

背景が歩行動作の官能評価に与える影響

Effect of background on sensory evaluation for walking movement

○学 村松 潤^{*1}, 武内 翔吾^{*1}

木澤 悟^{*2}, 田村 雅紀^{*1}, 齊藤 亜由子^{*1}

Jun MURAMATSU^{*1}, Shogo TAKEUCHI^{*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

The elements that are perceived as beautiful in the beautiful gait are based on personal sensibility. Therefore, clarifying "elements of beauty" quantitatively requires analyzing the cognitive structure of individuals who perceived beautiful and why they evaluated as beautiful. However, the appearance, clothes, and background of a person who performs walking may affect the viewers' evaluation criteria. This study examined the effect of background on sensory evaluation of walking movements. We used an optical motion capture system to measure kinematic data such as joint angles during walking. The two types of gait were measured during the experiment; "slow (90 bpm)" and "fast (120 bpm)". Then the videos which were taken in the gait measurement were edited by adjusting the color saturation and brightness. The four videos were prepared; "slow – high color saturation and bright", "slow – low color saturation and dark", "fast – high color saturation and bright", and "fast – low color saturation and dark". Furthermore, we conducted a questionnaire survey as the subjective evaluation experiment. The evaluators watched the four videos and answered the questions how they felt. From the results of the kinematic data and the subjective evaluation experiment, we have concluded that the evaluators' impression for the walking movement might change depending on the walking speed and background color.

Key Words : Background, Beautiful gait, Motion capture, Sensory evaluation, Subjective evaluation

1. 結 言

歩行は日常生活における基本的な動作の一つである。現在、日本のウォーキング人口は増加⁽¹⁾しており、運動不足や生活習慣病対策など、より積極的な目的で歩行を捉えることも多くなっている⁽²⁾。歩く姿はその人の性格、感情を表現し、見た目の印象に影響する。そのため、歩く機会が増えている近年では、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。美しい歩き方の練習法、実践法を構築するには美しい歩き方を定量的に評価することが重要である。

美しさの要素は動きの中に存在し、人の動きは関節角度、関節モーメントなどの運動学・運動力学的データで表すことができる⁽³⁾。しかし、美しい歩き方において、美しいと感じる要素は個人の感性に基づいているため、美しさの要素を定量的に明らかにするためには、美しさを感じる個人の認知構造の解明が必要である。また動作に対する美しさの評価においては、主観評価に影響を及ぼす動作者の容姿、衣服、背景を考慮する必要がある。

そこで本研究では、背景色の違いによる印象の変化に着目し、美しい歩き方の動作計測、および歩行動画を視聴した評価者による主観評価実験を行う。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」を美しい歩き方と定義し⁽⁴⁾、三次元動作解析装置を用いてウォーキング講師による「美しい歩き方」を計測する。続いて、歩行計測において撮影した動画の彩度と明度を編集し、歩行動画を視聴した評価者による主観評価実験を行う。主観評価結果における点数の比較を行うことにより、背景色が歩行動作に対する官能評価へ与える影響を検証する。さらに、歩行計測により得られた関節角度などの運動学的要素と主観評価の関連性を示すことで、背景色の違いが歩行動作の印象に与える影響を明らかにする。

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 名とした。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（MAC3D, Motion Analysis 社）を用いた歩行計測を行い、運動学的データを収集した。

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 マーカセットを参照して被験者の全身に 29 個の反射マーカを貼付した。マーカ貼付位置を図 1 に示す。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」を美しい歩き方と定義した。歩行速度は遅い（90 bpm）、速い（120 bpm）の 2 種類とし、同一速度の歩行に対する背景色の影響と、同一背景色の歩行に対する歩行速度の影響について検証を行う。歩幅は歩行速度における自然長とした。

計測実験においては、メトロノーム 90 bpm と 120 bpm に合わせて図 2 に示す歩行路上を歩行するよう指示し、計測前に十分な歩行練習を行ってから計測を開始した。計測回数はそれぞれの歩行速度で 6 回である。実験後は解析用ソフトウェア（Cortex, Motion Analysis 社）を用いてマーカのラベリングを行い、各マーカの三次元座標、下肢の関節角度を得た。

