

立ち上がり補助椅子の人間工学的評価*

藤澤 充**、長嶋 宏之***、菊地 利雄**

人間工学的手法による福祉機器の客観的な評価方法の確立を目的に、平成 10 年度ものづくり試作開発支援センター整備事業により導入した解析装置類を活用して、一例として既製品の立ち上がり補助椅子について筋電図計測と三次元動作解析を実施した。その結果、福祉機器の有無による筋力負担の比較を行うことにより、立ち上がり補助椅子の客観的な評価を行うことができた。

キーワード：立ち上がり補助椅子、人間工学、三次元動作解析、筋電図

The Ergonomics Evaluation of A Rising Aided Chair

FUJISAWA Mitsuru, NAGASHIMA Hiroyuki and KIKUCHI Toshio

In order to establish the method which evaluate auxiliary instruments objectively by ergonomics method, we analyzed rising motion from a rising aided chair and showed electromyograms and joint moments by using some analysis system introduced in 1999. As a result we could evaluated a rising aided chair objectively by comparing the difference of muscular load between using and not using auxiliary instruments.

key words : rising aided chair, ergonomics, 3D motion analysis, electromyogram

1 緒 言

少子高齢社会に伴い、優れた福祉用具や機器の開発が期待され、毎年様々な製品が世の中に出回っているが、ユーザに受け入れられる製品はまだ少ないのが現状である。また、評価試験の状況としては、工業製品単体としての強度・耐久性・安全性などを保証するために JIS 規格や SG 制度はあるが、ユーザとのインターフェースを評価するまでには至っていない。

そこで、既成または開発中の福祉機器をユーザの主観的な評価にだけ頼るのではなく客観的に評価する方法を確立することを目的に、一例として、市販の立ち上がり補助椅子の効果を評価するために、「平成 10 年度ものづくり試作開発支援センター整備事業」により導入した解析設備(動作解析¹⁾²⁾、生体解析)を活用して、(財)いわてリハビリテーションセンターと岩手大学との連携により、三次元動作解析と筋電図計測によるユーザ(健康者)の筋力負担³⁾⁴⁾を算出し、福祉機器を使った場合と使わない場合を比較したので報告する。

2 実験方法

2 - 1 筋電図計測による筋力負担

立ち上がり補助椅子の側面図外観を図 1 に示す。この補助椅子はユーザが立ち上がろうとして前方に体重移動する際に肘掛けに取り付けたスイッチが自然に押されることにより座面がバネの力で前方に約 40 度斜めに傾く単純なタイプである。

実験は、健康者に対して腕と腿など数カ所に電極を付けて、心電図波形がノイズとして載らずに、立ち上がりで寄与する筋肉を試行錯誤で見分けながら実施し、立ち上がり補助機能の有

無による筋電図波形の違いを各々 5 回ずつ計測し、その結果を平均して比較した。

実験に際しての注意点としては、筋電図計測は筋繊維の活動によって生じた微弱な電圧を皮膚の表面に貼られた電極で検出・増幅して行うため、僅かなノイズ(アーチファクト)も計測の邪魔になる。そこで、皮膚表面の清浄処理や電極にペーストを付けてしっかり貼り付けることにより接触抵抗を減らすこと、電極からアンプ(送信機)までの配線がブラブラ動かないようにしっかり固定してデータの変動を防ぐことなどが大切である。また、エンジニアが筋肉の部位を正確に見極めることはかなり難しいので、専門家の指導を仰ぐことも必要である。

[使用機器]

- 生体計測システム(日本光電工業製 WEB-5000 16^{CH})
- 処理ソフト：VIMUTAS (多用途生体情報解析)

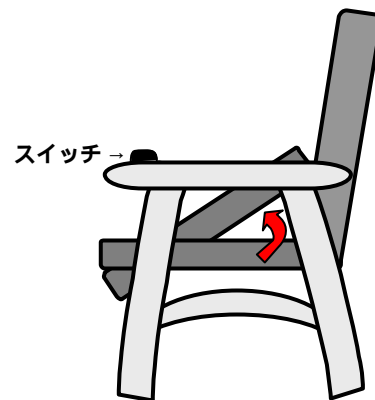


図 1 立ち上がり補助椅子の側面図外観

* 人に優しい福祉機器の開発(福祉機器開発事業):福祉機器開発プロジェクト

** 電子機械部

*** 特産開発デザイン部

2-2 三次元動作解析による膝関節モーメント

昨年度は膝の関節角度をパラメータとする基本的な「椅子からの立ち上がり動作解析⁵⁾」を臨床歩行分析研究会が提唱する関節モーメント法(DIFF¹⁾)を用いて実施した。

