

肘位置に注目した投球フォーム分析の精度評価

野原 直翔[§] 宍戸 英彦[‡] 北原 格[†] 亀田 能成[†]

^{†‡§}筑波大学 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

E-mail: [§]nohara.naoto@image.iit.tsukuba.ac.jp, [‡]shishido@ccs.tsukuba.ac.jp

[†]{kitahara, kameda}@iit.tsukuba.jp

あらまし 投手が正しいフォームで投球を行うことは、怪我の予防や技術向上にとって重要である。本研究では、単眼カメラを用いて投手を捕手の方向から撮影し、OpenPoseを用いて投手の肘位置の正しさを分析する。投球フォームにおいては、投手が打者に対して正対した時点で、右投手であれば右肘・右肩・左肩が同一直線上(SSEライン)にあることが望ましいとされている。本稿では、240fpsで撮影を行い、時間分解能がSSEラインの分析に与える影響を報告する。

キーワード 投球フォーム, SSEライン, OpenPose

1. はじめに

野球において、投手が投球を重ねることで肘や肩に痛みが出てくる場合がある。それらはそれぞれ野球肘、野球肩と呼ばれる。野球肘、野球肩発症の原因として、投球のしすぎが挙げられる。正しいフォームで投球を行っていない場合、投球数が少ない場合でも発症することがある。特に、まだ身体が小さく、筋肉や骨格が未発達である少年野球の選手が発症しやすく、また大人になっても繰り返し発症する可能性が高い[5]。

また、正しいフォームで投球を行うことは、球速やコントロールの向上につながる。

以上のことから、正しいフォームで投球を行うことは怪我を予防することや技術向上にとって重要である。選手が正しいフォームで投球を行えているかどうかを調べることは選手や指導者にとって容易ではない。状況によっては、正しいフォームそのものが理解されていない可能性さえある。

我々は、単眼カメラを用いて投球を撮影し、OpenPose[1]を用いて投手の骨格位置を推定する。推定結果を用いて、投手のフォーム分析を行うことを提案している[7]。一般に投球フォームのうち、投手の上半身が打者に対して正対した時、右投手であれば右肘・右肩・左肩が直線(以下SSEラインとする)であることが良いとされている[5][6]。

本稿では、240fpsで投手を撮影する。それにより得られた結果を用いて、時間分解能がSSEラインの分析に与える影響を報告する。

2. 関連研究

投球フォームの指導方法の一つに、津田らが提案しているKinectを用いて投手のフォームを確認し、その結果を用いてフォームに悪い部分があれば改善策を提示するシステム[2]がある。この方法では、Kinectを正しく設置する必要があるため、利用可能な状況が限定

される。

また、土山らの研究[3]のように、投手にモーションキャプチャや反射マーカを装着させて投球解析を行う方法が提案されてきている。平山らの研究[4]では、硬式野球部に所属する男子投手を対象とし、試合を想定した投球において、投球数が増加すると脚を踏み込んだ時点での肩関節外転度が減少することを報告し、これは肘が下がっているフォームになっていることを示すものとしている。こうした先行研究の成果から、試合中にも投球フォームは変化し、都度解析を行う必要があると言えるが、ここで挙げた研究手法等では試合中の解析は困難である。

こうした先行研究の成果から、試合中にも都度投球フォームは変化し、都度解析を行う必要があることがわかる。ここで挙げた研究手法では、試合中の解析は困難である。我々は、野球のプレーに影響しない位置から撮影した映像のみを用いた投球フォーム分析を提案している[7]。

3. 投球フォーム

正しいフォームの例として、『肘を肩の高さより上げて投げる』という表現がある。しかしこの表現は抽象的なものであり、実際の投球フォームに対してその良さをこの基準に対して客観的に述べることは難しい。1節で述べた通り、投手の上半身が打者に対して正対した時点でSSEラインが直線であることが望ましいとされている。このことは、オーバースロー、サイドスロー、アンダースローのどの投球方法にも当てはまる。

我々の狙いはSSEラインについて分析を行うことである。肘が両肩のラインより下にある場合、肘の内側に負担が集中し、肘の内側に痛みが生じる。肘が両肩のラインより上にある場合、肘を上げようと無理に肩に力を入れている可能性があり、その結果肩を痛め

る傾向がある。また、肘が直線上にない場合、体の回転によって生じる遠心力を活かせず、パフォーマンスの低下に繋がるとされる[6]。

4. 分析方法

4.1. SSE ライン

SSE ラインによる分析を行うにあたり、図 1 に示すように SSE 角を定義する。OpenPose の推定結果を用いて SSE 角を算出する。SSE 角が 0° であることは SSE ラインが直線になっていることと同義である。

