

三次元動作解析ソフトウェアの構築

Development of 3-D biomechanical motion analysis software

1K06A185

指導教員 主査 誉田雅彰先生

中村 真志

副査 矢内利政先生

【緒言】

空中で回転しているときに、腕を体に引き付けて軸を細くしたり、足を引き付けて丸くなったりすると、回転の速度が増すことが知られている。この現象については、角運動量保存の法則が深く関わっている。本研究では、Frame-DIASによって算出した各身体部分のマーカの空間座標値のみを基に、様々な解析を行うことができるプログラムを開発することで、回転動作における角速度や角運動量の変化などについて検証すると同時に、どのような過程を経てこれらのデータが導き出されるのかを理解していくことを主な目的としている。動作シミュレーションや高度な動作解析などの研究においては、自らプログラムを開発していくことは必須であり、このような研究を目指す第一歩として本研究の意義は大きいと考えられる。

【方法】

4.05m × 4.05mのフィールド上において垂直跳び、後方宙返り、二回転など複数の試技を行い、これを4台のハイビジョンビデオカメラ（HDR-HC7, SONY）を用いて、撮影速度毎秒30コマにて撮影した。映像からデジタルサイズによって得た位置情報を用いて、計測点の三次元実座標をDLT法により算出した。さらに、算出した三次元座標を、遮断周波数3Hzのバターズデジタルフィルタを用いて平滑化した。このようにして得たデータから、開発したプログラムkinematics_3Dによって、頭部、手、前腕、上腕、肩、胴、腰、大腿、下腿、および足の身体

各部分に単位ベクトルを用いた移動座標系を設定し、角速度、角加速度を求めた。また、身体部分重心、身体重心、速度、加速度、関節力、関節トルク、および身体重心まわりの角運動量なども合わせて算出し比較検討した。

【結果】

回転動作のデータを分析した結果、二回転動作の跳躍局面においては、角速度はほぼ単調に増加した。また、着地に向けての減少もほぼ単調であった。これに対して、後方宙返りでは、跳躍局面中盤で角速度が一度減少に転じてから、再び増加していた。各動作のセグメントごとの身体重心まわりの角運動量を比較していくと、跳躍局面にかけて角運動量を失う部分や、跳躍局面にかけて角運動量が増加する部分、あるいはあまり変化がなく一定である部分などが見られた。また、空中ではおおむね角運動量が保存されていることが確かめられた。さらに、跳躍局面において、角運動量が各部分に伝達されていく様子を確認することができた。この結果、二回転動作では後方宙返り動作よりも各セグメントが持っている身体重心まわりの角運動量が比較的安定していることがわかった。

【考察・まとめ】

プログラムの開発、および実験を通じて身体各部の座標変位から、多くの情報を取り出すことができることがわかった。しかし、上体から求めた力とトルクが脚部において分岐するときの割合を求めることができない、という問題や

数値の誤差など課題も多くあった。回転動作の検証においては、空中ですばやく回転するには、腕の振りや手足の引きつけなどの動作をタイミングよく行うことで、角運動量の伝達時に角速度のロスを少なくすることが重要であるという結果が得られた。