

## 床からの立ち上がり動作を補助する装置の開発

## Development of the Device for Assisting Standing Movement from Floor

○ 南後 淳 (山形大学) 佐藤慶和 (元山形大学[院] 現倉敷機械(株))

Jun NANGO, Yamagata University  
Yoshikazu SATO, KURAKI Co.,Ltd

**Abstract:** The action of standing up is a starting point when we move to the next actions, and that is performed frequently in daily life. This action induces the pain in joints as people age. Supporting to the action of standing up is important to prevent the nursing care level from advancing. In this research, we develop the mechanism for assisting standing movement from the low position that can set on the floor in the japanese-style room. Double pantagraph jack is used to expand the operating range of seat plate. We design linkage to aim at 2 postures of legs. Namely, It is beginning posture, and ending posture to support. We evaluate this device's supporting performance by the floor reaction force and the electromyogram of the leg.

**Key Words:** Standing Movement from Floor, Planar 10-bar Linkage, Pantagraph Jack

## 1. 緒言

日常生活において立ち上がり動作は、歩行などの様々な動作へ移るときの起点であり、頻度が高い。しかし、脚部で自分の体重を支えるため、膝関節や股関節への負担が大きく、筋力の低下した高齢者などにとってはつらいものとなる。立ち上がり動作の補助は動作負担の軽減や、要介護度の悪化を防止するという点でも重要である。現在市販されている補助装置としては椅子形のもが主流である。床から立ち上がる際にも使用可能な補助装置として、座椅子の座面が電動で昇降するものがある。しかし、床からの立ち上がり動作は脚部関節可動域が広く補助装置に必要とされる駆動力も大きくなる。そのため、市販されている補助装置は大型で高価になり、広く普及されているとは言えない。

本研究では、床からの立ち上がり動作を補助する装置の開発を行う。この装置は座椅子にリンク機構を組み込み、座面を上下に駆動させ、座面の動きによって立ち上がり動作を補助・誘導し負担軽減を図る。機構はコンパクトで且つ座面の可動域も十分に得られ、1入力駆動するものとする。そこで、パンタグラフジャッキの平面6節リンク機構を上下に2つ重ねた機構を提案する。機構定数は、使用者が座位の姿勢となる補助開始位置および立位の姿勢となる補助終了位置の2つの姿勢において、座面に対する使用者の脚部の姿勢を重視し、装置の大きさの制限と合わせて条件を設定し探索する。本装置の特性評価として、装置の動作検証を行い、さらに床反力および筋電位の測定を行う。

## 2. 図表平面6節リンク機構を用いた立ち上がり補助装置

## 2-1 運動学モデル

図1に機構図を示す。この機構は対偶点のABDFおよびDHJCで構成される閉回路を、点BおよびDにおいて結合した平面10節リンク機構で構成されている。座面は線分 $H_1I_1$ である。リンク3に入力を与え、1入力駆動する。リンク $x(x=1,4,7,10)$ の節長を $a_x$ とし、線分AE, FE, DKおよびBKの長さを $n_x: 0 < n_x < 1 (x=1,4,7,10)$ を用いて、 $n_x a_x$ とする。

## 2-2 設計仕様

生活空間を制限しないようひじ掛け部分に装置を収納することを考える。図2に座位の状態の装置の大きさについて条件を示す。図3に座面と脚部姿勢を示す。

装置使用者が座位の姿勢となる補助開始位置①および立

位の姿勢となる補助終了位置②の2つの姿勢における、座面に対する使用者の姿勢に着目する。

足関節から床と垂直な線を引き、床と交わる点を原点とし座面が①および②の位置にあるとき、股関節が図に示す座標となることを座面の運動の条件とする。

## 2-3 機構定数の決定

探索はリンク1, 4, 7, 10の長さ $a_x(x=1, 4, 7, 10)$ および $n_7: 0 < n_7 < 1(n_{10}=1-n_7)$ についてとし、 $a_x$ はすべて同じ値とする。下の機構は高さのみを得るため $n_1=n_4=0.50$ とする。そして、上の機構で角度を調節することを考え $n_7$ を設定する。装置の大きさの条件から $a_x$ の候補(400, 450, 500, 550, 600[mm])を、座面の動きの条件から $n_7$ の候補(0.45, 0.40, 0.35, 0.30)を挙げ、合計20通りの組み合わせから総当たりで探索した。座面②の股関節座標(150,700)と機構から計算する股関節位置の点間距離が最小の時の座面の高さや角度から次に示す機構定数に決定した。