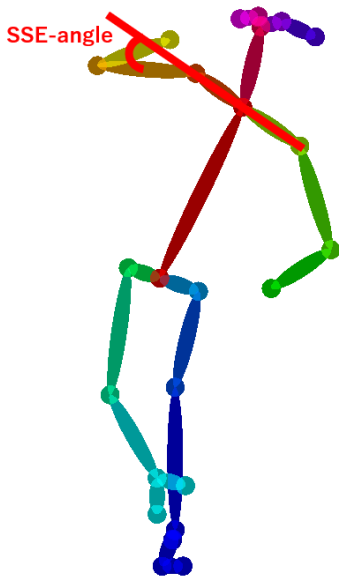


図 1：SSE 角の定義

4.2. 正対した時点の獲得

3 節で述べた通り、SSE ラインの分析は、投手が打者に対して正対した時点で行われるべきである。図 2 に OpenPose が推定する骨格位置を示す。本研究では、両肩間の距離(図 2 の線分 2-5)を用いる。この値が最大になる時、投手が打者に対して正対したと判断する。

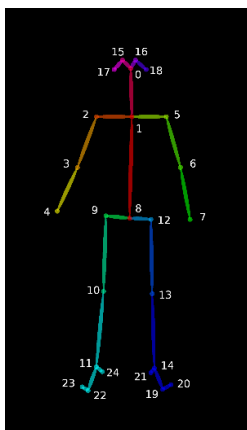


図 2：OpenPose が推定する骨格位置[1]

5. 投球フォーム分析の精度評価

5.1. 評価方法

本節では、上に述べた分析指標が撮影間隔(映像の fps)にどう影響を受けるかを報告する。対象とする指標は、SSE 角と両肩間の距離である。

投手を 240fps で撮影し、OpenPose を用いて投手の骨格位置を推定する。推定結果を用いて、SSE 角と両肩間の距離を算出する。この結果を各フレームにおいて、各投球で得られた結果の平均と標準偏差を算出する。これを 240fps データと呼ぶ。

時間分解能が与える影響を調査するため、ここで得られた結果を用いて疑似の 30fps の結果を作成する。240fps で得られた結果から、初期フレームとして指定したフレームから 8 フレームおきに抽出する。初期フレームを 1 フレーム目から 8 フレーム目まで 1 フレームずつずらし、8 種類のデータを作成する。この 8 種類のデータにおいて、各フレームの平均と標準偏差を算出する。これを 30fps データと呼ぶ。240fps データと 30fps データとの比較を行い、時間分解能が分析に与える影響を考察する。

5.2. 撮影概要

被験者は硬式野球部に所属する男子高校生 2 名であり、それぞれ投手 A、投手 B とする。この 2 名はいずれも投手経験者である。2 名とも右投手である。図 3 に示すように単眼カメラを捕手のすぐ後ろに三脚を用いて設置し、普段の投球練習の様子を撮影した。投球数は、投手 A が 13 球、投手 B が 10 球であった。

用いたカメラは CASIO の EXLIM-ZR1800 である。動画のサイズは 512[px]×384[px]、フレームレートは 240fps である。図 4 に撮影した映像の様子を示す。



図 3：撮影の様子



図 4：撮影した映像の様子

5.3. 結果と考察

図 5, 6 にそれぞれ投手 A, 投手 B の 240fps データを示す。

投手 A の結果は, ボールをリリースした時点から 24 フレーム前まで, 投手 B は 19 フレーム前までの結果である。これは, 投球フォームのうちのおおよそ投手の肩が開き始めたフレームから, ボールをリリースするフレームまでである。その前のフレームでは, 投手の右肩が隠れ, OpenPose による骨格位置推定が不可能である。

図 7, 8 にそれぞれ投手 A, B の 30fps データを示す。投手 A の 240fps データが 25 フレームであったため, 30fps データは 3 フレームである。投手 B は 20 フレームであるため 3 フレームであるが, 3 フレーム目の平均および標準偏差は抽出するフレームの始点が 4 フレーム目までの 4 種類の結果を用いて算出した。

240fps データより, 投手 A の SSE 角の最小値は 2.74° , 投手 B の SSE 角の最小値は 2.49° であった。もし 30fps で撮影した場合, 30fps データから, SSE 角の最小値はそれぞれ平均で 5.35° , 2.63° と推定されるとわかる。投手ごとの 240fps での分布を考慮すると, SSE 角の推定は 30fps でもある程度可能であると言える。ただし, 両肩間の距離と SSE 角の関係を見出すことはほぼ不可能であるため, 30fps で SSE 角を推定する場合は投球モーション中において, SSE 角が最小となる可能性のある全てのフレームを選び, そこから最小となる SSE 角を求めるという方法が必要である。また, 30fps では両肩間の距離と SSE 角の時間遷移に関する分析もほぼ不可能であるため, SSE 角が最適なタイミングで分析されているかどうかを調べることも不可能である。時間遷移の個人差を見ることも不可能である。

