

人体動作解析によるスポーツ動作の解析

環境・情報技術部門

工業技術総合センター(環境・情報技術部門：松本市)で保有している人体動作解析装置を活用し、県内企業と共同で、運動能力評価システムを構築した研究事例をご紹介します。

※この成果はアスリートのトレーニング指導に役立てられ、基礎能力向上の初期評価結果を得ています。

■ 研究の背景

令和10年に長野県で開催される国民スポーツ大会に向けて、県の競技力向上対策室では、強化選手に向けたトレーニング指導を、相澤健康スポーツ医科学センター(以下、JAMS)に委託しています。指導方法としては、JAMSによる柔軟性等の身体機能の評価するコンディションチェックと、人体動作解析装置を用いた運動能力評価を併せた総合的な方法を検討しています。このうち人体動作解析装置を用いた運動能力評価の方法について、JAMSと当センターにて共同研究を実施しました。

■ 研究の概要

国民スポーツ大会の強化選手のための運動能力評価としては、基礎的な能力評価が重要と考え、競技特性に左右されない基礎的な動作であるスクワットジャンプ(SJ)^{※1}とカウンタームーブメントジャンプ(CMJ)^{※2}におけるジャンプ高さ、ジャンプ初速度、伸張短縮サイクル率(SSC%)、床反力、床反力の力積、力の立ち上がり率(RFD)、各関節モーメント(股・膝・足)、足圧中心の8指標値を評価対象としました。この8指標値を導出するため、後述の人体動作解析装置(表1)の光学式モーションキャプチャ(以下、光学式 MoCap)と床反力計による計測(図1)、及び動作解析ソフトによる解析(図2)を行いました。多数の計測に対応するため、「計測時間の短縮」と「解析・帳票出力の自動化」を検討しました。これら取り組みについてご紹介します。

※1 屈んだ状態から反動を付けずに真上に跳ぶ垂直ジャンプ

※2 直立姿勢から瞬時に屈んで真上に跳ぶ反動を付けた垂直ジャンプ

■ 人体動作解析装置

光学式 MoCap は、被験者の関節など所定の骨格位置に反射マーカを貼り付け、赤外線カメラで撮影することにより、人体各部位の動作を計測する装置です。

床反力計は、人が動作した時の床からの反力を計測する装置です。力の大きさ、方向(鉛直・左右・前後)、位置が分かります。

表1 人体動作解析装置

光学式モーションキャプチャ	VICON Vantage V5(12台), V8(8台)
※計測ソフト	Vicon Nexus2.14.0
床反力計	AMTI AccuGait(2枚)
動作解析ソフト	HAS-Motion Visual3D

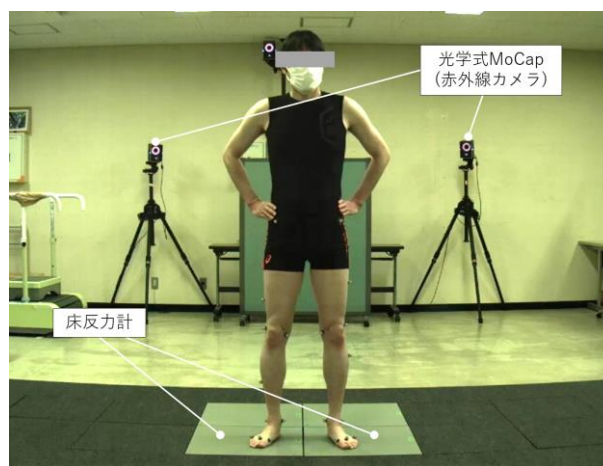


図1 光学式 MoCap と床反力計による計測

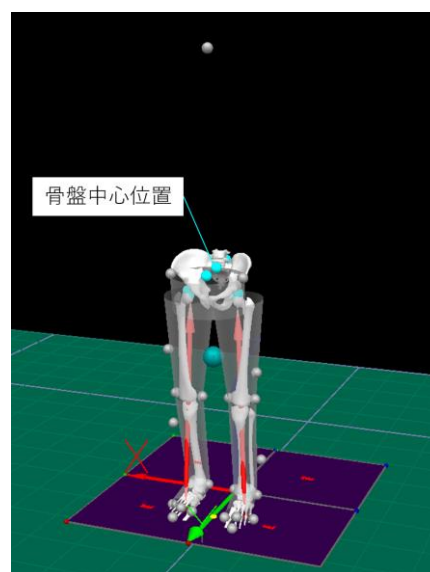


図2 動作解析ソフトによる解析

※ 原論文の一部の図を引用・改変したものを使用

動作解析ソフトは、光学式 MoCap、床反力計等の測定データから、関節モーメント等の様々な解析を可能とするソフトウェアです。

■ 計測時間の短縮

関節モーメントを解析するためには、身長等の身体寸法と体重の身体情報が必要となります。計測時間の短縮のため、手動による計測を不要とする身体情報の自動取得を検討しました。身体寸法については測定対象箇所の両端に身体寸法計測用の反射マーカを貼付して光学式 MoCap により計測し、体重については床反力計により計測しました。動作計測の際に同時計測し、これらの計測結果から動作解析ソフトを用いて、身体情報の自動取得を可能としました。