2・3 結果

歩行計測結果から得た矢状面における下肢関節角度を図 3～5 に、矢状面における右膝マーカ（R.Knee）の軌跡を図 6 に示す。図 3～5 における黒の実線は試行 6 回の平均値、赤の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おり、図 5 の縦軸は背屈を正の方向としている。図 3 より、股関節の屈曲伸展においては歩行速度の違いによる明確な差異は表れなかったが、90 bpm は 120 bpm よりも標準偏差が大きく、試行毎にばらつきが大きいことが示された。図 4 より、膝関節の立脚期と遊脚期それぞれの屈曲ピークにおいて、歩行速度 120 bpm の結果は 90 bpm よりも約 5° 大きい屈曲角度が確認できた。図 5 より、足関節の歩行速度 120 bpm は 90 bpm の結果よりも TO（Toe off）の底屈ピークにおいて約 5° 大きい底屈が見られた。また、90 bpm は 120 bpm よりも標準偏差が大きく、関節角度にばらつきが見られた。本結果より、歩行速度が遅い場合（90 bpm）は地面の蹴りだしによる慣性力が小さく、歩行の各局面において脚の動かし方を微調整していたために各試行のばらつきが大きくなったことが考えられる。

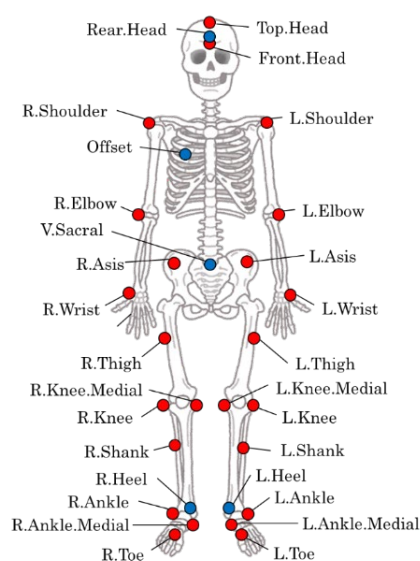


Fig.1 Marker set for Helen Hayes.

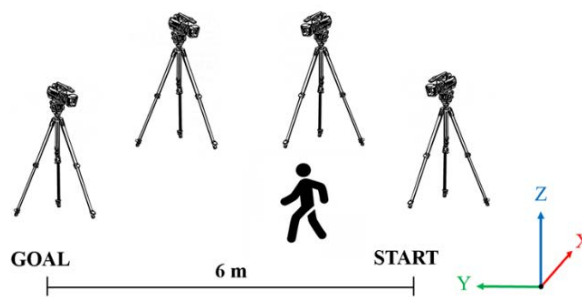
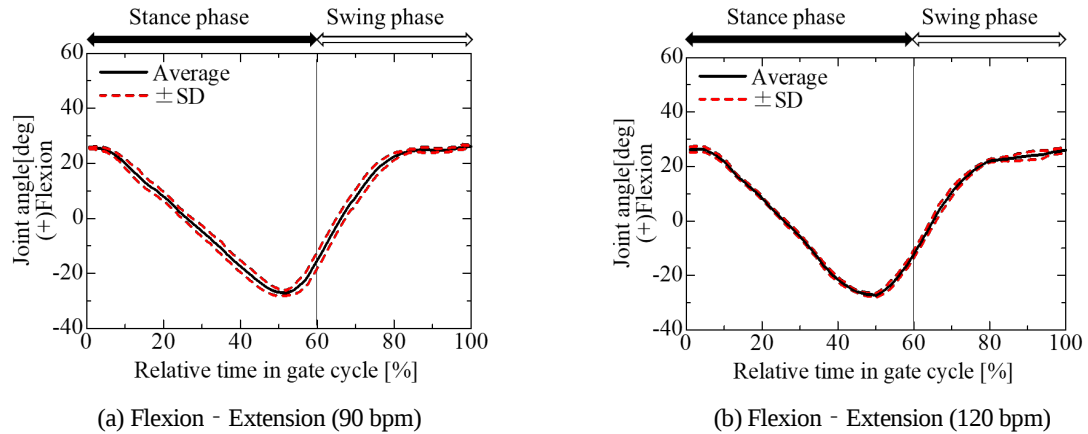
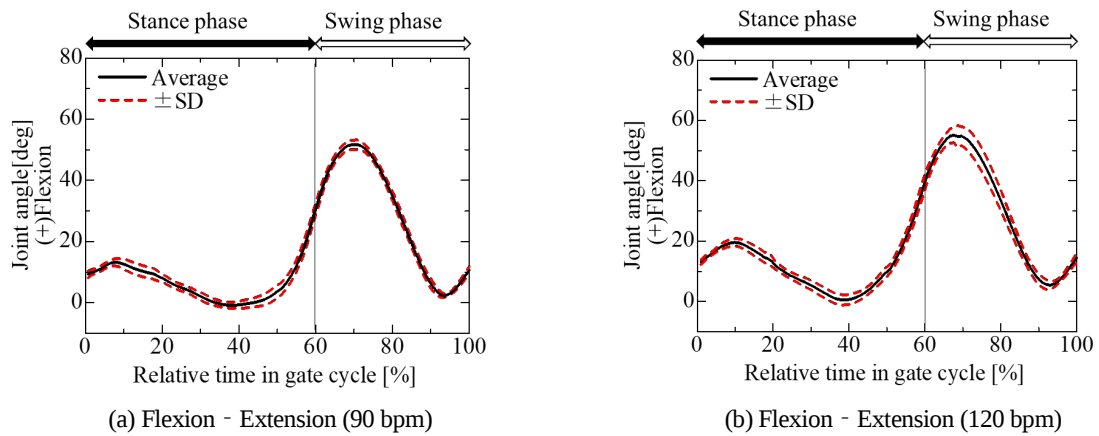


