

跳躍動作における動作加速度特性

日大・医学 ○萩原 礼紀 唐牛 大吾

日大生産工 堀江 良典 神野 英毅 勝田 基嗣

1. 緒言

本研究は人が跳躍する際にどのような動作加速度を示すのかを確認し、その動作特性を把握することを目的に実施した。修正型最大エントロピー法 (Maximum Entropy Calculation: Memcalc) を用いてパワー spectral 解析を実施したところ、特異な動作特性が検出されたので報告する。

2. 方法

被験者に携帯型 3 次元加速度計 (Activtracer AC301: ACT, GMS 社) を Jacoby line 中央にベルトで固定した。被験者に対し、跳躍の際両上肢は腰部に置き動作中は離さないように教示し、1m 毎の両足同時踏み切りの跳躍動作を 10m 間反復させ、身体動作加速度を測定した。

2-1. 対象

身体機能に問題がない健康成人男性 13 名、女性 4 名を対象とした。被験者全員に対し、本研究の意義・目的・方法を説明し書面にて同意を得た。

2-2. 解析方法

観測されたデータを Acc3xA.exe (処理プログラム) にて処理し、Microsoft Excel を用いてグラフ化し、X 軸を時間、Y 軸を加速度として描出した。また描出したデータのいくつか部分を位置情報として全てプロットし、全被験者の各プロットが全て収束する点を跳躍動作の変移点と定義した。3 軸の加速度データのうち上下・左右方向にのみ同様の処理をおこなった。各点の平均および標準偏差を求め、動作中の位置情報としてどこに収束するかを判定した。各項目の統計学的検定には、Wilcoxon の符号付順位検定を用い有意水準を 5% 以下とした。統計解析ソフトは SPSS for windows 10.0J を用いた。mean $\pm$ standard deviation (以下、mean $\pm$ SD) で表した。

3. 結果

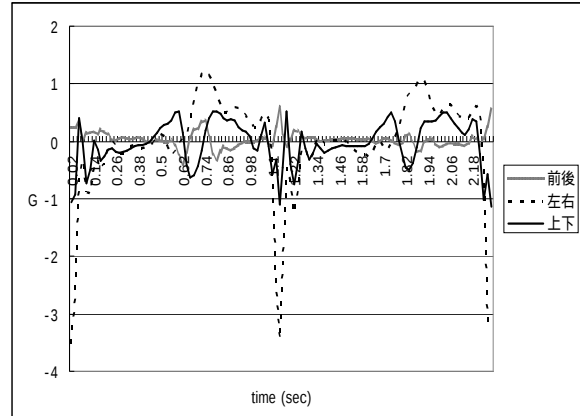


Fig.1 跳躍動作の 3 軸加速度波形 (2 周期)

跳躍動作加速度の観測値をグラフ上で重畳した。図中左端の下および右方向に同時観測される最大値点が着地の瞬間と考えられ、動作分類の始点とした。視覚的に左右方向が最も鋭角な波形として描出され、次いで上下方向が占める面積が大きい。Fig1 は 2 跳躍周期を切り出し表した。

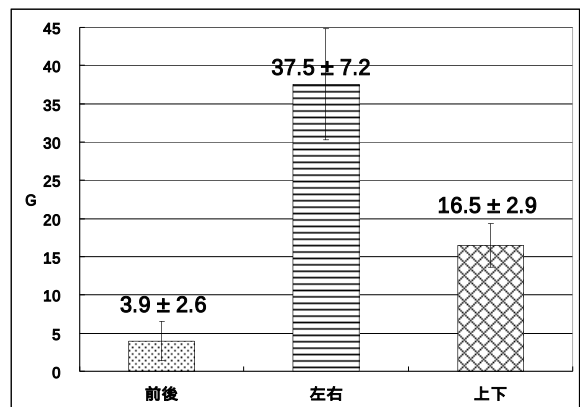


Fig.2 1 跳躍動作の積算加速度

1 跳躍動作の動作加速度を、各軸毎に積算した。動作成分比は昇順に左右・上下・前後で、6 : 3 : 1 となった。前進を目的とした跳躍は、体を左右に振幅させながら、上方向に放出することで推力を合成していると考えられる。

Research of acceleration characteristic in jump operation

Hagiwara Reiki, Karoji Daigo

Horie Yosinori, Kouno Hideki, Katsuta Mototsugu

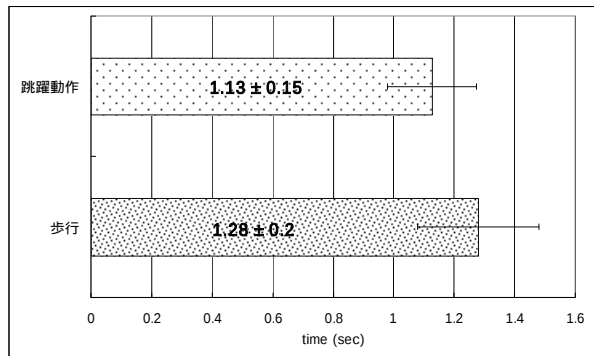


Fig.3 跳躍動作と歩行の1動作所要平均時間
1動作周期の時間比較では,ほぼ同様の動作時間となった.標準偏差は跳躍のほうが若干短い.

