

膝関節固定による歩容変化の運動学的分析

小川 拓也^{1,a)} 山添 大丈^{1,b)} 満上 育久^{1,c)} 八木 康史^{1,d)}

1. はじめに

日常生活における歩行に不安を持つ高齢者や障害者の様々な場面での歩容を解析することは、バリアフリーやユニバーサルデザインの検討などにおいて重要である。しかし、実際に高齢者や障害者に歩行してもらう危険性や、同じ症状を持つ被験者を集める困難さを考慮すると、健康者に関節固定器具などを装着することで、擬似的に歩行障害を作り出し、その歩容を解析することが多い。

本稿では、歩容から障害部位の推定を行うことを目指し、膝に関節固定器具を装着した時の歩行の変化について分析する。また、歩容変化の運動学的な予備的分析として、全身・上半身・下半身の重心の軌跡についても分析を行う。

2. 関節固定器具装着時の歩容データの取得

膝関節の固定による歩容変化について調べるため、以下のような条件で歩容データを取得した。膝関節を固定するための器具として、木の角材を加工した図 1 のような器具を作成し、関節固定時には、被験者の左膝が全く曲がらない状態としている。実験においては、図 2 に示す、モーションキャプチャシステム (Vicon) が設置された実験室環境において、電動カートに追従して歩行してもらい、その際の歩行データを取得した。

被験者には、まず器具を装着しない通常状態で、3 分間歩行してもらい、その後、器具を装着し 20 分間歩行してもらった。以下では、このようにして得られた歩行データを用いた分析結果について述べる。ここで、事前の予備実験により、器具装着後 5 分程度は、器具の装着により歩行が不安定になることがわかっているため、以下では、装着後 6 分以降のデータのみを装着時の歩行データとして用いている。

3. 膝関節固定による歩容変化の分析

膝関節固定による歩容変化を調べるため、歩行中の被験



図 1 膝関節固定器具



図 2 実験環境

者の姿勢データについて、以下の分析を行った。

まず、Vicon で得られた歩容データから図 3 左に示す人体の 14 部位の姿勢を推定する。ここで、矢状面・冠状面に投影した際の鉛直方向に対する前後・左右の 2 つの角度を各部位の姿勢とし、ある時刻の姿勢データは計 28 次元データとなる。また、歩行周期中の各位相における変化を考慮するため、歩行 1 周期分を 0.1 位相ずつ 10 等分し、各時刻のデータ全体を分析に用いる。よって、分析対象の 1 周期分の歩行データは 280 次元データとなっている (図 3 右)。

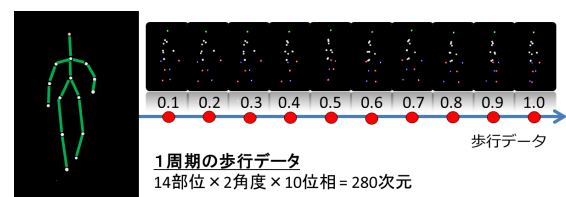


図 3 分析に用いる特徴量

¹ 大阪大学, 〒 567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1

a) ogawa@am.sanken.osaka-u.ac.jp

b) yamazoe@osipp.osaka-u.ac.jp

c) mitsugami@am.sanken.osaka-u.ac.jp

d) yagi@am.sanken.osaka-u.ac.jp

13名の被験者でデータ取得を行い、取得された歩行データに対し線形判別分析(LDA)を適用し、通常歩行と膝関節固定歩行との間の歩容の変化について分析した。その結果より、膝関節を固定することで、上体が右に傾く、左腕の前後の腕振りの位相ズレ、といった部分で、被験者で共通した傾向が見られた。一方で、腕振り時の左右方向の姿勢や腕の曲げ角度といった、細かい動作については、全被験者に共通した傾向は得られなかった。

4. 歩容変化の運動学的分析

次に、歩容変化の運動学的な分析の予備検討として、Viconにより推定された被験者の姿勢に基づき、歩行中の被験者の重心軌跡について分析を行った。ここで、重心を求める際の各部位の質量として、文献[1]のデータを用いた。被験者のうち、2名の通常歩行・膝固定歩行における重心と左右足先の水平面における軌跡を図4-7にそれぞれ示す。通常歩行において、重心の軌跡は立脚側に近づくような波形になることが知られており、通常歩行の図4,6でも、このような軌跡が得られている。