Fig.2 Walking path.



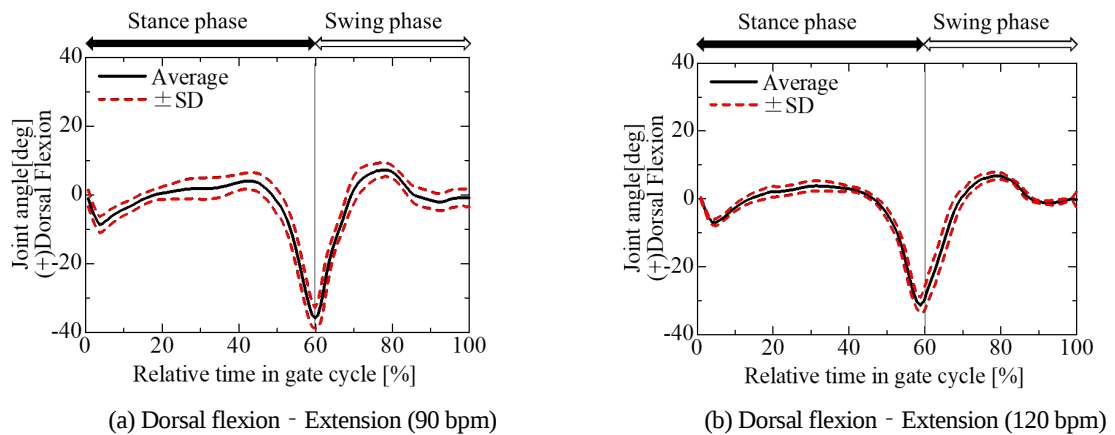
(a) Flexion - Extension (90 bpm) (b) Flexion - Extension (120 bpm)

Fig.3 The right hip joint angles during walking obtained from the 3D motion analysis system.



(a) Flexion - Extension (90 bpm) (b) Flexion - Extension (120 bpm)

Fig.4 The right knee joint angles during walking obtained from the 3D motion analysis system.



(a) Dorsal flexion - Extension (90 bpm) (b) Dorsal flexion - Extension (120 bpm)

Fig.5 The right ankle joint angles during walking obtained from the 3D motion analysis system.