$$a_x=500[\text{mm}], \quad n_7=0.40 \quad (n_{10}=0.60)$$

## 3. 動力の選定

被験者の体重70[kg]が座面に作用するとして動力源にガススプリングを採用する。ほぼ一定の反力が長いストロークで得られるからである。

今回、ガス反力は $\theta_1=10[\text{deg}]$ のとき、体重と釣り合う入力の70[%]とし、最大ガス反力456[N]、ストローク360[mm]のものを2本用いることに決定した。

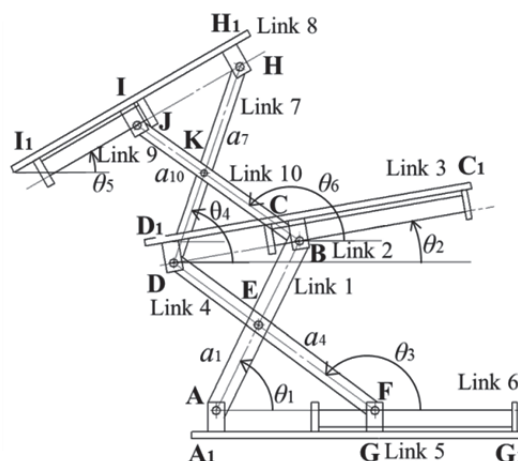


Fig. 1 Kinematic model

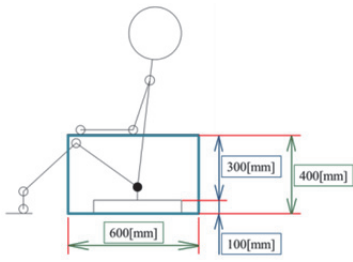


Fig. 2 Size restriction

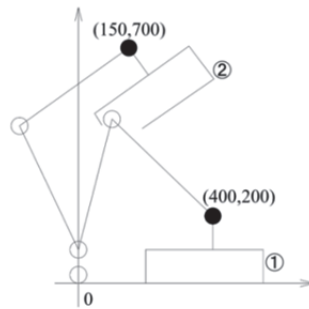


Fig. 3 Hip joint coordinates

4. 装置の動作検証

図4に製作した装置を、図5に人体と装置の位置関係を示す。図5(a)は座位の姿勢を示し、座面の高さは100[mm]、機構全体の高さは400[mm]であり、座椅子のひじ掛け部分に収納可能な高さである。図5(b)に補助終了位置の機構および使用者の姿勢を示す。座面の角度は40[deg]で、この時使用者の股関節位置は高さ700[mm]となり、座面の可動域は約600[mm]を得ることができた。また、脚部姿勢に着目すると股関節位置が足裏の接地面近くまで移動しており、この姿勢は上半身の前傾によって立位の状態を保てる姿勢であると考えられる。以上のことから本装置は、補助に必要な座面の可動域を得ていることを確認した。

5. 床反力の測定および評価

装置を使用して立ち上がる場合と、同じ座位の姿勢から補助なしで立ち上がる場合の床反力を測定する。被験者は体重70[kg]の20代男性である。図6に測定結果を示す。グラフの横軸はサイクルとし、座位を0[%]、直立を100[%]とする。装置を使用することで立ち上がり動作の過程において床反力が減少している。

