

杖使用者の歩行分析における杖荷重の補正

Correction of cane user's gait analysis data

青野 雅人¹⁾・飯島 浩¹⁾・村瀬 仁²⁾・藤村 浩吏²⁾・牛久保 智宏²⁾

Aono Masato, Iijima Hiroshi, Murase Hitoshi, Fujimura Hiroshi, Ushikubo Tomohiro

1. はじめに

3次元動作分析装置でフォースプレートを用いて杖使用者の歩行分析を行う場合に、フォースプレート上に杖をつくると、杖と足部の荷重が合わせて計測されるため、足部の荷重が正確に測定できない。そのため、杖と足部が同一のフォースプレートに乗らない位置で歩く必要があるが、当センターのフォースプレートの仕様ではそれは困難であった。今回、杖の先端に荷重センサ、杖の柄にマーカ―を2か所取り付け、杖にかかる荷重とその力のかかる方向を測定し、フォースプレートで計測されたデータから差し引くことで、足部の荷重を杖の荷重と分離して測定することを可能にしたので報告する。

2. システム

3次元動作分析装置はアニマ（株）MA3000を使用。杖にかかる荷重を測定する杖荷重計を図1に示す。

杖の先端には荷重センサを取り付け、アンプユニットを通して、テレメーターでデータを送信する。また、杖の途中2箇所にもマーカ―を貼り、3次元動作分析装置によって杖の角度を算出する。

3. 力の計算方法

杖歩行をするときにフォースプレートにかかる力を図2に示す。 F_x^{human} 、 F_x^{stick} 、 F_x^{FP} はそれぞれ、歩行者の足部、杖、フォースプレートにかかる力（x成

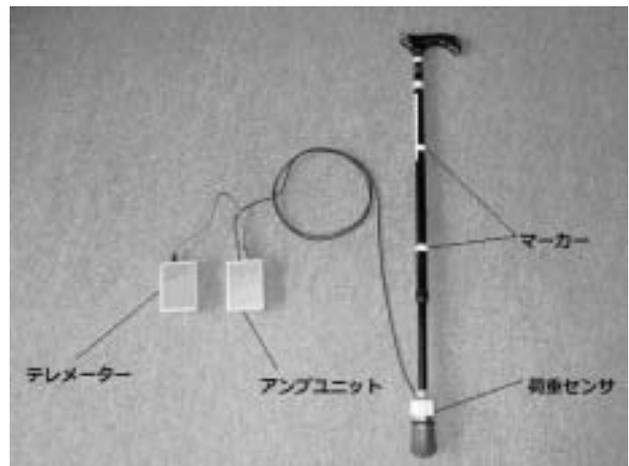


図1

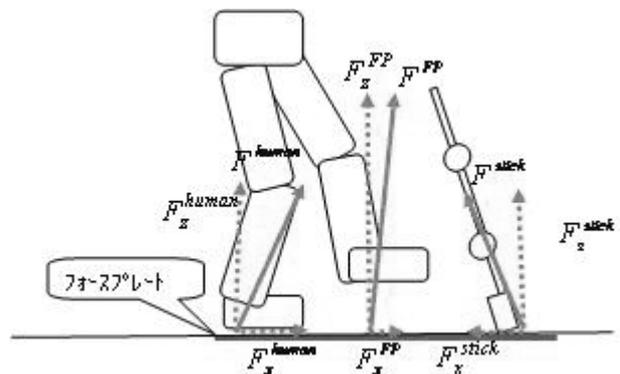


図2

分)である。杖にかかる力は杖荷重計によって、フォースプレートにかかる力はフォースプレートで測定された力である。

力のつり合いから計算式は以下ようになる。

$$F_x^{human} + F_x^{stick} = F_x^{FP}$$

$$F_y^{human} + F_y^{stick} = F_y^{FP}$$

$$F_z^{human} + F_z^{stick} = F_z^{FP}$$

まとめると

1) 横浜市総合リハビリテーションセンター
地域リハビリテーション部 研究開発課

2) アニマ株式会社

$$F^{human} + F^{stick} = F^{FP}$$

これより、歩行者の足部にかかる力を算出することができる。

また、力の加わる位置をとすると、人に加わる力の位置はモーメントのつり合いから以下ようになる。ここで X^{human} 、 X^{stick} 、 X^{FP} はそれぞれ歩行者、杖の荷重位置、フォースプレートで測定された荷重位置（x方向）である。

$$F_z^{stick} \frac{X^{FP} - X^{human}}{X^{stick} - X^{human}} = F_z^{human} \frac{X^{FP} - X^{stick}}{X^{stick} - X^{human}}$$

