

立ち上がり動作の3次元分析法

A Method of Three-Dimensional Analysis of Sit-to-Stand Motion

寺戸敏彦^{*1}

Toshihiko Terado

^{*1} 岐阜大学

University of Gifu

藤原 修^{*2}

Osamu Fujiwara

^{*2} 名古屋工業大学

Nagoya Institute of Technology

1. まえがき 身体の立ち上がり動作は、日常生活の中で最も頻りに繰り返される基本的な動きである。それ故に本動作は、脳性麻痺や脳卒中などの運動療法だけでなく、高齢者の運動機能の評価にも用いられている。特に、椅子座位からの立ち上がりについては、Brudett et al. [1]、米田ら[2]および臼田ら[3]は、障害者の運動機能の評価を目的に、座面の高さとの関係において動作を分析し、高い椅子よりも低い椅子からの立ち上がり動作が、関節モーメント、関節角度、足部接地位置の後方移動、頭部と膝部の前方移動量および体幹前傾角度を増大させると報告している。しかしながら、立ち上がり動作の身体負担度を評価するには上述の動作パラメータだけでは不十分であり、力学的エネルギー(Mechanical Energy: ME)を動作との関係で把握する指摘がされているものの、その測定例はみあたらない。本報告では、身体動作の3次元軌跡と荷重変動を同時に測定可能とするプロトタイプシステムを構築し、椅子座位からの立ち上がり動作に伴うMEの定量評価を試みた。

2. 測定システム Fig.1(a)は測定システムの概観図である。3次元軌跡の測定では赤外線発光マーカーをFig.1(b)で示す部位に装着し、そのマーカーを一定の時間間隔で点灯しながら立ち上がり動作を行なわせる。そのとき、Fig.1(a)に示した4台のセンサ(PSD1~PSD4)で同時計測しながらマーカーの動きを測定する。その後、マーカーの動きは3次元座標軌跡に変換する。また、床反力計はFig.1(a)に示す測定台の中央部分に強化ガラス製の力板(70cm×70cm)と4台の荷重変換器(60cm×60cm、最大荷重400kg)を配置して構築する。なお本システムは、身体動作の検出や床反力の測定に十分な周波数特性と検出性能および精度を有することを確認している。

3. 実験方法 椅子座位からの立ち上がり動作では、椅子の高さ(Height of Chair: HC)を50cmと35cmの2種類を設定した。身体への付加重荷(Weight: W)は、無負荷と10kg負荷の場合を設定した。3次元軌跡の測定部位は頭、肩、腰、膝、踵およびつま先の6カ所を選択した。床反力計では垂直荷重成分を測定した。立ち上がり動作のサンプリング時間間隔は100msで、測定時間は5秒間で行った。つぎに、力学的エネルギーは、位置エネルギー(Potential Energy) $PE = mgh$ (J) と運動エネルギー(Kinetic Energy) $KE = 0.5mv^2$ (J) (ここで、 m : 質量、 g : 重力加速度、 h : 位置、 v : 移動速度)を計算して求めた。また、被験者には身長165~167cmで体重52~58kgの20歳代の男性3名を選んだ。

4. 結果と考察 Fig.2(a)とFig.2(b)は3次元軌跡と荷重変動の測定結果の一例を示す。図から、立ち上がり動作による身体各部の移動軌跡および荷重変化の状態が判別できることがわかる。Fig.3(a)とFig.3(b)はPEとKEの時間経過を示す。また、Table.1には3人の被験者のMEを纏めて示した。図表から、高い椅子に比べて低い椅子からの立ち上がり動作のPEは約1510J増加しているのに比べてKEは約25Jしか増えなかったこと、また、負荷を付けた場合も、低い椅子からのPEは約2060J増加しているのに比べてKEは約21Jしか増えなかったことなどが分かった。これらの結果は、立ち上がり動作でのMEは、PEがKEに比べて身体負担に大きく関係していることを示唆する。

5. あとがき 身体動作の3次元軌跡と荷重変動を同時測定できるプロトタイプシステムを構築し、椅子からの立ち上がり動作に伴う力学的エネルギーを定量評価した。今後の課題としては、

測定データの蓄積を図るとともに、小児や麻痺患者に対する立ち上がり動作を3次元測定することである。

【参考文献】

- [1] Burdett, R. G., et al.: Biomechanical Comparison of Rising from Two Types of Chairs. Phys. Ther. 65: pp1177-1183, 1985.
 [2] 米田稔彦, 他: 立ち上がり動作の床反力による分析—椅子の高さ、足部の位置の変化および体幹前屈の増大による床反力への影響について—: 運動生理, 3(2): pp101-108, 1988.
 [3] 臼田 滋, 他: 立ち上がり動作における運動学的分析—椅子の高さによる影響—: 運動生理, 9(4): pp187-192, 1994.

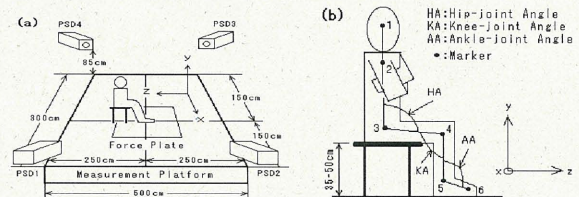


Fig.1 A system for measuring the sit-to-stand motion and the installation part of the three-dimensional chase marker.

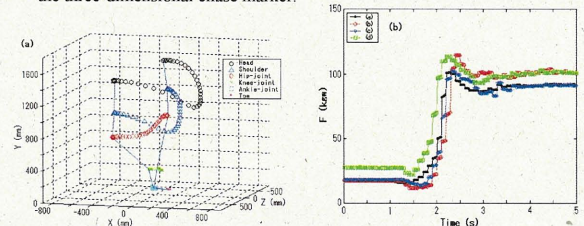


Fig.2 Measurement results of the three-dimensional locus and floor reaction force for sit-to-stand motion.

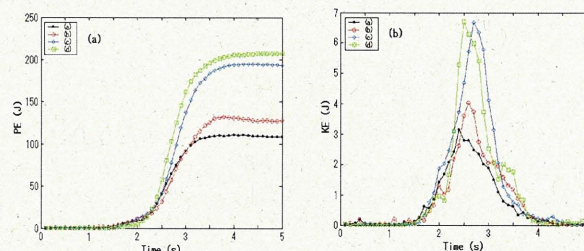


Fig.3 Measurement results of the mechanical energy for sit-to-stand motion.

Table.1 Calculation results of the mechanical energy for sit-to-stand motion

PE(J)					KE(J)						
	(a)	(b)	(c)	(d)		(a)	(b)	(c)	(d)		
A	Max Σ	112.0 1900.0	128.0 1900.0	188.0 3260.0	220.0 4160.0	A	Max Σ	3.27 33.80	2.11 31.30	5.18 55.00	5.60 56.40
B	Max Σ	111.0 2680.0	132.0 2980.0	194.0 4380.0	207.0 4760.0	B	Max Σ	3.13 34.50	4.02 39.60	6.88 59.80	6.88 56.40
C	Max Σ	103.0 1880.0	115.0 1780.0	177.0 3360.0	205.0 3810.0	C	Max Σ	1.52 23.60	2.37 26.90	4.83 48.60	4.78 47.70
AVG	Max Σ	108.7 2153.3	124.3 2190.0	189.7 3666.7	210.7 4250.0	AVG	Max Σ	2.64 30.64	2.83 32.60	5.56 54.47	5.69 53.50

[Measurement condition: (a)=50cm, (b)=50cm+10kg, (c)=35cm, (d)=35cm+10kg.]