今年度は、そのノウハウを基に福祉機器としての立ち上がり補助椅子の効果を検証するために、椅子からの立ち上がり動作を立ち上がり補助機能の有無により計測し、股関節・膝関節・足関節モーメントを求めて、立ち上がり補助機能の有無による違いを比較した。

具体的な実験としては、被験者の肩峰、股関節、膝関節、足関節、第5趾MP外側の左右1ヶずつと前後判定用に背中に1ヶの合計11ヶのマーカを付け、三次元動作解析装置で関節位置を計測し、1枚の床反力計上には離臀のタイミングを見るために椅子の足を乗せ、もう1枚の床反力計上には片足(右足)を乗せて床反力を計測した。

動作解析では、被験者に付けたマーカが福祉機器の陰になって、最低2台のカメラの視野から隠れてしまわないような注意が必要である。どうしても隠れるような場合には、マーカが隠れない仮の位置にマーカを着けて計算で求める方法を使うこともできる。

【使用機器】

- 三次元動作解析装置(Oxford Metrix 製 Vicon512) : カメラ(60Hz) 5台によるマーカ座標計測
- 床反力計(Kistler 製) 2枚 : 床反力測定
- 処理ソフト : ワークステーションソフト(3次元座標化)、DIFF(モーメント・パワー計算)、Excel(グラフ表示)

3 実験結果及び考察

3-1 筋電図計測による筋力負担

生体情報解析ソフトVIMUTASで計測・記録した筋電図生波形の一例を図1に示す。左が補助機能なしで、右が補助機能ありの波形である。また、最上段から順に、心電図、大胸筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、長ヒ骨筋、大腿直筋、外側広筋、内側広筋の波形である。なお、大胸筋には心電図波形が載っているため、解析対象から除外した。

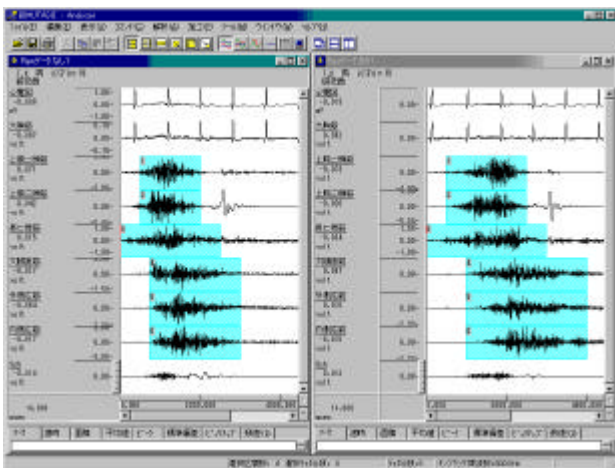


図1 立ち上がり動作の筋電図生波形

これらの生波形に対して、範囲を指定して絶対値積分し、各々5回分の平均をとって、立ち上がり補助機能の有無による筋電図の比較を行った結果を図2に示す。棒グラフの値(上方に数値を付記)が平均値で、記号によるプロットが5回測定したばらつきデータである。

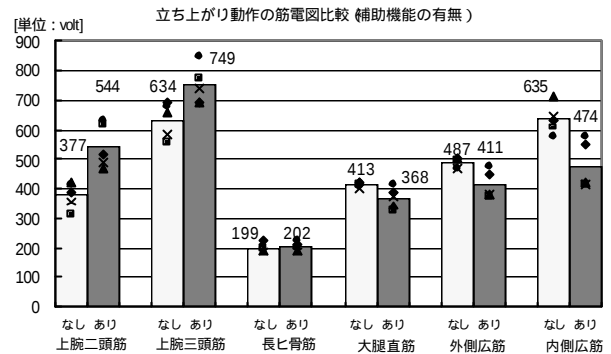


図2 補助機能の有無による筋電図比較

立ち上がり補助機能ありの場合には、肘掛けのスイッチを押すために上腕二頭筋と上腕三頭筋による腕力は若干増えているが、大腿直筋、外側広筋、内側広筋による腿の力は部位によって10~25%減少しているのがわかる。今回ダミーとして計測した膝下の長ヒ骨筋の筋電図は立ち上がり補助機能の有無による差が認められなかったことで、上腕と腿の筋電図の値が立ち上がり補助機能の有無による差として明らかに現れたことを保証していると言える。