6. おわりに

本稿では, 単眼カメラのみを用いて投手の投球フォームを分析する手法を提案した。提案した手法において, 映像の時間分解能が与える影響を報告した。

30fps でも, SSE 角の分析はある程度可能であることが示された。一方で, SSE 角が適切なタイミングで推定できているかどうか, 時間遷移の個人差を調べるためには 240fps が必要である。

謝辞

本研究の一部は, 科研費 19K22857 の助成を受けて行われた。ここに謝意を表する。

文 献

- [1] Zhe Cao, Tomas Simon, and Shin-En Wei, Yaser Sheikh, “Realtime Multi-Person 2D PoseEstimation using Part Affinity Fields”, “Computer Vision and Pattern Recognition 2017”, pp.7291-7299, Hawaii, United States of America, 2017.
- [2] 津田諒, “肘に負担がかからないシャドーピッチングフォームの学習支援システムの構築”, 平成 26 年度高知工科大学情報学群学士學位論文, 2015.
- [3] 土山耕南, 大井雄紀, 高木陽平, 乾浩明, 吉矢晋一, 信原克哉, “投球動作 3 次元解析による肩甲骨の評価”, 肩関節, 40, 3, pp.1038-1042, 2016.
- [4] 平山大作, 藤井範久, 阿江通良, 小池関也, “投球数の増加にともなう投球動作の変容”, 筑波大学体育科学系紀要, 32, pp.189-192, 2009.
- [5] 馬見塚尚孝, “「野球医学」の教科書”, ベースボール・マガジン社, 2012.
- [6] 信原克哉, “肩の投球障害と投球動作のバイオメカニクス”, コーチング・クリニック 2003 年 12 月号, ベースボール・マガジン社, 2003.
- [7] 野原直翔, 宍戸英彦, 北原格, 亀田能成, “バックネット裏からの映像を用いた投球フォーム自動評価”, 日本野球科学研究会第 6 回大会報告集, 報告番号:P-44, 2019.

