

床反力を用いた立ち上がり補助装置に関する検討と二次試作機の開発

Consideration and Second Prototype in Sit-to-Stand Support System using Ground Reaction Force

○ 青木夏海 (大分大) 池内秀隆 (大分大) 阿部功 (大分大)
 三浦篤義 (大分大) 永利益嗣 (大分大)

Natsumi AOKI, Oita University
 Hidetaka IKEUCHI, Oita University
 Isao ABE, Oita University
 Atsuyoshi MIURA, Oita University
 Masuji NAGATOSHI, Oita University

Abstract: This paper reports our developing sit-to-stand support system using ground reaction force to operate device. Our device is controlled by information of the user's ground reaction force (GRF). In this system, the user don't need to operate the switch or button and is given suitable and dynamic assist according to user lower limb power. In this presentation we show the experimental results of the experiment device for sit-to-stand analysis. Candidate trajectories were 5 trajectories and assessment experiment was conducted using pair comparison method. In addition, EMGs at support and no support were measured. And, we show the secondary prototype mechanism that was produced on the basis of the result.

Key Words: Sit-to-stand support, Grand reaction force, Human motion analysis

1.はじめに

高齢者や膝、腰に何らかの疾患のある人にとって困難な動作で、かつ日常生活において必要不可欠である立ち上がり動作について考える。立ち上がり動作の補助を行う機器としては、ばねやガスシリンダを用いた座椅子⁽¹⁾や電動による立ち上がり便座⁽²⁾などが市販されている。また、市販されているものの多くは、スイッチ操作が必要である。

本研究で開発する補助装置では、立ち上がろうとする際に増加する床反力を測定し、その特徴により使用者の意思、状態を判断しそれに応じた支援を行うものにする。そうすることで、スイッチ操作などが不要になるとともに、立ち上がり動作時に、ただ装置に身を任せて持ち上げてもらおうということがなくなり、日常生活を利用したリハビリにもつながる補助装置を目指す。これまで開発されてきた装置には、バーを脇の下に抱えて立ち上がりをする一次試作機、腰部を支持して持ち上げる検討用実験装置がある。

前報⁽³⁾では、二次試作機の設計にあたって、支持点の最適な軌道を求めた。我々の行った健常者の立ち上がり実験で得られた腰位置の軌道と坂東ら⁽⁴⁾の結果が異なっていたので、本装置に最適な軌道はどのようなものかを決定するために、実験装置を作成した。候補となる支持軌道について述べ、作成した検討用実験装置を用いた実験の結果を報告した。本報告では、前報の実験結果から二次試作機機構部の製作について報告する。

2.立ち上がり検討用実験装置

Fig.1 に本システムにおける支持軌道を検討する実験装置の概略を示す。足に加わる床反力は立ち上がり時に増加し、座ろうとするときは減少する。この変化を床反力センサにて検出し、そのデータを用いて支持点の上下を制御する。支持点の軌道を自由に設定できるように、動作機構は水平と上下の2自由度とし、支持点は腰部の一点とする。この装置で、座位から立位までの状態を支援し、立ち上がりを補助する。Fig.2 に製作した実験装置の写真を示す。

第一次試作機の検討を元に、二次試作機は腰部で使用者を

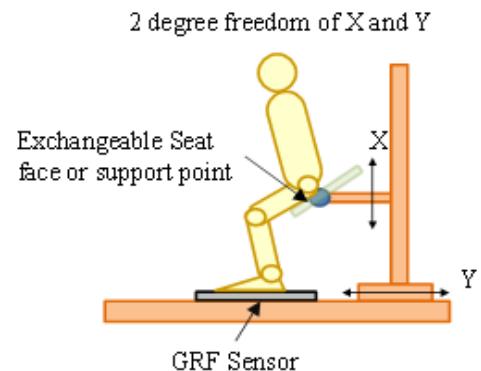


Fig.1 Outline of experiment device for sit-to-stand analysis



Fig. 2 Experiment device for sit-to-stand analysis

支持し、支援力を伝達する方針とした。しかしながら、立ち上がり時の支持点と使用者の腰の動きに差があると、立ち上がりที่ไม่自然になったり、使用者に違和感が生じたりする可能性が懸念される。また、本装置は、日常動作の中でのリハビリテーション効果も目的としているので、実際の立ち上がり動作を反映した支持軌跡を選ぶべきと考える。ゆえに、健常者による立ち上がり実験で腰支持軌道のデータを収集し、二次試作機の製作に反映することを考えた。

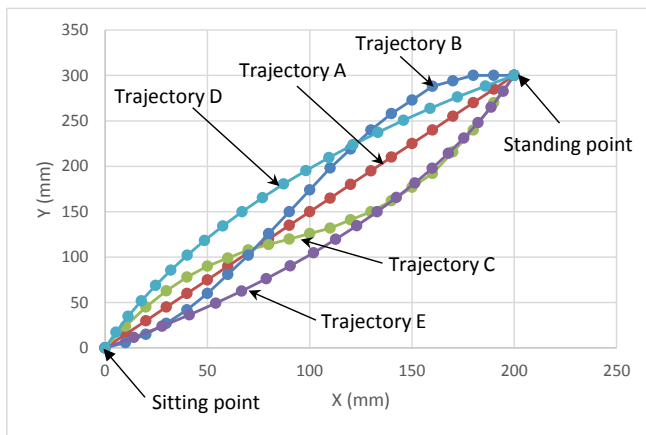


Fig. 3 Candidate Trajectories

Table 1 Results of Assessment Experiments

Normal			Elder person simulated		
Trajectory	Score	Ranking	Trajectory	Score	Ranking
A	0.67	2	A	1.00	1
B	0.00	3	B	0.33	2
C	-1.33	5	C	-1.00	5
D	1.00	1	D	-0.67	4
E	-0.33	4	E	0.33	2

