

若い学生を対象とした歩行の Mozart 音楽効果とスペクトル解析

鶴岡 政子[†] 柴崎 亮介[†]東京大学・空間情報科学研究センター[†]鶴岡 百合子[‡]足と歩きの研究所[‡]

1. 概要 加速度センサ内臓のウェアラブル歩行計測システムを用いて若い学生の歩行を計測した。歩行の乱れは腰痛や肩こりの原因となるため、改善が望まれる。学生の好きな激しいビートのロック音楽を聴きながらの歩行では、歩行中の体重心のパワースペクトルは、高周波領域において $1/f$ ゆらぎから外れてしまった。しかし、モーツァルト音楽を聴きながらの歩行では、歩行中の体重心ゆらぎのパワースペクトルは、 $1/f$ ゆらぎに近づき、改善された。身体は、日常的にプラスやマイナスのストレス状態の刺激を受けている。成長期に各自の歩行状態を知り、改善対策を立て、よりよい歩行習慣を身に着けることは予防医学上、重要である。

キーワード：加速度センサ、歩行、パワースペクトル、 $1/f$ ゆらぎ

2. はじめに 40歳から50歳台になると、生活習慣病を心配し健康のため、ジョギングの流行したが、地面を蹴る振動が下肢に響き、膝や足首を痛める場合もあり、心肺に負担がかかる人もいる。そこで、ジョギングよりも負担の少ない安全な散歩を楽しむ中高年齢の人々が増加してきた。歩数計や、歩数機能を持つスマートフォンを携帯し、1万歩を目標としている。歩幅、体重を入力しておく、歩数から消費エネルギーの算出ができ、目標とする運動量を知ることができる。しかし、バランスの悪い歩行姿勢で長時間歩いていると、腰痛、足、膝の痛みが出現する。若い学生、特に理工系の学生は、書籍、コンピュータなど重い荷物の運搬や同じ姿勢でのコンピュータ作業が長く、運動不足も加わり、立位、歩行姿勢がよくない傾向が見られる。腰痛、肩こり、膝、足首の痛みに悩む学生がいる。そこで、歩数計内臓の加速度センサを利用し、ウェアラブル歩行計測システムを作成し、歩行中の体重心のゆらぎを計測した。

約80%の学生に乱れが見られ、パワースペクトル解析を行うと、生体の安定時に見られる $1/f$ ゆらぎ現象は見られなかった。運動不足からくる腹筋、背筋力を強化する体操を2週間行い、歩行計測を行うと、約80%の学生の乱れは改善され、パワースペクトルは、 $1/f$ ゆらぎ現象に近づき、腰痛や肩こりの減少が見られた^[1]。

スマートフォンを携帯し、音楽を聴く学生が増えている。 $1/f$ ゆらぎ現象を持つ Mozart 曲をスマートフォンで聞きながら、歩行姿勢バランスの改善が見られるかを調べた。

3. 方法 ウェアラブル歩行計測システム：歩数計内臓のサンプリング率32Hz、加速度センサを用いた軽量ウェアラブル歩行計測システムを作成し、身体の体重心（腰部後方中央部位）に収縮性のある着物用帯で固定装着した。凹凸のない振動の吸収性のあるクロス敷いてあるフロアで15mの歩行道を設定し、助走と終わりの部分を除き規則性が見られる歩行10歩の加速度変化を取り出した。被験者：20歳台の健常人大学生 男性40名、女性40名合計80名を対象とした。計測：(1)普通歩行(2)Mozart曲を聴きながら歩行(3)ビートの激しいポップス曲（BeatlesのHelp）を聴きながらの歩行。以上3種類の歩行中の体重心のゆらぎを計測し、比較した。解析手法：自己回帰（AR）モデルを用いて、パワースペクトルを取り出し、安定した生体の状態を表す $1/f$ ゆらぎ現象が見られるかを指標とした。

4. 結果と考察 (1)普通歩行中の体重心のゆらぎ：約80%の男女の被験者の歩行は乱れが計測された。体重心は身体全体の動きが終結している部位であり、体重心のゆらぎに乱れがあり、連結している下肢、腕、頭の動きにバランスの乱れを含む可能性を示している。普通歩行中の体重心ゆらぎの乱れ（図1）は、歩行全体に見られ、加速度の高い山は脚を踏み出した直後の体重心の動きで、加速度の小さい谷は床に着地した時の体重心の動きである。山と谷を合わせて一步の加速度変化を示しており、左右の脚の動きが腰の動きと直結していることが解る。特に腰と直結している下肢の動きが良くないと、体

Spectral Analysis of Walking by Young Students Listening to Mozart's Music

[†]Masako Tsuruoka, [†]Ryosuke Sibasaki · Center for Spatial Information Science, University of Tokyo