図 6 の横軸は y 座標, 縦軸は z 座標を示し, 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 6 を用いて歩行速度の違いによる膝の動きの滑らかさを比較するため, 立脚期における HC (Heel Contact) から FF (Foot Flat) のマーカ軌跡の近似曲線を求め, 1 次導関数を求めた. その傾きの結果を表 1 に示す. ほぼすべての試行において, 120bpm の 1 次導関数の傾きは 90bpm の傾きよりも大きく, 歩行速度が遅い方が膝の動きが滑らかであることが示唆された.

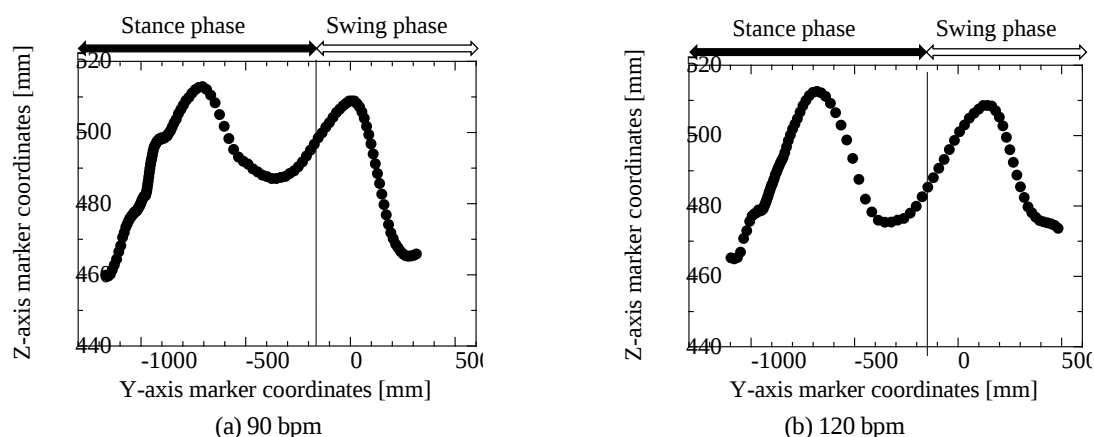


Fig.6 The results for coordinates of R.Knee marker during walking obtained from the 3D motion analysis system.

Table1 Gradients of first derivative.

	90bpm	120bpm
1 回目	0.0036	0.0054
2 回目	0.0036	0.0054
3 回目	0.0030	0.0048
4 回目	0.0030	0.0024
5 回目	0.0036	0.0048
6 回目	0.0084	0.0024

3. 主観評価実験

3・1 評価語選定実験

美しい歩き方に関する主観評価実験を実施するにあたり、歩き方の評価に適した評価語の抽出を行った⁶⁾。はじめに、現代形容詞用法辞典⁹⁾を参考に 291 語の形容詞を収集した。次に、被験者 7 名に対して収集した形容詞が歩き方の評価に適しているかを 3 段階 (1. 適切, 2. どちらでもない, 3. 不適切) で評価させ、平均点が 2.5 以上の形容詞を削除し、その結果をもとに、「速い」、「広い」、「健康」、「美しい」、「かたい」、「安定」、「活発さ」の 7 語を評価語として選定した。

本研究では SD 法を用いた主観評価実験を行うため、選定した評価語 7 語に対してそれぞれの反意語を当てはめ、評価語対を構成した。表 2 に構成した 7 つの評価語対を示す。

3・2 歩行動画を用いたアンケート調査

主観評価実験におけるアンケート調査では、歩行計測実験において撮影した歩行動画を使用した。本研究では、背景色の違いによる印象の変化について検証するため、動画編集ソフト (Adobe premiere pro 2021, アドビ社) を使用し、歩行速度 90bpm, 120bpm それぞれの歩行動画について背景色を変化させた。背景色は、明度と彩度の組み合わせで表される色調 (トーン) を 2 パターンで変化させている。歩行速度 2 種類、背景の色調 2 種類の組み合わせで動画 A~D を作成しアンケート調査を行い、印象の変化について検証した。作成した動画 A~D それぞれの歩行速度、色調、明度、彩度を表 3 に示す。また、各動画のスクリーンショットを図 7 に示す。

Table2 Evaluation word pairs.