ここで、被験者1の下半身重心軌跡(図4,5)に注目する。通常時には、下半身の重心が遊脚側に近づきながら、左右に変化する軌跡となっているのに対し、膝固定時には、下半身の重心の左右への変化が見られなくなっている、一方、被験者2の下半身の重心に注目すると(図6,7)、通常時は、被験者1と同様の軌跡となっているが、膝固定時には、立脚側に近づくような軌跡となっている。このように、膝固定時の下半身の重心軌跡は、被験者ごとに異なった軌跡となっていることがわかる。

これに対し、上半身と全身の重心軌跡を見ると、通常時・膝固定時ともに、立脚側に近づきながら左右に変化する軌跡となっている。このことから、歩行時の重心の左右移動は、主に上半身の動きから実現されているといえる。

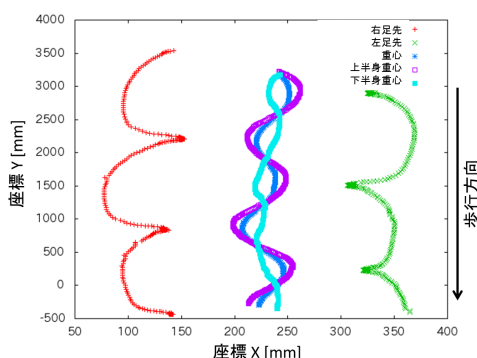


図 4 重心・足先軌跡(被験者1・通常歩行)

5. まとめ

本稿では、健常者に左膝が曲がらなくなる器具(関節固

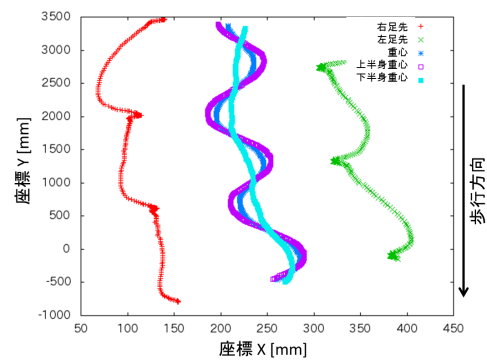


図 5 重心・足先軌跡(被験者1・膝固定歩行)

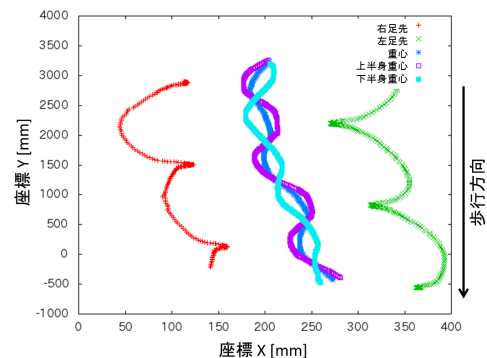


図 6 重心・足先軌跡(被験者2・通常歩行)

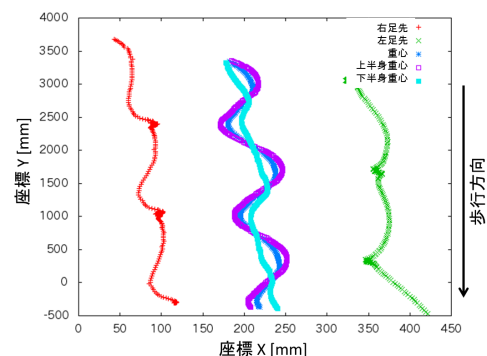


図 7 重心・足先軌跡(被験者2・膝固定歩行)

定器具)を装着した場合に、器具装着により歩容がどのように変化するかを分析した。特に、運動学的な分析の予備検討として、歩行時の重心の軌跡について分析を行った。

今後は、さらに運動学的な分析を進めるとともに、運動学的分析を踏まえた歩行における各部位の姿勢変化についても検討を進める予定である。

謝辞 本研究は、科学技術振興機構(JST)戦略的創造研究推進事業(CREST)の支援により実施した。

参考文献

- [1] Leva, P. D.: Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters, *J. Biomechanics*, Vol. 29, No. 9, pp. 1223-1230 (1996).