3-2 三次元動作解析による膝関節モーメント

三次元動作解析装置(マーカ貼付)と床反力計により計測したデータをDIFF変換し、Excelでグラフ表示した膝関節モーメントを図3に示す。横軸は60フレームで1秒である。

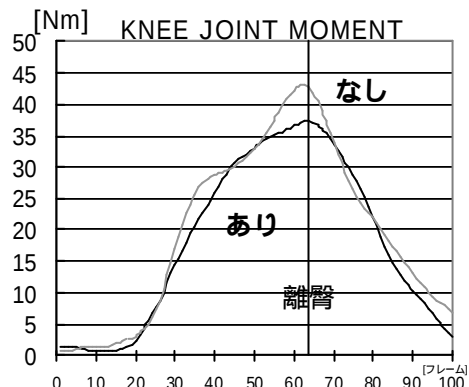


図3 補助機能の有無による膝関節モーメント比較

膝関節モーメントはお尻が座面から離れるあたりで最大になるが、立ち上がり補助機能ありの場合には、膝にかかる負担が約15%程度減少している。股関節モーメントと足関節モーメントもグラフ表示してみたが、補助機能の有無による違いは殆ど見られなかった。

4 結 言

今回の実験から、筋電図と膝関節モーメントともに、立ち上がり補助機能が有効であることがわかった。立ち上がり補助椅子は実際には高齢者や障害者など立ち上がりが困難なユーザが利用する訳であるが、前に押し出す力がユーザの運動機能よりも大き過ぎると前方に転倒する危険性もあるので注意が必要である。今回試した立ち上がり補助椅子は座面がバネの力で斜めに前傾する単純なタイプのものであったが、人間工学的には若干の持ち上げ動作の後に優しく前に押し出してくれるようなタイプが理想的である。

今後の追加実験として、筋電図計測では、今回計測しなかった脹ら脛や背筋など他の筋肉についても計測してみると違いが出るかもしれない。また、動作解析では、座面角度も一緒に計測したり、座面高さを数段階にして同様な計測をしてみることが挙げられる。また、着座動作の方がユーザにとっては、座面が上がっている関係でドスンと座ることを回避できることから、安心であると考えられるので、着座動作についても同様に計測してみたい。更に、筋電図とマーカーデータを同時に計測することにより、筋電図波形と関節モーメントの時間的な関係をより密接に把握することもできる。

今回の実験では、安全のため健常者を被験者としたが、実際に福祉機器を必要としてお使いになる高齢者や障害者の方々を被験者として実験・評価することがより現実的である。そのためには安全性確保が第一なので、倫理規定を定めて、リハビリテーションセンターや医療機関のスタッフが見守る中で実験を実施しなければいけない。わざわざ実験場所に来ていただく場合は謝礼金や交通費の支払いも必要となる。また、被験者は電極とマーカーを付けるために短パンとTシャツの服装になるのに対して、実験者は通常の服装というように服装が異なるので、室温の調整には十分に配慮し、更にプライバシーの保護にも努めなければいけない。

これからも、多種多様な福祉用具や機器について、試行錯誤により用具に応じた基礎的なデータ計測や解析・評価の経験を積み重ねながら、その適合性や効果等を評価する手法を確立し、「人に優しい福祉用具づくりと適切な評価」に挑戦して行きたいと考えている。それと同時に、当センターが共同開発した木製車椅子や転倒防止歩行器などに関しては、本報と同様な筋電図や関節モーメントによる筋力負担比較では単純に評価できるものではないが、満足感や安心感などの感性を脳波計測により喜怒哀楽の度合いとして提示する方法も試していく予定である。

謝 辞

生体計測についてご指導をいただいた岩手大学工学部福祉システム工学科の一ノ瀬充行教授と、動作解析についてご指導をいただいた国際医療福祉大学大学院の山本澄子教授をはじめ、実験に加わっていただいた(財)いわてリハビリテーションセンターの諸橋主任理学療法士と南昌病院の山田理学療法士に感謝いたします。

文 献

- 1) 詳しくは、臨床歩行分析研究会 編：関節モーメントによる歩行分析、医歯薬出版、1997
- 2) 江原義弘、山本澄子 著：立ち上がり動作の分析、医歯薬出版、2001
- 3) 加藤象二郎、大久保堯夫 編：初学者のための生体機能の測り方、日本出版サービス、1999
- 4) くらしと JIS センター研究報告集-標準情報-Vol.2、1999
- 5) 藤澤 充、長嶋宏之 著：福祉機器の人間工学的評価、岩手工技セ研究報告、No.8、2001