

**2018 年度 永守財団 研究助成 研究報告書**

所属機関名	東京大学 大学院工学系研究科 精密工学専攻
職位または役職	助教
氏名	安 琪

**1. 研究題目**

筋シナジーを利用した起立動作の支援機器の開発

**2. 研究目的**

本研究は運動機能が低下した高齢者や片麻痺患者を対象に、日常生活の起点である起立動作を支援する椅子座面の開発を目的とする。申請者の先行研究から、健常な人の起立動作には4つの筋群の協同発揮(筋シナジー)が存在するのに対して、脳卒中後に片麻痺になった患者では、それらの活動タイミングを調整できずに運動が阻害されることが分かっている。またそれに対して理学療法士が患者の運動中に、離臀タイミングに合わせて臀部を刺激し伸展を促すことで、筋シナジーの活動が改善し、運動機能が向上することが分かった。本研究では、それらの活動タイミングを適切に制御できない患者に対して、力を支援するのではなく、離臀に合わせた最小限の動作タイミングの教示から運動機能を改善させ、使用者本人の能動的な運動を促すことができる椅子の開発を行う。

このような支援機器の開発を行うためには、1. 使用者の離臀タイミングを推定し、2. 使用者の臀部を刺激し、3. 適切な軌道で押し上げることが重要である。まず使用者の離臀タイミングの推定には、座面に設置した圧センサから上体の前屈に伴う圧中心の前方移動を検知し、離臀タイミングを同定する。次に、理学療法士が介入を行う大殿筋に刺激を与えられるように、臀部を保持する機構を設計・製作する。また最後に臀部を押し上げる軌道を設計し、実装する。本研究では、臀部を押し上げる起立支援の試作機に上記3点を実装し、支援の効果を検証する。

### 3. 研究内容及び成果

本年度では、支援機器の原理試作機の開発を行った(図 1)。理学療法士が片麻痺患者へ介入する動作を参考に、支援機器は使用者の離床タイミングに合わせて座面を押し上げ、筋を刺激し、動作タイミングを教示することが重要である。そのために本研究ではまず、使用者の離臀タイミングを推定するために、支援機器の座面に圧センサを配置し(図 2 左)、起立動作中の圧中心の変化から、離臀タイミングを推定するアルゴリズムの開発を行った。このときに安静時の座圧中心の変動を計測し、それが閾値を超えたときに座面を上昇させ、支援を開始した。次に使用者の臀部を刺激するために座面に突起を設け(図 2 右)、理学療法士が実際に患者において刺激している筋と同様の大殿筋を把持して刺激ができるような形状にした。最後に適切な軌道で押し上げるために、被験者ごとに座面の押し上げ方向や軌道を変化させられるようにした(図 2 右)。ただし、本年度の研究では各被験者に対して画一的な軌道によって押し上げている。

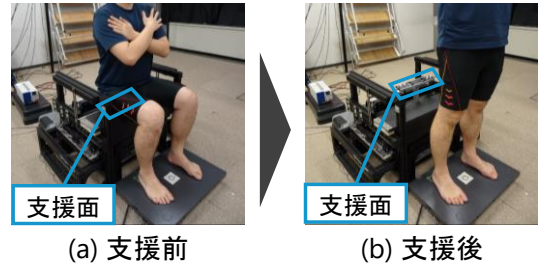


図 1 機器による支援

本年度の研究では上記の研究開発を行い、5名の健常高齢者(67.3歳±1.7歳)を対象に、支援の有無が起立動作に与える影響を評価するため、モーションキャプチャと筋電計によって計測された身体運動と筋活動を調べた。その結果として、被験者1名の重心軌道の変化を図3に示す。機器による支援がある場合には、起立動作の前屈が減って、重心軌道が上向きになり、理学療法士の介入と同様に、高齢者に対しても健常若年者と同じような起立動作が誘導できた。ただし、筋活動に関しては、機器による支援があると、活動時間が長くなってしまったということが分かった。これに関しては、まだ離臀タイミングの推定精度が低く、また支援する部分の上昇速度が起立動作と比較して遅いため、被験者によっては支援機器の動きにあえて合わせるように遅く起立していたことに起因すると考えられる。