[‡]Yuriko Tsuruoka · The Institute of Feet and Walking

重心の乱れが大きい。乱れのパワースペクトルは $1/f$ ゆらぎ現象が見られなかった (図2)。

痛みのない、履き心地のよい、被験者の動きを妨げない安全な靴を装着すると、体重心の動きは改善された^[2]。女子学生は、靴の機能よりも外観にとらわれがちで、痛みがあっても、履き心地が悪くてもヒールの高い靴を好み、夏は踵を押さえないサンダル靴、冬は足首の動きを妨げるブーツを日常的に着用していることから、外反母趾になったり、腰痛を持つものがある。ヒールが低い靴だから大丈夫と思う学生も多く、足の動きを柔軟かつしっかりとサポートする靴の重要性の理解に乏しい。腰部筋力のストレッチと強化は、腰部の動きを円滑にし、歩行姿勢を改善させることができる。(2)Mozart 曲 (クラリネット協奏曲イ長調 K. 622 第二楽章) を聴きながら歩行中の体重心のゆらぎ:約 90%の被験者の歩行中の体重心は、リズムカルになり、乱れが減少した(図3)。パワースペクトルは、 $1/f$ ゆらぎ現象が見られ (図4) 改善された。(3)ビートの激しいポップス曲 (Beetles の Help) を聴きながら歩行中の体重心のゆらぎ:体重心は、加速度変化が著しく、リズムは乱れ、歩行の着地も蹴りだしも乱れのある不安定な歩行となり、 $1/f$ ゆらぎ現象が見られなかった (図5)。歩行状態の計測と解析により、学生の客観的理解を深め、歩行改善への意欲が高まり有効であった。

5. 結論: 若い学生の歩行の乱れは、日常生活の中に各自の原因が潜んでいた。若い成長期に、各自が現在の状態を知り、改善策を立て、計測を繰り返す、改善過程を体得すると、自信へとつながる。スマートフォンの普及により、学生は、音楽を日常生活に取り込みやすく、Mozart 曲を聴くことが、良い歩行姿勢を取り戻すことができ、予防医学上、意義深い。よい歩行姿勢の習慣は、彼らが中高年齢になった時、腰痛や膝痛のない、行動的なライフスタイルを楽しむことができる。

文 献

[1] Masako Tsuruoka, Yuriko Tsuruoka, Ryosuke Shibasaki, "Analysis of Factors Affecting Improvement of Walking Stability", Proc. of IEEE Int. Conf. on Systems, Man, Cybernetics (SMC), pp.916-921, 2009.
 [2] Masako Tsuruoka, Yuriko Tsuruoka, Ryosuke Shibasaki, Yoshifumi Yasuoka, "Spectral Analysis of Walking with Shoes and without Shoes", Proc. of the 28th Annual Int. Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS), pp.6125-6128, 2006.

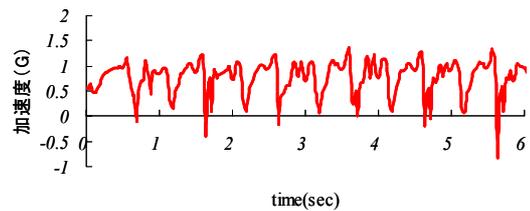


図1. 体重心の加速度変化 (普通歩行)

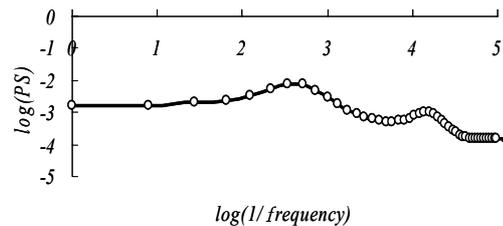


図2. 体重心のパワースペクトル (普通歩行)

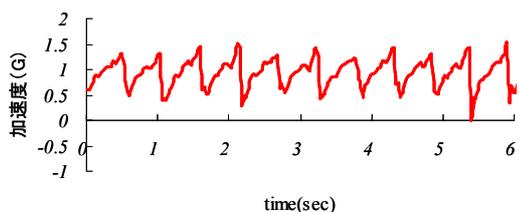


図3. 体重心の加速度変化 (Mozart 曲を聴きながら歩行)

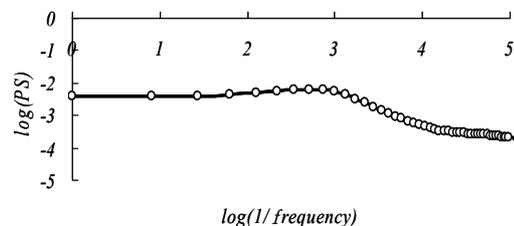


図4. 体重心のパワースペクトル (Mozart 曲を聴きながら歩行)

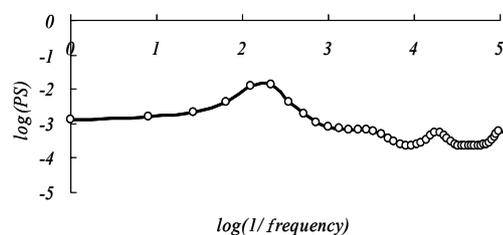


図5. 体重心のパワースペクトル (BeetlesのHelpを聴きながら歩行)