更に貼付する反射マーカ総数を削減して、計測における準備時間の短縮を図りました。当初、全身における重心位置の移動量からジャンプ高さを推定することを考え、全身に反射マーカ (51 個) を貼付していました。これを改めて、下肢を中心とする反射マーカ (28 個) からジャンプ高さを推定する方法を検討しました。その結果、骨盤に貼付した反射マーカから骨盤中心位置を求め、骨盤中心位置の移動量からジャンプ高さを推定する方法が、推定精度的にも有効であることを確認しました。これにより、下肢を中心とする反射マーカを採用し、反射マーカ総数を削減しました。

■ 解析・帳票出力の自動化

各種解析と一般のアスリートや指導者にも分かり易く伝えるための 8 指標値の帳票出力を自動化しました。解析の自動化は、解析ソフトのパイプライン (各種計算の命令群) を活用し、帳票出力の自動化は、EXCEL マクロ機能を活用して、独自に設計して実現しました。図 3 の 3 ステップにて、解析と帳票出力が行えます (一部、ソフトウェアの起動等で手動操作あり)。ステップ 1、ステップ 2 が手動操作による前処理で、ステップ 1 で被験者名と測定日のフォルダを作成します。ステップ 2 で作成したフォルダ内に計測データを格納します。ステップ 3 がメインの処理です。先ず手動にて解析ソフトを起動し、パイプラインを実行します。すると、解析ソフトにより解析が自動で実行され、結果がテキストファイルに出力されます。次にマクロ付き EXCEL ファイルを手動で開いてマクロを実行します。すると、EXCEL ファイル内に解析結果が自動で読み込まれ、帳票に自動出力されます (図 4)。

(本研究の詳細は「電子情報通信学会和文論文誌 D Vol. J108-D No. 02 2025 年 2 月」に掲載予定です)

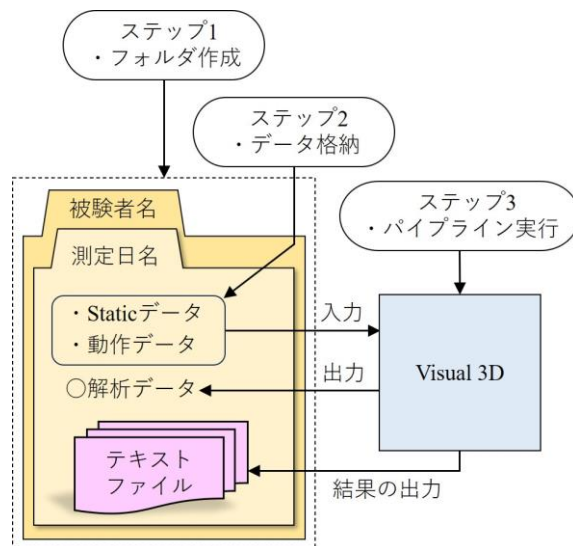


図 3 解析・帳票出力の自動化の流れ

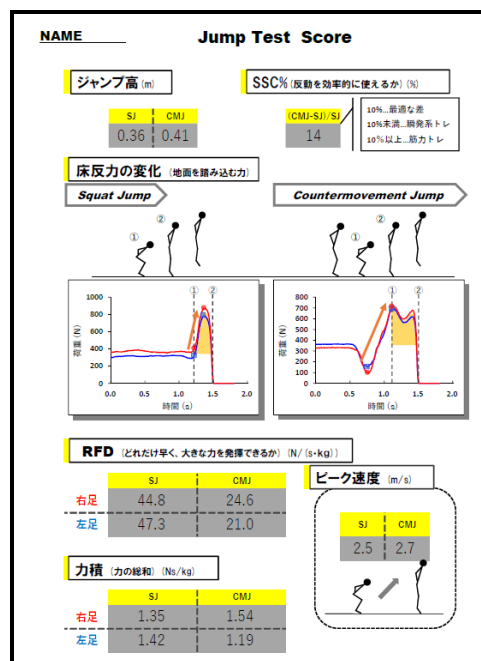


図 4 帳票出力例 (一部: A4 サイズ全 4 ページ)
※ 原論文の一部の図を引用・改変したものを使用

■ ご利用について

本研究に用いた人体動作解析装置は、設備利用、共同研究等で県内企業の皆様にご利用いただくことが可能です。ご不明な点については、以下の連絡先まで遠慮なくお問い合わせ下さい。

本装置は、令和 2 年度 9 月補正予算生産現場 DX 化支援事業 (内閣府新型コロナウイルス感染症対応地方創生臨時交付金) により導入しました。

長野県工業技術総合センター
環境・情報技術部門 人間生活科学部 翁
TEL: 0263-25-0981
E-Mail: kankyojoho@pref.nagano.lg.jp

(2024 年 11 月作成)