遅い	⇔	速い
狭い	⇔	広い
不健康	⇔	健康
美しくない	⇔	美しい
かたい	⇔	やわらかい
不安定	⇔	安定
活発でない	⇔	活発

Table3 Parameters of four kinds of movies.

	歩行速度 [bpm]	色調 (トーン) [%]	彩度 [%]	明度 [%]
動画 A	120	75	75	-25
動画 B	90	125	125	25
動画 C	90	75	75	-25
動画 D	120	125	125	25



(a) Video A



(b) Video B



(c) Video C



(d) Video D

Fig.7 The screen shots of four videos.

3・2・1 アンケート回答者と調査方法

被験者は19歳～22歳の大学生48名とした。被験者は動画Aを視聴し、動画Aの歩き方についての印象を7語の評価項目に1～7まで（1：とても××，2：××，3：やや××，4：どちらともいえない，5：やや○○，6：○○，7：かなり○○）の7段階で評価する。実験で用いた評価シートを図8に示す。その後、動画B～Dに対しても同様の手順で評価してもらう試行を繰り返した。

3・2・2 結果

主観評価実験により得られた動画A～Dの各評価語の評価得点を表4に示す。表4より、歩行速度が速い（120 bpm）の動画A、Dは、「速い」、「健康」、「美しい」、「活発」の評価項目で歩行速度が遅い（90 bpm）の動画B、

C よりも評価得点が高い傾向である。また、同じ色調・彩度・明度の動画である A と C, B と D それぞれの評価得点を比較すると、「やわらかい」を除く全ての評価項目で 120 bpm である動画 A と C の方が高い傾向が見られた。本結果より、速い歩行が遅い歩行よりも「健康」、「美しい」、「安定」、「活発」であると評価されることが示された。さらに、同じ歩行速度の動画である A（暗い）と D（明るい）、B（明るい）と C（暗い）それぞれの評価得点を比較し、平均値が 0.5 以上離れた項目に着目して考察する。A と D の比較においては、「速い」と「活発」のみ平均値が 0.5 以上離れた項目であり、どちらも D の評価が高い結果であった。B と C の比較においては、平均値が 0.5 以上離れた項目はなかった。本結果より、歩行速度が速い動画は背景色が異なる場合にもそれぞれの特徴が明確に受け止められている可能性があるが、歩行速度が遅い場合には背景色の違いが歩行の印象に与える影響が小さい可能性が示唆された。

4. 考 察

歩行計測実験の結果より、速い歩行の TO (Toe off) における足関節底屈ピークにおいて遅い歩行よりも約 5° 大きい底屈が見られたことから、爪先離れ時点での底屈が大きく、足先を伸ばし切っていることが示された。本結果は、主観評価実験において速い歩行の方が「健康」、「美しい」、「安定」、「活発」であると評価されたことと結びついている可能性が考えられる。

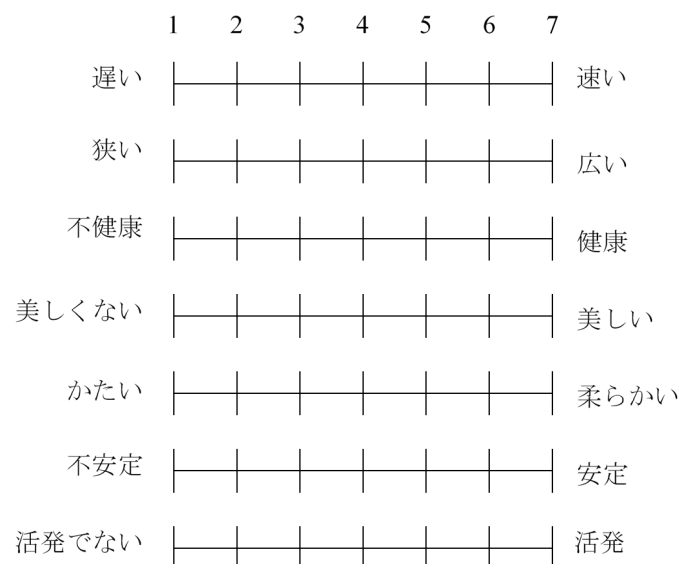


Fig.8 Evaluation sheet.