3. 立ち上がり軌道検討実験

3-1 支持軌道

候補となる支持軌道を Fig.3 に示す。軌道 A は、座位から立位までの直線軌道である。軌道 B は前報で述べた健常者の立ち上がり実験で得られた結果を用いたものである。座位と立位の腰位置が一致するように実験結果を正規化したデータについて、3次式で近似した軌跡となる。軌道 C は軌道 B を軌道 A に線対称に反転した軌道である。軌道 D は座位と立位の腰位置を通り上に凸の半径 600mm の円の一部である。軌道 E は同じく下に凸の半径 600mm の円の一部である。

3-2 被験者評価実験

Fig.3 に示す軌道に従って、支持点を動作させ、被験者により実験を行い、立ち上がりやすい軌道を評価した。被験者は、22 才の健常男子 6 名で、5 つの軌道からランダムに 2 つの軌道を選び出し、実験後、立ち上がりやすい軌道を答える試行を 1 セットとした。これを 10 セット実行し、すべての組み合わせに対する評価データを得、一対比較法によって各軌道のスコアを算出した。

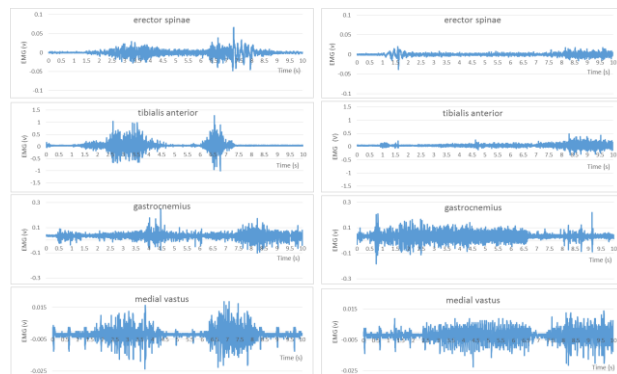
また、上記の実験は、通常の状態に加え、高齢者疑似装具「うらしま太郎」を装着した状態でも行い、同様のデータ処理を行った。

Table 1 に、結果を示す。通常の状態では、D (上円弧) が第 1 位であったが、高齢者疑似装具を装着した場合は、A (直線) が第 1 位となった。A (直線) は通常の状態でも第 2 位であり、機器の製作においても比較的簡単になることが予想されるので、直線軌道とするのが本装置の場合は妥当であると判断する。

Fig.4 に、装置を使用した時としていないときの下肢 EMG の計測結果を示す。被験者は 1 名であるが、支援なしのときに比べ、支援があるときの方が EMG の振幅が小さくなっているのがわかる。

4. 二次試作機機構部の製作

実験の結果、直線の軌道が一番高評価だった。二次試作機では、直線軌道で下から持ち上げる形で装置の製作をしようとする。今回は人の重さに耐えられるように、ベルト



No support Straight line trajectory
Fig. 4 EMG in Sit-to-stand Experiment



Fig. 5 Second prototype

などではなくボールねじを使用し、ガイドには、スライドブッシュより強度のあるボールスプラインを 2 本使用する構造にした。モータは検討用実験装置に使用している定格出力 600 W のモータを流用することにする。600 W のモータを使用した場合、持ち上げる速度は検討用実験装置と同様の 200 mm/s となる。

Fig.5 に完成した二次試作機機構部の外観を示す。

5. まとめ

現在開発中の、床反力を用いた立ち上がり補助装置の開発に関して、腰支持軌道の評価実験の結果から作成した二次試作機について報告した。

本システムは、使用者の動作意思を力計測から読み取って装置を動作させることをねらっており、使用者の動作意思を得るのにセンサ等を装着する必要がなく、また使用者の操作も必要ない。今後は、製作した二次試作機機構を用いて二次試作機システムを完成させ、被験者実験による二次試作機の評価を行っていきたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 基盤研究 (C) 24500651 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 立ち上がり補助いす (TS-101G/S), タカノ(株), <http://www.takano-hw.com/>
- (2) トイレリフト (EWCS141J), TOTO(株), <http://www.toto.co.jp/>, 他
- (3) 池内秀隆, 永利益嗣, 三浦篤義, 床反力を用いた立ち上がり補助装置における補助軌道評価実験, LIFE2014, P-11
- (4) 床反力センシングによる立ち上がり補助装置の開発, 平川和広, 池内秀隆, 藤田元気, 永利益嗣, 生活生命支援医療福祉工学学会連合大会 AMBL2011(CD-ROM), 01-4-2, 2011.