

2ZD-07 歩行モデルに基づいた歩行動作解析*

大越 孝道 日下部 学 上田 穰
会津大学†

1 はじめに

歩行は我々人間にとって最も基本的な動作であり、日常の生活を送る上で必要不可欠な動作である。そこで我々は歩行についてよりよく知るために、健康な若者と身体機能が低下している高齢者の歩行カニズムの違いを解析、比較を運動学的観点から行った。歩行動作の測定にはモーションキャプチャを使用し、そのデータに基づく3次元歩行モデルを作成した。

2 歩行データの測定と解析

健康な若者と身体機能が低下している高齢者の歩行動作の解析、比較を運動学的観点から行った。

2.1 測定について

歩行動作の測定には、VICONと呼ばれる光学式モーションキャプチャシステムを使用した。この時の動作は、測定エリアの外周に設置された、VICONシステムの7台のカメラによって、捉えられた。記録速度は、1秒間に60フレームで行なった。今回は歩行動作解析ということで腰(左右前後、4点)、膝(左右、2点)、踵(左右、2点)、爪先(左右、2点)の各部を中心に計10点で測定を行った。

2.2 歩行解析

今まで、歩行動作モデルによる様々な研究、解析が行われてきた[1, 2, 3]。我々は歩行動作を3次元的に解析するために、図1のようなモデルを作成した。これは歩行時の腰、膝、踵それぞれの3平面上における方向ベクトルを表したものである。3平面とは、正面視、側面視、上面視それぞれから歩行を見たときの面である。これにより、3次元的に動きを分析することができる。

*3D Walking Model Based on The Walking Measurement
†Takamichi Ookoshi, Manabu Kusakabe, Minoru Ueda: The University of Aizu

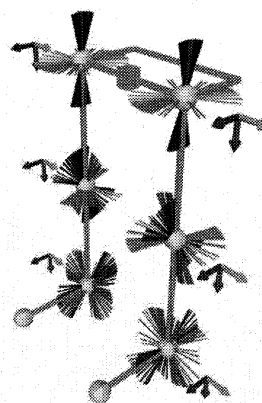


図 1: The Analysis model

2.3 測定結果の考察

関節 (視点)	平均角	
	若者群	高齢群
pelvis(side)	31.7	12.2
pelvis(front)	17.6	18.18
knee(side)	68.7	20.4
heel(side)	71.6	42.5

表 1: 各関節の平均角度

若年群と高齢群を比較、解析した結果を以下にまとめた。

- 高齢群は支持脚を軸として回転するように(蛇行しながら)体を前へ進める。
- 高齢群は全体の上下動の運動が少ない(ほぼ水平を保って移動する)ことから、腰のトルクが小さいと言える。

- 高齢群は若年群に比べて、各関節の降り幅が全体的に小さい。
- 高齢群は若年群に比べて正面から見たブレが大きい（安定した動きが出来ない）。

3 筋骨格モデル

歩行するために必要な主要な筋肉の働きを説明する。左脚を一步前に出す時、まず脚を持ち上げ地面に降ろして行く。この時、地面につく前につま先が上がり、かかとで着地する。この間体重は軸足である右脚に掛る。左脚が着地すると体重がかかとへと移り、やがて足の裏全体、つま先へと移動して行く。最後は、つま先を使って蹴り上げるようにして、前へ進んで行く。この時使われる主要な筋肉は、腿の前の筋肉である大腿直筋 (rectus femoris)、つま先を上げるスネの筋肉である前脛骨筋 (tibialis anterior)、そして蹴り上げに使うふくらはぎの筋肉である腓腹筋 (gastrocnemius) と足の裏の筋肉である。一方、みぎあしは、体全体重を支えるために尻部や腰部の筋肉、さらに腿の裏側の筋肉である大殿筋 (gluteus maximus) が使われる。そして、左脚が着地する直前には膝をわずかに曲げるために、ふくらはぎの筋肉が働く。また、歩行を正面視したときの腰のわずかな左右のブレを発生させている筋肉は大内転筋 adductor magnus などである [4, 5, 6]。(図 2)

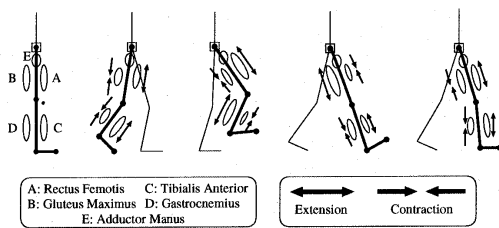


図 2: 2次元モデルによる歩行の流れ

2Dの歩行モデルはしばしば動作解析などで扱われる。図 2 は側面視による歩行動作と筋肉の動きを表したものであるが、このモデルにより、歩行時における側面の動きを把握することができる。しかし、人間は歩行時に微妙なバランスを取りながら歩いているので、歩行を正面から見てみると左右に僅かなブレを見て取ることができる。このブレを生じさせる筋肉は図における E の筋肉である。けれども、この 2D のモデルではそのブレを表すことができない。そこでこれらの問題を改善するために、モーションキャプチャデータに基づいた 3D-歩行モデルの作成を行った。(図 3)

これにより、解析の結果を 3 次元的に捉えることができた。

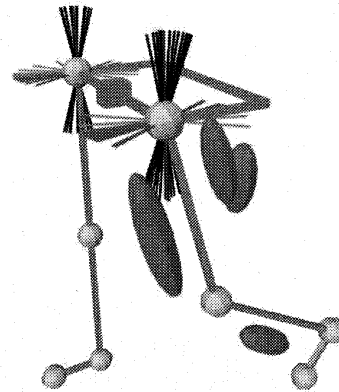


図 3: 3次元骨格モデル

4 結論

本研究で作成した歩行モデルにより、3 次元的に人間の歩行を解析することができた。今後の課題としては、本研究で作成した歩行モデルでは主要な筋肉に絞って注目したもので、人体の構造に基づいたさらに精密なモデルを作成する必要がある。

参考文献

- [1] Gentaro Taga. Emergence of bipedal locomotion through entrainment among the neuro-musculo-skeletal system and the environment, *Physica D* 75. pp.190-208. (1994)
- [2] Gentaro Taga. model of the neuro-musculo-skeletal system for human locomotion. *Biological Cybernetics* 73. pp. 97-111. (1995)
- [3] Naomichi Ogihara, Nobutoshi Yamazaki. NEURO-MUSCULAR CONTROLLED VIRTUAL HUMAN LOCOMOTION. *Computer Visualization Symposium '99*. pp 1-4. (1999)
- [4] 黒川 高秀, 高取 吉雄. ビジュアル機能解剖. 文光堂. (1994)
- [5] 大道 等. 動作の事始め. 杏林書院. (1993)
- [6] 星宮 望, 赤澤 堅造. 筋運動制御系. 昭晃堂. (1993)