

### 1. 背景と目的

近年の高齢化社会の進行により、歩行機能の障害から寝たきりの状態になる人が増加している。したがって、高齢者や歩行機能に障害を有する患者にとっては歩行や立ち上がりの機能を回復させることが必要になる。

ここでは、患者の安全は確保しつつ、できるだけ患者自身の力を使い不足分だけ支援するような訓練機を取り上げる。その方法として、患者が立ち上がる時の姿勢と床反力を計測し、その結果を用いてリアルタイムに各関節にかかるモーメントを推定して、立ち上がるのに不足している必要最低限の力を図1のような吊り機構で支援することを考える。このような訓練機を開発する場合には、まず、リアルタイムで関節モーメントを推定する技術が必要であることから、本研究では、高齢者などの立ち上がりを想定した静的な立ち上がりの場合について、計測した立ち上がり時の姿勢と床反力から関節モーメントを推定する方法について検討し、筋電計での計測結果との比較を行う。

### 2. 実験方法

実際の立ち上がり時のモーメントを調べるため、3次元動作解析システム (Motion Analysis 社製) と床反力計を用いて計測する。また、その時の被験者の筋力の活動状況を見るため筋電計 (追坂電子機器製の4ch型 Personal-EMG) を用いる。計測条件として図2のように人体の各関節位置(肩、腰、膝、足首、つま先、計5箇所)にマーカーを設置し各関節の角度とマーカー間の距離の測定をする。このときの椅子の高さは430mmとする。立ち上がり姿勢の条件は、4つのパターンで行なう。また、計測する筋肉の部位は立ち上がり動作によく使われる大腿四頭筋の大腿直筋、大腿二頭筋の2箇所

の働きを計測する。得られたデータと力のつり合いにより、モーメント  $M_1$  (足首部)、 $M_2$  (膝部)、 $M_3$  (腰部) が以下のように求められる。また、式の記号は図3に対応している。

$$M_1 = Fx_1 - \frac{43}{100} L_1 m_1 g \quad (1)$$

$$M_2 = F\{L_2 \cos(\theta_1) - x_1\} - \frac{43}{100} L_2 m_2 g \cos(\theta_1) \quad (2)$$

$$M_3 = F\{L_3 \cos(\theta_2) - L_2 \cos(\theta_1) + x_1\} - \frac{43}{100} L_3 m_3 g \cos(\theta_2) \quad (3)$$

また、求められた膝関節モーメントと筋電計で得たデータをグラフ化し、その波形を比較して膝モーメントと患者の努力(筋力の働き)が同じ関係性をもっているのかを検討する。

### 3. 実験結果および考察

4つのパターンのひとつである、手を前に出して足を引いた状態の立ち上がりでの膝関節モーメント(図4)と大腿直筋の筋電計での計測結果(図5)を示す。

二つのグラフを比較すると立ち始めのときにどちらも最大値になっており、波形もほぼ同じように変化していることか

ら、膝関節モーメントの推定結果は妥当であると考えられる。また、立ち上がりを行なう際にかかる膝の負担は筋肉の大腿直筋の負担であるということが考えられる。

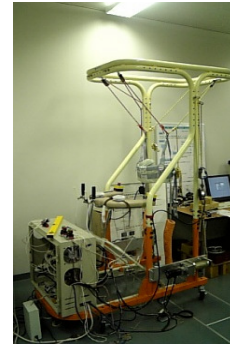


図1 立ち上がり訓練機

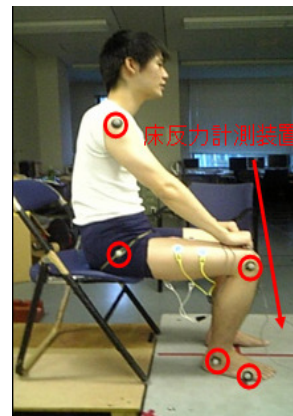


図2 マーカーの位置

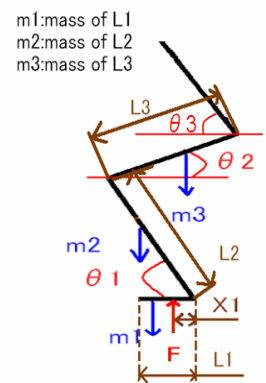


図3 各部必要な寸法

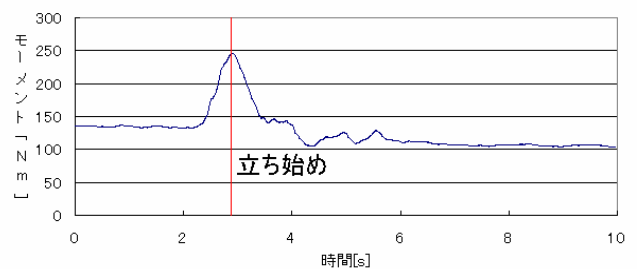


図4 膝関節モーメント

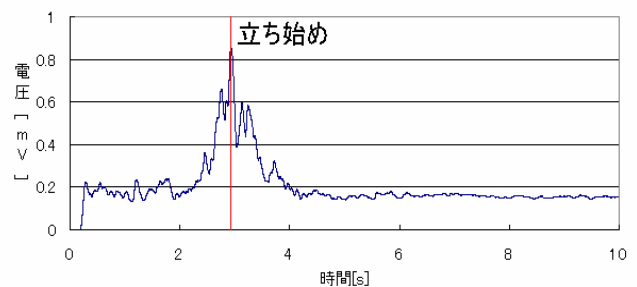


図5 大腿直筋の筋電位