

# 卒業論文要旨

## 姿勢矯正による歩行訓練機の有用性の検証

### Investigation of the Usefulness of the Walk Training Machine by the Posture Correction

システム工学群

知能ロボティクス研究室

1200141 舩 健太

#### 1. 緒言

我々は、立位筋力不足の要歩行訓練者を対象とし、症状に応じて体幹姿勢を調整し、歩行訓練を行うことができる新型歩行訓練機を開発している。本研究では、新型歩行訓練機による歩行訓練のための指標を開発する。そこで、先行研究では体幹を意識させた歩行の実験から、鉛直方向での床反力の二峰性が成り立つことで、歩行能力が維持改善されたことが明らかになっている<sup>(1)</sup>。この実験を参考に、本報告では、新型歩行訓練機によって姿勢矯正された歩行訓練者の歩行時では、加速度センサを用いて得られた重心加速度情報を利用して、床反力鉛直方向の二峰性の推定は可能かを検証する。

#### 2. 歩行訓練機の有効性の検証手法

##### 2.1 歩行データ計測方法

床反力データを得るために、歩行者の加速度情報を得る必要がある。そのため、図1に示すZMP社製の3軸加速度センサ(IMU-Z2)を使用した。



Fig.1 IMU-Z2



Fig.2 Ideal human trunk posture<sup>(2)</sup>

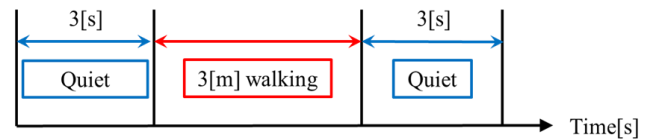


Fig.3 Experiment task

##### 2.2 推定方法

まず、実験で得られた加速度情報のうち、垂直方向加速度を解析の対象とした。次に、得られた加速度データから以下の式を用いて、床反力を推定した。

$$F = m(g + a_i)$$

F:床反力[N]

g:重力加速度 9.8[m/s<sup>2</sup>]

m:歩行訓練機装着時の被験者の体重[kg]

a<sub>i</sub>:測定時の垂直方向加速度[m/s<sup>2</sup>]

次に、新型歩行訓練機に装備されているスリングを被験者の股関節、胸背部に装着させ、図2に示す理想的な体幹姿勢<sup>(2)</sup>になるよう姿勢を調整した。これによって健康者に近い姿勢となり、疑似的に健康者と同じ歩行を行うことができる。スリング装着後、図1の身体動作時の重心である腰背部(第3腰椎)に加速度センサを取り付けた。

歩行速度は立位筋力不足の高齢者が実際に歩行訓練することを想定して、歩行訓練機の色度 3 (0.111[m/s])、4 (0.192[m/s]) とした。歩行動作は 3 [m] の前後方向の歩行とした。

なお、高齢者の歩行訓練の指標とするために、被験者は 20 代の健康な男性を対象とした。

また、実験タスクは以下の図3とし、各 3 回計測を行った。

床反力の二峰性の特徴として、以下の図4に示す右足の 1 歩行周期の 10~15% が 1 つ目の山 (以下①とする)、30% 前後が大きな谷 (以下②とする)、60% が 2 つ目の山 (以下③とする) となる<sup>(3)</sup>。これを参考に計測時に撮影した歩行の様子と照らし合わせ、1 歩行周期の床反力の波を発見した。

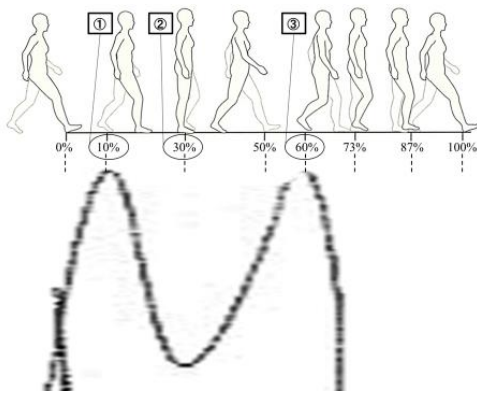


Fig.4 One walking period of the right foot<sup>(4)</sup>

### 3. 実験結果・考察

今回は、速度3で前方向に得られた被験者3名分(A, B, C)の1歩行周期での床反力データを以下の図5, 6, 7に示す。なお、グラフの横軸を時間[s]、縦軸を床反力[N]のグラフを作成した。また、グラフに示す黒枠は各右足の1歩行周期分であり、①は赤、②は黄、③は緑の点で表す。

