身体の捻りを伴う動作に対する時間分析

○松本 佳奈（早稲田大学大学院人間科学研究科）

加藤 麻樹（早稲田大学人間科学学術院）

Time Study of handling motion with twisted posture

Kana MATSUMOTO (Waseda University, Graduate school of Human Sciences),

Macky KATO (Waseda University, Faculty of Human Sciences)

1. 背景

介護など全身の動作が必要な現場では、現場で適用できる簡便な作業評価法が求められているが、未だ確立されていない状況にある。これまでに工場などの労働作業の分析に使われてきた手法の例として、MODAPTS法 (Modular Arrangement of Predetermined Time Standards) が挙げられる¹⁾。

MODAPTS法は簡略PTS法の一つで、身体的な動作と判断を伴う動作に対する、時間値を用いた分析法である。先行研究では高齢者作業能力装置の開発²⁾や、組み立て動画の作業時間導出など³⁾に使われている。

しかしながらMODAPTS法は工場での作業動作や机上作業を対象にして作られており、分析に用いる作業時間値の設定が限られている。介護現場や引越越し作業など、全身の動作を伴う場合に適用可能であるか検討したものは少ない。そこで時間値の設定されていない動作にMODAPTS法の適用が可能であるか検討する必要がある。ここでは作業空間を作業者の側面に拡張した場合を研究対象とする。

2. 目的

本研究では時間値の設定されていない動作として身体を捻る動作をとりあげ、MODAPTSの適用が可能であるか明らかにすることを目的とする。

3. 方法

3.1 モーションキャプチャ

本研究の計測には、NOITOM社のモーションキャプチャであるPERCEPTION NEURONを使用する。フレームレートは120fpsとする。キャプチャされたデータはbvvh形式で保存される。計測データのbvvhファイルを専用ソフトのAxis Neuronで確認した後、CSV形式で保存する。

3.2 実験方法

実験参加者は、健康な男子大学生1名とする。実

験参加者にモーションキャプチャを装着し、椅子に座った状態で、指定した動作を行わせる。指定した動作は、正面を向いて座った状態で、机の上に置かれた1kgの重りを、左腕で左側90度の位置に移動する動作である。また、動作の種類は体幹を捻って重りを移動させる試行（捻り試行）と、体幹を捻らず前を向いた状態で腕だけで重りを動かす試行（前腕試行）の2種類とする。順序効果の影響を受けないようにするため、捻り試行と前腕試行は交互に行う。

重量因子を排除し身体の捻り動作のみに着目するため重りは1kgとする。試行開始時の実験参加者と重りの距離は40cmとし、机の上の正中線を延長した正面に重りを設置する。また、重りを移動させる終点は、実験参加者が背筋を伸ばして座った際、両肩の肩峰を結んだ直線の延長線上とする。終点と重りの距離も40cmとし、2種類の動作を10試行ずつ行う。図1に実験条件の模式図を示す。

図1 実験条件の模式図

Fig 1 Motion task

3.3 解析方法

本研究では、試行の際に大きな動きが見られた leftshoulder, leftarm, leftforearm, spine, spine1, spine2, spine3の7部位の回転角度データを使用

する. MATLABのFindpeaks関数を用いて各部位のx軸, y軸, z軸ごとに動作の起点から終点までを決定し切り取り, 切り取ったフレーム数を秒数に変換したものを動作時間とする. 各部位においてそれぞれの軸ごとに捻り試行と前腕試行の動作時間の比較を行い, F検定で分散の検定を行なった後, 2標本によるt検定を行なう. 有意水準は $p < 0.05$ とする.

4. 結果

図2に計測結果の例としてleftforearmの軸の角速度変化を示す. グラフの縦軸はx軸, y軸, z軸の角速度である. またグラフ内にfindpeaks関数によって示されたピークが表示されている. このピークの差の大きい部分を動作の起点と終点として動作時間を抽出した.

図2 計測結果の例 (leftforearm)

また, 図3にx軸, y軸, z軸における動作時間の平均値を比較した例としてLeftforearmの角速度変化に要した時間の平均値を示す.

図3 leftforearmのx軸, y軸, z軸における動作時間の平均

leftshoulder, leftarm, leftforearm, spine, spine1, spine2, spine3のx軸, y軸, z軸において, 捻り試行と前腕試行の動作時間の平均についてt検定を行なった結果, 動作時間値の平均に有意差は見られなかった.

5. 考察

捻り試行と前腕試行の時間値に差がみられなかったことから, 重量因子を考慮しない状態での90度までの捻り動作はMODAPTSでの評価が可能であると考えられる.

今回の試行にMODAPTS法を適用する場合, 捻り試行・前腕試行ともにM3G1, M4P2, M4G0と分析することが可能である. その結果23MODとなるため, 本研究の試行における標準時間は2.967秒となる. しかしながら, 各部位の動作時間平均は全て長い時間がかかっている. これは実験参加者が通常より作業を丁寧に行なったためであると考えられる.

6. 今後の展開

今後の課題として, n数を追加して同様の実験を行うこと, また動作に慣れさせてから実験を行うことでより自然な速度で実験を行うことが挙げられる.

また本研究では重量因子を考慮せずに実験を行なった. しかし介護や引っ越し作業などの場面での全身運動に適用するには重量因子の考慮が必要となる. 加えて, 本研究では90度までの捻り動作の実験を行なったため, 90度以上の捻り動作の時間値分析も必要であると考えられる.

参考文献

- 1) Heyde, G.C.:PI.Control with MODAPTS, AAPTS & R, Sydney(1996)
- 2) 田口 豊郁他: “高齢者作業能力測定装置の開発”, 川崎医療福祉学会誌, Vol. 6, No. 1, pp. 57-62, 1996.
- 3) 篠田 心治, 小寺 抄宣: “3次元組み立て作業動画の作業時間導出方法の研究”, 成蹊大学理工学研究報告, Vol. 49, No. 2, pp. 69-73, 2012.