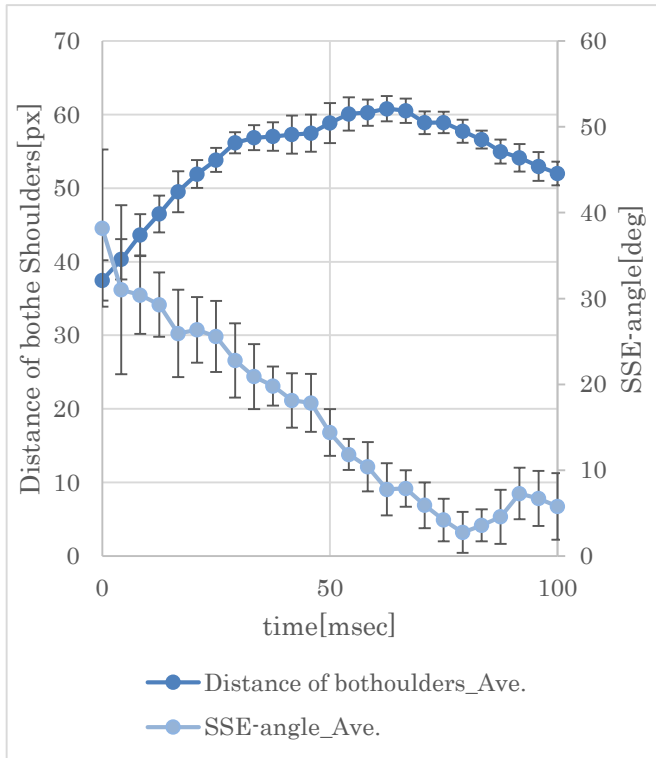


図 5 : 投手 A の 240fps データ

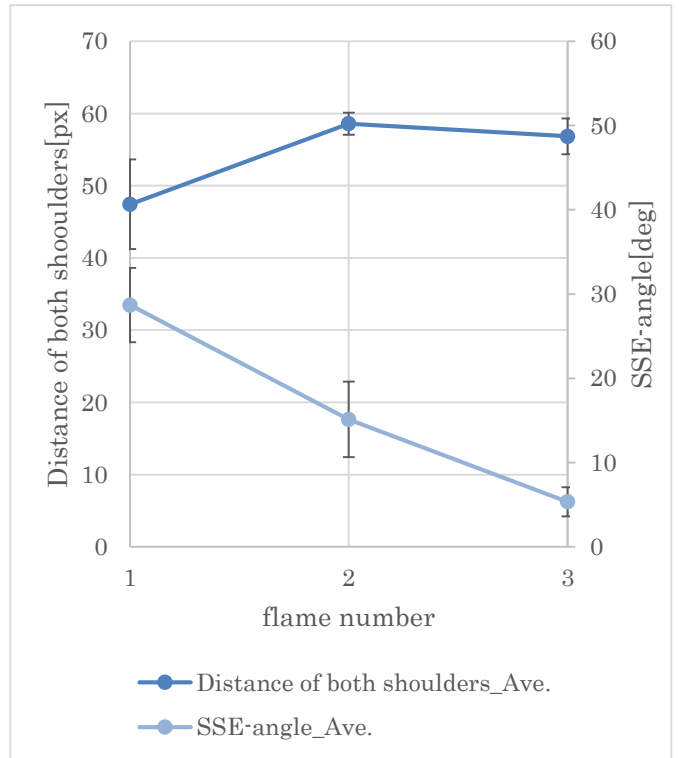


図 7 : 投手 A の 30fps データ

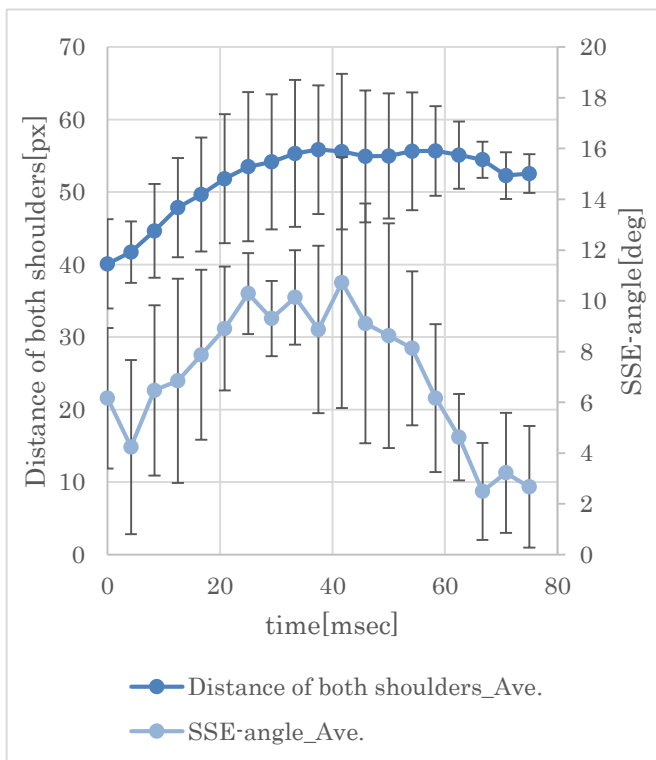


図 6 : 投手 B の 240fps データ

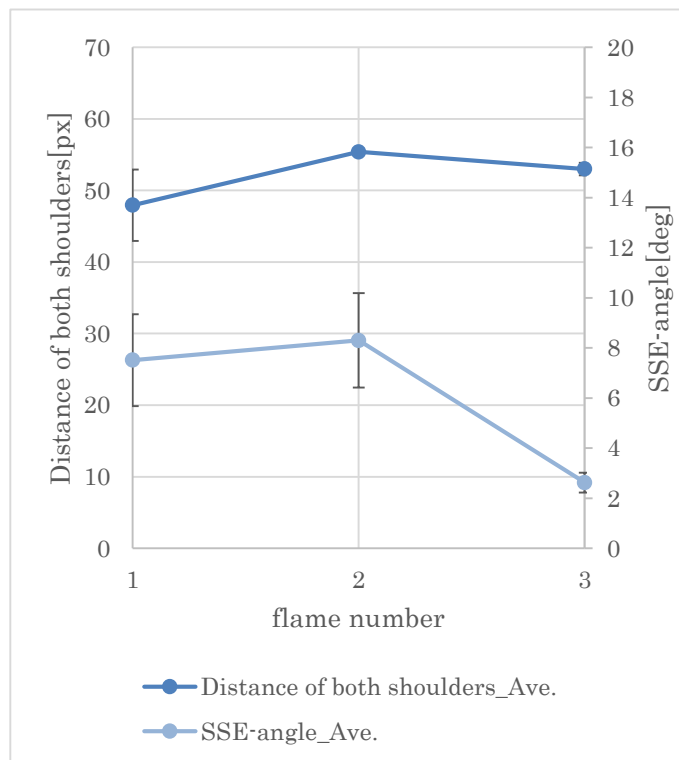


図 8 : 投手 B の 30fps データ