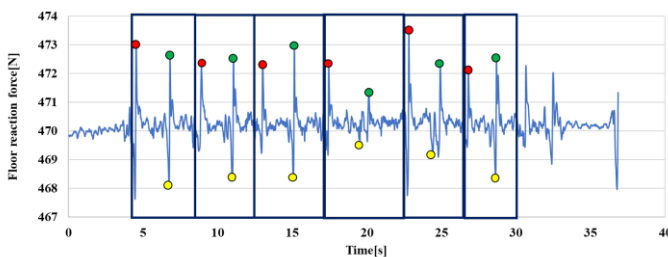


Fig. 5 Floor reaction force of the vertical direction of subject A

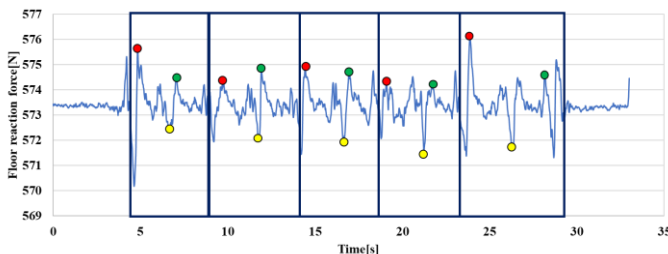


Fig.6 Floor reaction force of the vertical direction of subject B

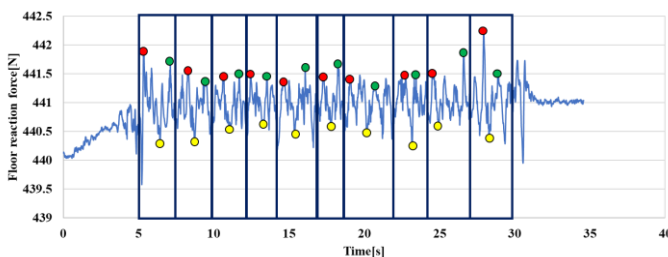


Fig.7 Floor reaction force of the vertical direction of subject C

3名の1歩行周期を算出した結果、①と②の間の歩行動作が広く、②と③の間の歩行動作が狭い部分が多く発生した。前者の要因として考えられるのは、被験者は新型歩行訓練機によって拘束された歩行速度になっている。それによって、日常生活での歩行速度より遅くなり、②の状態を示す、重心が立脚している脚の支持基底面上にある状態に至るまで、時間がかかったと考えられる。また、後者の場合は、左足の地面に接するまでの歩幅が小さくなっており、左足の遊脚期が短かったからであると考えられる。

他には、歩行1周期が歩行距離3[m]の間で被験者Aは16周期、被験者Bは5周期、被験者Cは10周期存在した。要因は、歩行距離3[m]内で、歩行訓練内で大きな負荷が掛からないよう、被験者それぞれが自分に負担の少ない歩行を行った個人の歩幅であると考えられる。

床反力の二峰性は発生しているが、被験者が新型歩行訓練機のスリングを装着することによって、歩行訓練機による動作外乱が発生していたため、複雑な波が発生していた。加えて、加速度信号にノイズがあることが考えられる。

### 4. 結言

本発表では、新型歩行訓練機による垂直方向の床反力の二峰性は改善されることを目指して、加速度センサを利用して、床反力の二峰性の指定を検証した。実験結果として、通常歩行の1歩行周期動作とのズレの発生、歩行訓練機本体の外乱や加速度センサのノイズなどによって、床反力の二峰性の推定には誤差があると考えられる。

今後は、歩行リハビリテーション医学分野でよく使われている床反力の計測装置を用いて、比較実験を行うことで、重心の加速度情報で、床反力の推定アルゴリズムを開発していく。

### 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 15H03951 の助成を受けたことを記し、感謝を申し上げる。

### 参考文献

- (1) 榎勇人, 石田健司, 細田里南, 芥川知彰, 奥宮あかね, 上野将之, 室伏祐介, 近藤寛, 田中克宜, 高橋みなみ, “地域高齢者の脊柱可動性と歩行の関係性および歩行指導の即時効果の検討”, 理学療法学 Supplement, Vol.40, No. 2 (2013), pp.48100980-48100980.
- (2) Health Scramble, “あなたの姿勢は大丈夫?理学療法士 (PT) が考える老化の問題と対策 Vol.3”, Health Scramble ホームページ, 2013-6-26, [https://www.health.co.jp/lifestyle/sports/detail\\_05.html](https://www.health.co.jp/lifestyle/sports/detail_05.html)
- (3) 藤澤宏幸, “日常生活活動の分析—身体運動学的アプローチ”, 医歯薬出版株式会社, 2012-3-25, p.109
- (4) トレンドの樹, “第51回理学療法士・作業療法士国家試験 不適切 (採点除外) 問題 (歩行周期の足関節について)”, トレンドの樹ホームページ, 2016-7-17, <https://trendnoki.com/4326.html>