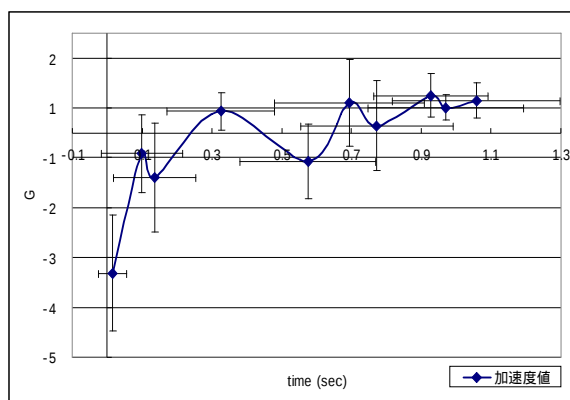


Fig.4 1跳躍動作の左右標準波形
跳躍動作中に必ず通過する左右方向加速度の変移点10個である.時刻および加速度の変移中心を黒丸で,加速度標準偏差を上下に,発生時刻の標準偏差を左右に示した.全ての黒丸を通過する線を動作軌道中心として示した.跳躍中は,左右に振幅を繰り返しながら主に左方向へ偏移する様子が描出された.

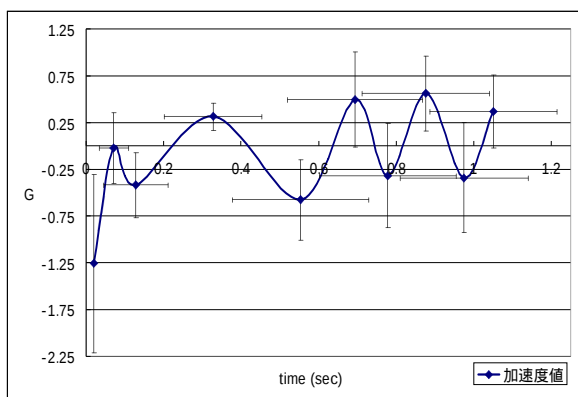


Fig.5 1跳躍動作の上下標準波形
Fig4と同様に動作中に必ず通過する上下加速度

の変移点および,各標準偏差を示した.図中左端の着地した瞬間から,上下に振幅しながら推移し次の着地まで上方向に多くの成分が観測された.

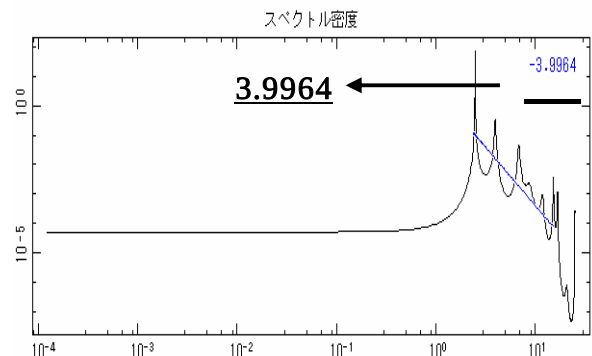


Fig.6 跳躍動作中に観測される特異な左右加速度のスペクトル波形

Fig.6は両対数表示されている.Fig1の中央部分に描出されている,左右方向の鋭角な動作加速度部分を全ての試技で周波数解析した.結果153試技中141試技から,孤立三角波を意味する“4”の近似値が算出された.同時にこれらは“べき特性”を示した.

4. 結言

Fig1より跳躍動作は,その動作開始順序から見て左右および上下方向の加速を同時に生じさせ,その結果の合力として前方向に推進する力を得ていると推察された.Fig2より跳躍動作は,左右方向が最も大勢を占め次いで上下方向となり,前方へ移動することが主目的であるのに前方向の加速度は最も少なく検出された.Fig4, Fig5の結果より,跳躍は両足同時踏み切りであっても,右下から左上方に飛び上がる動作軌道を示し,左右・上下に細かく振幅しながら動作しており,両側性機能低下に対応する運動方略を選択していると推察された.Fig6で示す計算結果から,跳躍の最中(滞空中)に右に身体を振り左に戻す0.08秒の部分(Fig1中央)は,その動作時間の短さ(Fig3)と,孤立波と考えられるスペクトル値、通常生体のデータから観測されにくい“べき特性”を示した.以上3点のことから跳躍は,筋の収縮力以外の要素を含んだ運動方略によるもの、すなわち筋腱複合運動を使用している動作と考察された.