これより

$$X^{human} = \frac{F_z^{stick} X^{FP} - F_z^{human} (X^{FP} - X^{stick})}{F_z^{stick}}$$

となり、歩行者の荷重位置が算出できる。

4. 杖荷重計の精度

4. 1 荷重の精度

杖に垂直方向に約25kgの荷重を加えた時のフォースプレート（FP）の荷重と杖荷重計の値を図3に示す。

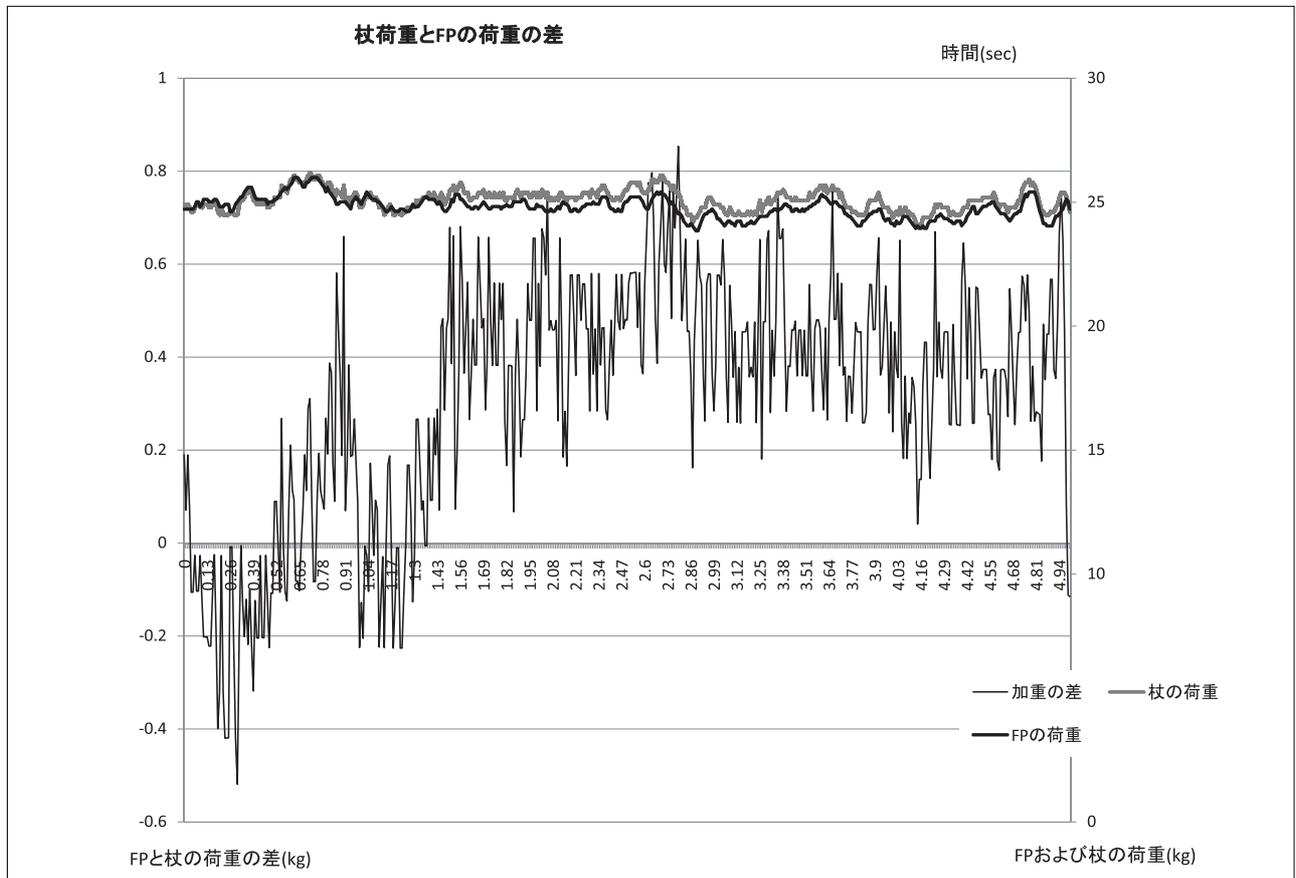


図3

杖の荷重とフォースプレートの荷重の誤差は±1 kg以内であった。

4. 2 空間角度の精度

杖を約25°傾けて、杖のマーカとZ軸のなす角度とフォースプレートの床反力ベクトルとZ軸とのなす角度を図4に示す。

この角度の誤差は1度以内であった。

4. 3 歩行データについての検証

フォースプレートを2枚使用し、1枚に杖をつき、もう1枚に足を乗せて歩行データを取得、総合COPと杖荷重計のデータから足部の床反力の推定COPの位置を計算し、足を乗せたプレートのCOPの位置と比較した。

