

投球動作の癖に関する 3 次元動作分析

野崎 光希[†] 誉田 雅彰[‡]

早稲田大学大学院スポーツ科学研究科[†] 早稲田大学スポーツ科学学術院[‡]

1. はじめに

現代のスポーツ競技において、相手の癖を分析するという事は、作戦上重要な役割を担っている。中でも近代の野球やソフトボールにおいてはこれらの解析が発達しており、選手のプレイの癖を見抜くことは、プレイを予測しそれに備えた効果的なプレイにつなげる意味において戦略上重要な要素となっている。些細な癖の発見をきっかけに打率や防御率などの向上につながり、またプレイの幅を広げることも可能になると考えられる。

本研究では、ソフトボールの投球動作を対象とし、球種に対する動作の癖を、コンピュータによる映像処理を用いて自動的に特定する方法を検討し、視察では見抜けないわずかな動作の癖を見抜ける手法を提案する。また、投球動作の癖がどの身体部位に現れるかを定量化に明らかにする。

2. 方法

(1) 投球動作のビデオ撮影

各関節にマーカを装着し、投球動作を 4 台のハイビジョンビデオカメラ(毎秒 30 フレーム)により撮影した。マーカポイントは頭頂、右肩、左肩、右肘、左肘、右手首、左手首、右手の甲、右大転子、左大転子、右膝、左膝、右足首、左足首、右つま先、左つま先とした。ビデオカメラは前方左右に 1 台ずつ、真横に 1 台、右後方に 1 台の計 4 台を設置した。また、被験者が右投げのため、映像解析においてより多くのマーカを捉えることができるように、選手から見て右側位置に重点的にビデオカメラを設置した。被験者は現役ソフトボール部投手 2 名であり、チェンジアップ、ライズボール、ドロップの 3 種類の球種を各 20 回投球し、計 60 サンプルを収集した。

(2) 3 次元動作解析

動作解析ソフト Frame-DIAS を用いてビデオ映像からのフィールド画像毎に毎秒 60 コマのレートで各マーカの 3 次元位置を算出する。次に、動作データを遮断周波数 5Hz で平滑化し、動作

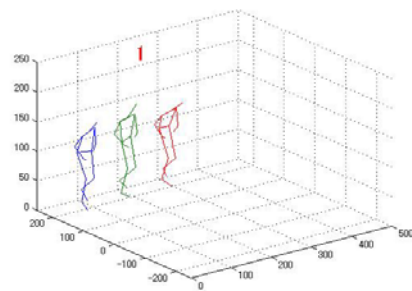


図 1 スティックピクチャ

開始時点における身体位置の正規化、各試技間の動作の時間ずれの補正、および動作時間長の正規化を行う。図 1 は、投球開始時点における各球種の投球姿勢のスティックピクチャを示す。

動作パラメータとして、各マーカの 3 次元変位と速度、および身体各部の関節角度と角速度を算出する[3]。

(3) 動作特徴に基づく球種の識別

テンプレートマッチング法に基づいて各試技の動作データから球種を識別する。まず、球種毎に動作パラメータの平均軌道を算出してテンプレートを作成する。次に、試技の動作軌道と各球種のテンプレート軌道との平均二乗距離を算出し、距離が最小となる球種に試技を識別する。ただし、二乗距離計算において、変位系と角度系の動作パラメータの相対的なスケール値は実験的に調整した。また、動作区間全体を 10 等分し、動作開始時点から各等分時点までの動作パラメータ軌道について識別を行い、投球動作の時間的経緯にともなう識別率の変化を検討した。

(4) 身体動作特徴の分析

動作パラメータ毎に、球種をクラスとして級内分散に対する級間分散の比を求め、分散比に基づいて球種による動作の違いがどの身体部位に現れるかを検討した。また、分散比は動作区間全体を 10 等分した区間毎に求め、投球動作の時間的経緯にともなう動作特徴の変化を検討し