6. 筋電位の測定および評価

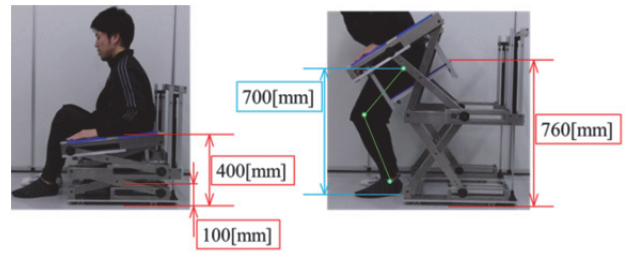
補助効果の評価として筋電位の測定を行う。測定部位は、前脛骨筋(TA)、腓腹筋(GA)、大腿直筋(RF)、半腱様筋(ST)としている。測定結果を図7に示す。装置を使用することにより前脛骨筋は最大値で約86[%]減少した。同様に腓腹筋は約42[%]減少した。装置を使用することで足関節の背屈および底屈を行う下腿の筋電位が減少している。大腿直筋(RF)および半腱様筋(ST)では有意差は見られなかった。

7. 結言

本研究では、床からの立ち上がり動作を補助する装置として、平面6節リンク機構を上下に重ねた機構を提案した。試作した装置では、機構は座椅子のひじ掛け部分に収納可能であり、動作検証により補助に必要な座面の可動域を得ていることを確認し、さらに、床反力および筋電位の測定より一定の補助効果を確認した。今後は、大腿部の補助が得られなかった原因について検討する必要がある。



Fig. 4 Assisting device



(a) Lowest position (b) Highest position  
Fig. 5 Seat height

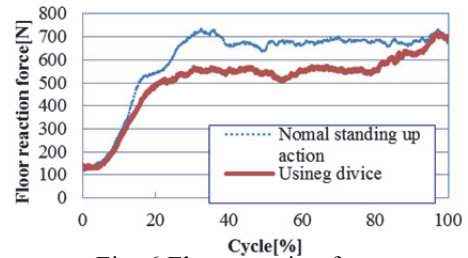
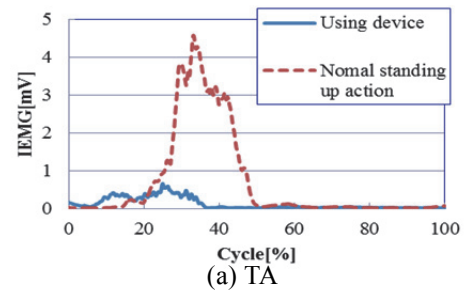
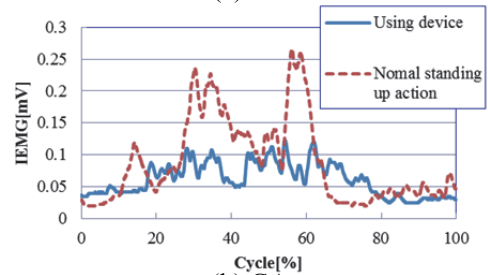


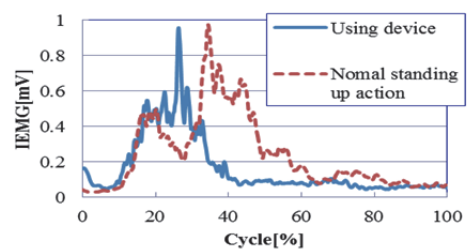
Fig. 6 Floor reaction force



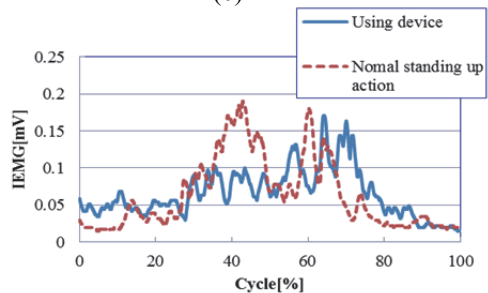
(a) TA



(b) GA



(c) RF



(d) ST

Fig. 7 IEMGs