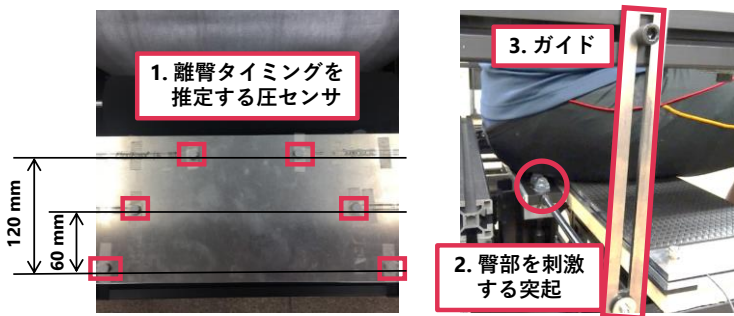


図 2 開発した支援システム

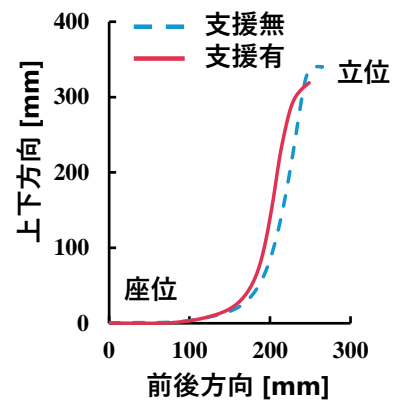


図 3 重心軌道の変化

#### 4. 今後の研究の見通し

---

昨年度までに起立動作を支援するシステムを開発したが、被験者の起立動作に対して十分に支援を行うことができないという問題があった。それに対して今後は以下の3点を改良する。1. 使用者の離床タイミングを精度よく推定するアルゴリズムを開発し、2. 臀部を押し上げる力と速度を向上させ、3. 殿筋を刺激する機構を制作する。また人を対象とした計測実験を行い、効果を検証する。

##### 1. 使用者の離床タイミングを精度よく推定するアルゴリズムの開発

離床に合わせた支援を行うために、離床タイミングを推定する。しかし、座位でも足を組む、座り方を変える等の動作で臀部を動かすことがあるため、本項目においては様々な動作で変化する座圧の変化に着目する。座面に圧センサを配置することで座圧のデータを取得し、機械学習の手法から、個々人の運動に合わせた離床タイミングを推定するアルゴリズムを開発する。

##### 2. 臀部を押し上げる力と速度の向上

使用者に応じて、離床速度や押し上げて支援する力を変更することが可能な押し上げ機構を開発する。現時点ではガススプリングを用いて、椅子の支援面を上昇させている。それに対して、より個々人の運動の違いに対応できるように、押し上げる速度や力の調整ができるようにモータを利用し、支援面を駆動する。

##### 3. 殿筋を刺激する機構の制作

理学療法士が離床時に患者の殿筋を刺激するように、支援面においても殿筋を刺激する機構を製作する。また離床時のみに殿筋を把持するように、刺激のタイミングを調整できるようにする。臀部を刺激するための形状や異なる体格の人にも適応できるように設計し、運動中に殿筋を刺激できるか評価する。

#### 5. 助成研究による主な発表論文、著書名

---

Hiroki Kogami, Qi An, Hiroshi Yamakawa, Ningjia Yang, Shingo Shimoda, Makoto Kinomoto, Noriaki Hattori, Kouji Takahashi, Takanori Fujii, Hironori Otomune, Ichiro Miyai, Shu Ishiguro, Takashi Saigusa, Yoshikazu Nozaki, Haruhisa Maruyama, Atsushi Yamashita, and Hajime Asama, "Assistive Chair to Support Hip Rising of Elderly People Improves Body Movement of Sit-to-Stand Motion", Proceedings of the 1st Workshop on Robot Control (WROCO2019), pp. 1-4, Daejeon (Korea), 2019/Sep.