

## Plug-in Gait マーカ貼付位置の違いによる計測精度への影響

○奈良雄斗<sup>1</sup>, 齊藤亜由子<sup>2</sup>, 木澤悟<sup>1</sup>

<sup>1</sup>秋田工業高等専門学校, <sup>2</sup>工学院大学

1. 緒言 本研究では, Plug-in Gait モデル<sup>(1)</sup>の大腿マーカ配置位置が大腿前面へズレた場合における膝関節角度の計測誤差を推定する.

2. 計測実験 実験においては, 光学式三次元動作解析装置と床反力計を用いて歩行計測を行った. 実験後は計測データを複製し, 解析用ソフトウェアを用いてマーカのラベリングを行った. 一つ目のデータにおいては基準大腿マーカを利用し, 二つ目のデータにおいては追加大腿マーカを利用して, Plug-in Gait Dynamic パイプラインを実行することにより膝関節角度を得た.

3. モデルを用いた膝関節角度の推定方法 大腿マーカがズレた場合における大腿・下腿セグメントの相対角度を幾何学的に推定するため, 3DCAD を用いて 3D モデルを作成した. 本研究においては, 基準大腿マーカを用いて歩行計測実験を行って得た膝関節角度を Thigh\_nomal と, 追加大腿マーカを用いて歩行計測実験を行って得た膝関節角度を Thigh\_1/8R とそれぞれ呼称する. 追加大腿マーカを使用して作成した 3D モデルから得る膝関節角度は Thigh\_1/8R\_Model と呼称する. また, 下腿部座標系は Thigh\_nomal と同様の動きをすると仮定する. 下腿部座標系自体の姿勢変化を考慮するため, 下腿部座標系の姿勢角を表す回転行列  $R_{Shank}(\psi_{Si}, \theta_{Si}, \varphi_{Si})$  に挿入する角度は, Thigh\_nomal ( $R(\psi_i, \theta_i, \varphi_i)$ ) と, モデルから幾何学的に得られた下腿部座標系の回転角度  $R_{Shank}(\psi_s, \theta_s, \varphi_s)$  との差を取った値とする. 下腿部座標系の時系列データ  $R_{Shank}(\psi_{Si}, \theta_{Si}, \varphi_{Si})$  を式(1)に示す.

$$R_{Shank}(\psi_{Si}, \theta_{Si}, \varphi_{Si}) = R(\psi_i, \theta_i, \varphi_i) - R_{Shank}(\psi_s, \theta_s, \varphi_s) \quad (1)$$

以上より, 式(2)を用いて, 追加大腿マーカを使用して作成した 3D モデルにおける膝関節角度  $R'(\psi'_i, \theta'_i, \varphi'_i)$  を算出する.

$$R'(\psi'_i, \theta'_i, \varphi'_i) = (R_{Thigh}(\psi_T, \theta_T, \varphi_T))^T \cdot (R_{Shank}(\psi_{Si}, \theta_{Si}, \varphi_{Si})) \quad (2)$$

4. 結果の考察とまとめ 図2に矢状面における各膝関節角度の結果を示す. 正規化した時間を横軸とし, 遊脚期と立脚期をそれぞれ一回ずつ含む一歩行周期を100%としている. Thigh\_1/8R と Thigh\_1/8R\_Model は概ね同様の傾向を示しており, 3DCAD を用いたモデリ

ングを適切に行うことができたと考えられる. 立脚期においては Thigh\_nomal と Thigh\_1/8R の RMSE は  $7.48^\circ$ , 遊脚期にける RMSE は  $12.8^\circ$  であり, 遊脚期においては Thigh\_1/8R と Thigh\_1/8R\_Model の差異が大きくなる傾向がみられた. 遊脚期においては, 一般的に大腿部マーカの装着位置によりスキナーチファクトによる影響が大きくなることが示されており, 特に遊脚期において異なる結果になったと考えられる. 本研究において扱ったマーカ位置の違いによる幾何学的な誤差要因を明らかにすることで, 誤差の範囲を正確に見積り臨床診断などへ応用することが期待できる.

### 【参考文献】

- (1) Paterson, K. L., Hinman, R. S., Metcalf, B. R., Bennell, K. L. and Wrigley, T. V., Plug-in-Gait Calculation of the Knee Adduction Moment in People With Knee Osteoarthritis During Shod Walking: Comparison of Two Different Foot Marker Models, IEEE transactions on bio-medical engineering, Vol.61, No.2 (2014), pp. 362-367.

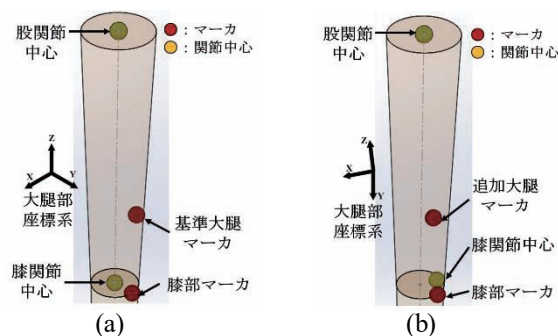


図1 (a)基準大腿マーカを用いて作成した 3D モデル  
(b)追加大腿マーカを用いて作成した 3D モデル

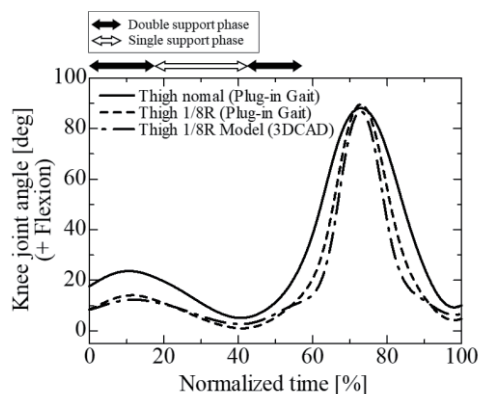


図2 各膝関節角度の結果