床反力の推定COPと足を乗せたプレートのCOPの位置の比較は、誤差が1 cm以内であった。

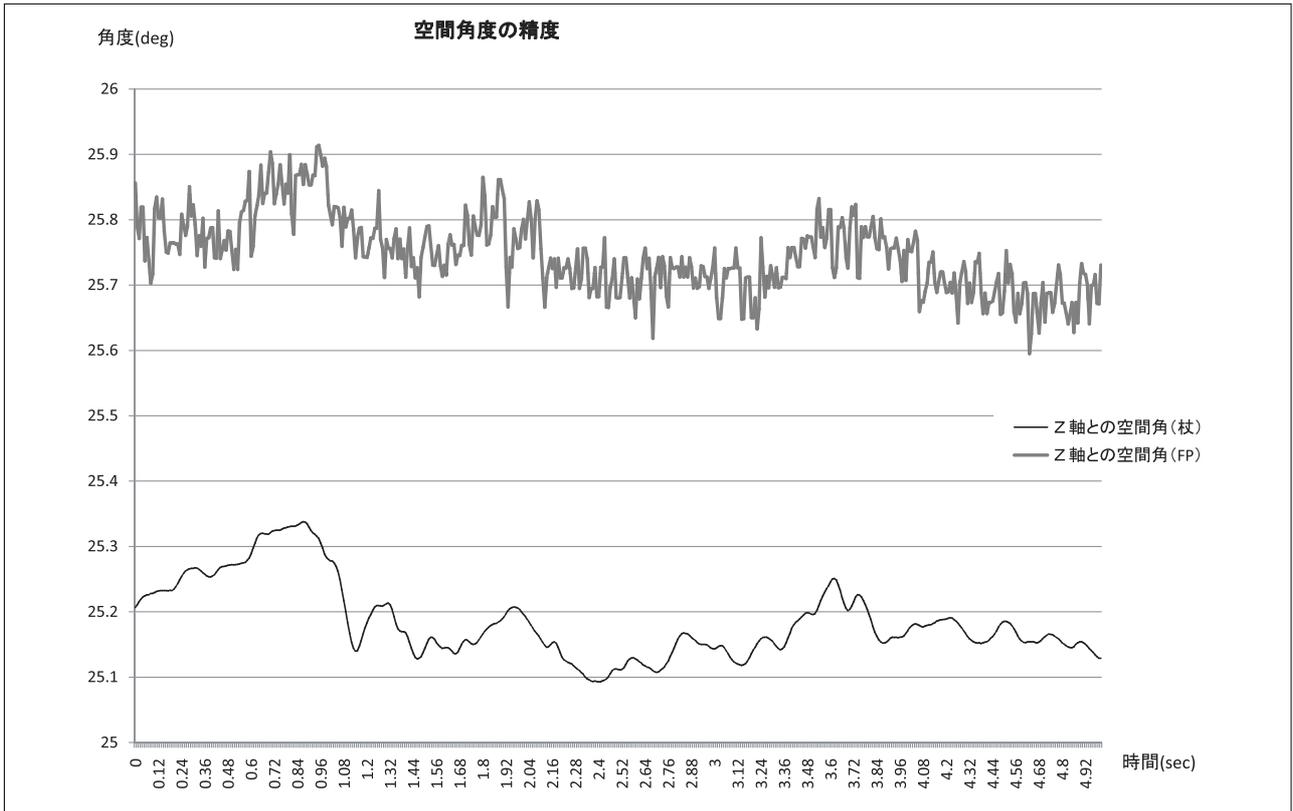


図 4

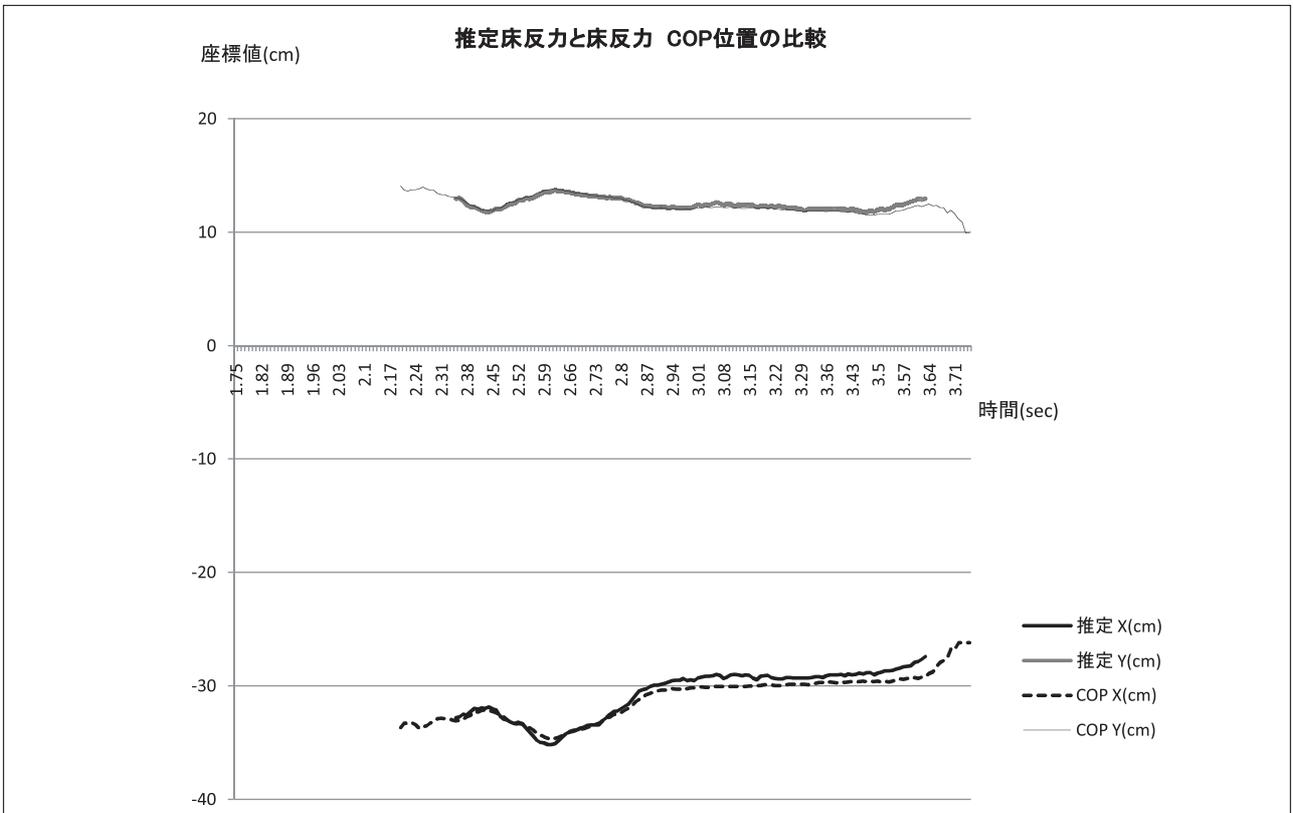


図 5

5. ま と め

3次元動作分析装置を使用して杖使用者の歩行分析を行う際の杖荷重による補正の検証を行った。杖荷重計の精度は、静的な荷重に対しては、約25kgの荷重に対して±1 kg以内、空間角度は約25°の傾きに対して1度以内、床反力のCOP位置は1 cm以内に収まっており、実用上問題のない精度を得られたと考えられる。今後は、当センターの入院・入所者のリハビリ訓練の効果測定などの活用を念頭に実際の歩行分析を行いながら、改善に努めたい。

〔第26回リハ工学カンファレンス

(2011年8月24日～26日、大阪市)にて発表〕