を加えた。最終的に、「好き」、「美しい」、「上品だ」、「安定」、「柔らかい」、「落ち着きがある」、「珍しい」、「快い」、「魅力的」、「健康」の10語を評価語として選定した。さらに、選定した10語に対して、それぞれの反意語を当てはめ、各評価語対を構成した。

表1に構成した10の評価語対を示す。

3・2 歩行動画を用いたアンケート調査

計測実験における「美しい歩き方」「美しくない歩き方」の2つの動画を評価者に視聴させ、選定した評価語を用いて動画の歩行動作に対するアンケート調査を行った。

3・2・1 アンケート回答者と調査方法

アンケート回答者は20代学生50名である。調査方法はGoogleフォームを使用したアンケート調査であり、10語の評価項目中の1語に対して、1~5まで（1:とても×××2:やや×××3:どちらともいえない 4:やや○○○5:とても○○○）の5段階で評価させた。実験において用いた評価シートを図6に示す。

3・2・2 結果

表2にアンケート結果における各評価語の平均値と標準偏差を示す。「美しい歩き方」のアンケート結果における平均値は3.480であり、3.700以上を高い評価、3.000未満を低い評価として考察する。「美しい歩き方」の結果において平均値が3.700以上の評価語は「上品だ」、「落ち着きがある」、「健康」であり、評価者は視聴した「美

Table1 Evaluation word pairs.

好き	⇔	嫌い
美しい	⇔	美しくない
上品だ	⇔	上品でない
安定	⇔	不安定
柔らかい	⇔	かたい
落ち着きがある	⇔	落ち着きがない
珍しい	⇔	ありふれた
快い	⇔	不快
魅力的	⇔	魅力的でない
健康	⇔	不健康



Fig.6 Evaluation sheet

Table2 Average points of questionnaire results

評価項目	美しい歩き方 (標準偏差)	美しくない歩き方 (標準偏差)
(好き・嫌い)	3.204 (0.939)	1.940 (0.818)
(美しい・美しくない)	3.630 (0.896)	1.740 (0.723)
(上品だ・上品でない)	3.704 (0.964)	1.700 (0.707)
(安定・不安定)	3.556 (0.904)	2.200 (0.904)
(柔らかい・かたい)	3.019 (1.205)	2.660 (1.239)
(落ち着きがある・落ち着きがない)	3.852 (1.053)	2.880 (1.043)
(珍しい・ありふれた)	3.444 (1.003)	3.080 (1.122)
(快い・不快)	3.352 (0.914)	2.140 (0.833)
(魅力的・魅力的でない)	3.148 (1.053)	1.540 (0.734)
(健康・不健康)	3.926 (0.887)	1.780 (0.954)

しい歩き方」を「健康的かつ上品で落ち着きがある美しい歩き方である」と感じていたことが示された。「美しくない歩き方」のアンケート結果における平均値は 2.16 であり、2.500 以上を高い評価、1.800 未満を低い評価として考察する。平均値が 2.500 以上の評価語は「柔らかい」、「落ち着きがある」、「珍しい」であり、平均値が 1.800 未満の評価語は「美しい」、「上品だ」、「魅力的」、「健康」であった。本結果より、二種類の歩き方の評価において特に大きな差が現れたのは、「美しい」、「健康」の二項目であり、「美しい」、「健康」の二つのキーワードが二種類の歩き方の評価に特に強く関連していることが示唆された。

5. 結言

歩行計測の結果より、美しい歩き方においては膝が伸びていること、膝が安定した動きであるという特徴が得られた。アンケート結果と併せて考察すると、体幹角度が真っすぐであることに加え、爪先離れにおいて膝が伸びていることや膝の位置が安定した動きである様子に対して、評価者が「上品だ」、「落ち着きがある」、「健康」であると感じたことが考えられる。また、美しくない歩き方においては、膝が常に屈曲を維持しており、立脚期における膝の動きが不安定であるという特徴が得られた。アンケート結果と併せて考察すると、背筋が曲がっていることに加え、膝が常に屈曲を維持し、膝の動きが不安定な様子に対して、評価者が「美しくない」、「上品でない」、「魅力的でない」、「健康でない」と感じたことが考えられる。以上より、「美しい歩き方」であると他者から評価される歩き方では、骨盤を前傾・後継させず背筋を伸ばすような姿勢をとり、下肢の関節可動域を広くとることができる動作を行うように心がけることが重要であると考えられる。

文 献

- (1) こころの健康に及ぼす歩行の効果, 人間総合科学大学 (online), available from <human.ac.jp>, (参照日 2021 年 7 月 14 日).
- (2) 高齢者に適したウォーキングとは, 健康長寿ネット (online), available from <tyoju.or.jp>, (参照日 2021 年 7 月 21 日).
- (3) 添田 泰弘, 北本 拓磨, 長谷川 光司, “おしぼりの温度が感性評価に与える影響について -四季を通しての調査(室温差及び性差)-” 日本感性工学会論文誌 Vol.13 No.1 (特集号) pp.239-245 (2014).