た。

(5) 投球動作映像の視察による球種判断

動作開始時点から経過時点までの投球動作の映像を被験者に提示し、視察により試技の球種を強制判断させる。なお、実験では前方右方向に設置したカメラ映像を用い、経過時点としては、投球動作を構えるまでの区間、ボールをリリースするまでの区間、および投球動作全体区間とした。また、被験者は一般人の13名である。

3. 結果と考察

図2に、選手Bについて、各動作時点における動作パラメータの分散比を示す。図中の凡例には、全動作区間における分散比の平均値が大きい順に動作パラメータを示す。これより、ボールのリリース時点において大きな分散比を示しており、左踵z、左膝zの高さ方向に差異が生じている。これは、リリースの際、左足を踏み出す際に球種による大きな違いが生じていることを示している。身体部位毎にみると、分散比が大きい上位6位までの部位は全て下半身となっており、腕の振り方よりも下半身の動作に球種による違いが現れている。

図3に、各動作区間と球種の識別率の関係を示す。図中の各線は、分散比の大きい順に凡例に示された個数分の動作パラメータを選択して識別を行った場合の結果を示している。これより、全ての動作パラメータを用いた場合の識別率は、投球動作の構えの時点までで約85%、リリース前の早い段階で100%に到達することがわかる。また、動作パラメータ数が増えるほど識別率は上昇する傾向にあるが、パラメータを一つに絞った場合においても最初の段階で70%前後の識別率が得られた。なお、選手Aに対しても同様の結果が得られた。

図4は、視察による球種の判断正解率を示す。これより、人間の視察による判断では、構えの段階とリリース直前の正解率は動作解析による識別率に比べ40%前後低く、全動作区間では正解率は急激に上昇して88%となるが、100%には達していない。また、視察実験の判断要因を被験者に調査した結果、被験者の多くが球種の差異が目立ち動きが大きい上半身に注目している一方、下半身の細かな作の違いは視察では気づかれていない。このように、人間の主観的な判断に比べ、コンピュータでは微小な差異の識別が可能である。つまり、肉眼では発見できない動きの癖、や差異を分析できたということがいえる。

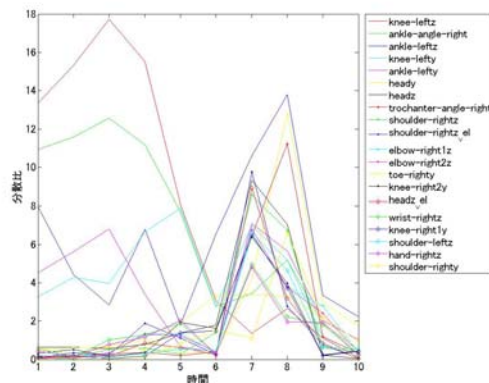


図2 分散比による動作特徴の比較

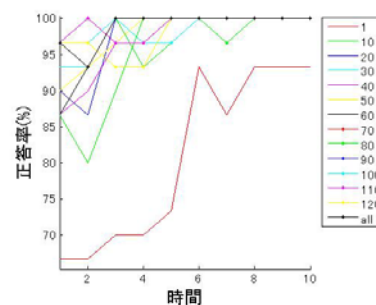


図3 動作パラメータを用いた球種の識別率

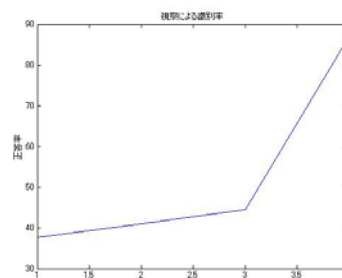


図4 視察による球種の判断正解率

4. むずび

3次元動作解析に基づく投球動作における癖の分析法を提案した。実験の結果、投球動作におけるボールのリリース時点前までの動作から球種が識別できること、また視察では発見できない動きの癖や差異を見い出せることが示された。

5. 参考文献

- (1) 画像を用いた身体部分の3次元角速度算出法の比較、宮西智久 JJBSE,1,(1),1997.
- (2) 野球のピッチング動作における力学的エネルギーの流れ、島田一志、JJBSE,8,(1),2004.
- (3) 身体運動のバイオメカニクス、石田明允他、日本エム・イー学会、コロナ社、2002.