Table4 Average of evaluation score (Standard deviation).

	動画 A 120bpm 暗い (±SD)	動画 B 90bpm 明るい (±SD)	動画 C 90bpm 暗い (±SD)	動画 D 120bpm 明るい (±SD)
速い	4.73(1.11)	2.67(1.14)	2.92(1.08)	5.83(0.82)
広い	4.27(0.99)	3.77(0.96)	4.23(1.03)	4.19(1.05)
健康	5.44(1.04)	4.60(1.32)	4.67(1.20)	5.48(0.84)
美しい	5.21(1.29)	4.75(1.39)	4.65(1.25)	5.15(1.19)
やわらかい	4.31(1.45)	4.67(1.43)	4.31(1.37)	4.42(1.29)
安定	5.35(1.07)	5.02(1.20)	4.90(1.18)	5.15(1.14)
活発	5.06(1.31)	3.67(1.36)	3.48(1.19)	5.58(0.95)

評価項目の中で平均値が 2.0 以上離れているのは、「速い」の動画 B (90bpm, 明るい) における 2.92 と動画 D (120bpm, 明るい) における 5.83, および「活発」の動画 C (90bpm, 暗い) における 3.48 と動画 D (120bpm, 明るい) における 5.58 である。本結果より、明るい動画は歩行速度の違いを明確に認知できることが示され、「活発」な印象は背景色が「明るい」ことと、歩行速度が「速い」ことの相乗効果として高いポイントを得たことが考えられる。

「やわらかい」の評価項目において最も高い平均値であったのは動画 B (90bpm, 明るい) の 4.67 であり、表 1 において示唆された「歩行速度が遅い方が膝の動きが滑らかであること」については、主観評価として「やわらかさ」として評価されたことが考えられる。背景色が暗い動画 A (120bpm, 暗い) と動画 C (90bpm, 暗い) における「やわらかい」の評価得点は 4.31 で一致しているが、評価者は明るい動画を見た時に歩行の違いを明確に認知できることが示唆されていることから、暗い動画である動画 A と C では「やわらかい」の違いを識別していないことが考えられる。

5. 結 言

本研究では三次元動作解析装置を用いてウォーキング講師による「美しい歩き方」の歩行計測から下肢関節角度を得た。続いて、歩行速度と背景色の異なる歩行動画を視聴した評価者による主観評価実験を行った。主観評価結果から、背景色が歩行動作に対する官能評価へ与える影響を検証し、歩行計測により得られたマーカ座標及び下肢関節角度と主観評価の関連性から背景色の違いが歩行動作の印象に与える影響の一部を示した。歩行速度が速い動画は背景色が異なる場合にもそれぞれの特徴が明確に受け止められている傾向であり、歩行速度が遅い場合には背景色の違いが歩行の印象に与える影響が小さいことが示された。また、背景が明るい場合は、評価者が歩行の特徴を明確にとらえているが、背景が暗い場合は評価者が歩行の特徴を明確に認識できていないことが示唆された。今後は、歩行計測の運動学的結果と主観評価の結果を併せた解析を行うにあたり、「背景色」と「歩行速度」の相互作用についても検証する予定である。

文 献

- (1) 成人の散歩・ウォーキング人口は 22 年間で倍増, 笹川スポーツ財団 (online), available from <ssf.or.jp>, 参照日(2021 年 7 月 14 日).
- (2) 川守田礼子, 長谷川明, 坂本禎智, 小嶋高良, 木村昭穂, 和田敬世, 柄本和吉, 美しい歩き方に関する研究: - 歩き方と文化 -, 八戸工業大学異分野融合科学研究所紀要, Vol.4 (2006), pp133-135.
- (3) 小林寛道 (2018)「東大式 世界一美しく 正しい歩き方」日本文芸社.
- (4) 山崎敦, 歩行のバイオメカニクス (1)正常歩行の運動学とバイオメカニクス, 理学療法ジャーナル, Vol.47, No.5, (2013), pp. 429-437.
- (5) 飛田良文, 浅田秀子(2018)「現代形容詞用法辞典 新装版」東京堂出版.