

# 単眼カメラからの骨格推定に基づく 野球の投球フォーム評価

野原 直翔<sup>1,a)</sup> 宍戸 英彦<sup>2,b)</sup> 北原 格<sup>2,c)</sup> 亀田 能成<sup>2,d)</sup>

## 概要

本稿では、単眼カメラの映像のみから人体骨格位置を推定することができる OpenPose を用いて投手の骨格位置を推定し、野球の投球フォームを評価する手法を提案する。投手の投球フォームのうち、打者に対して上半身が正対した時点で、右投手であれば右肘、右肩、左肩の位置が直線上にあることが望ましいとされている。本研究では、OpenPose による骨格位置の推定結果を用いて、その 3 点が直線上にあるかどうかを定量的に評価できることを示す。これにより、土工連携による科学的な指導方法を確立していくことを目指す。

## 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り、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が、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げる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っ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。

投球フォームの指導方法の一つに、津田ら[2]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[3]の研究のように、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[4]の研究では、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。

そこで本稿では、単眼カメラを用いて投手を捕手の方向から撮影し、OpenPose[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、投手が正しいフォームで投球を行っているかどうかを評価する手法を提案する。

正しい投球フォームとして、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、左投手であれば左肘・左肩・右肘が直線(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、この知識に対する定量的評価を実現する。

## 2. 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。前章で述べた通り、SSE ラインが直線であることが望ましいとされており、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。

本稿ではこの SSE ラインについて評価を行う。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

<sup>1</sup>筑波大学大学院システム情報工学研究科

<sup>2</sup>筑波大学計算科学研究センター

<sup>a)</sup>nohara.naoto@image.iit.tsukuba.ac.jp

<sup>b)</sup>shishido@ccs.tsukuba.ac.jp

<sup>c)</sup>kitahara.itaru@image.iit.tsukuba.ac.jp

<sup>d)</sup>kameda.yoshinari@image.iit.tsukuba.ac.jp

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]\*.

### 3. OpenPose による骨格推定

OpenPose[1]は、CVPR2017 で発表された DeepLearning を用いて単眼カメラ映像の人体骨格位置推定を行うアルゴリズムである。

これに付随して昨年 7 月、OpenPoseDemo1.0.1\*\*がリリースされた。本稿では、この版を用いる。

OpenPose では、右肩や左膝など計 18 個の骨格位置が推定できる。図 1 に身体の骨格推定位置を示す。またそれぞれの骨格位置に対し、画像上の x 座標, y 座標, score と呼ばれる推定の信頼度を表す値の 3 つの値を出力する。

本手法では、投手を捕手の方向から正対して撮影するように単眼カメラを設置する。このことから両肩の推定位置の x 座標の差が最大するとき、投手の上半身が正面を向いたと判断する。

また、SSE ラインが直線であるかどうかについての評価は、図 2 に示す通り右投手であれば右肘(E)(OpenPose の図 1 における 3)・右肩(R)(図 1 における 2)・左肩(L)(図 1 における 5)の推定位置を頂点とする 3 角形について、角 ERL の角度を算出して  $180^\circ$  と差をとり、この値を肘角度と呼ぶ。肘角度が  $0^\circ$  に近ければ SSE ラインが直線に近いと判断する。

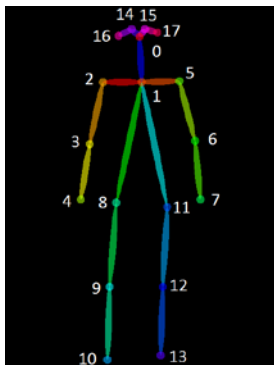


図 1 : 身体の骨格推定位置\*\*

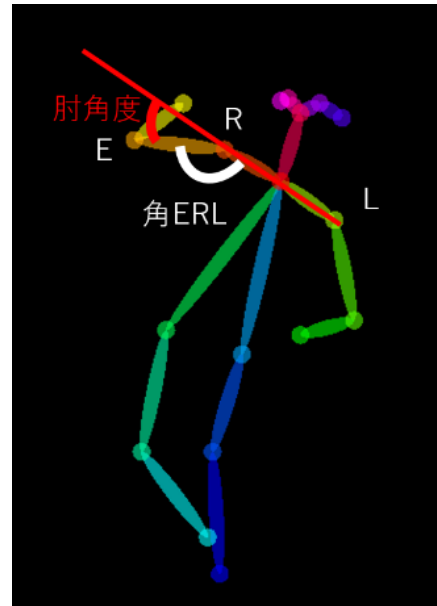


図 2 : 角 ERL と肘角度

### 4. 撮影実験

#### 4.1 実験概要

本節では SSE ライン評価の実際を示す。被験者は投手経験者の男子大学生 1 名であり、右投手である。右肘の位置について何も意識しない状態で 3 回投球動作をさせ、それを撮影した。次に、肘を意識的に下げて SSE ラインが下に屈曲するようにして 3 回投球動作をさせた。

単眼カメラは捕手のすぐ後ろに三脚を用いて設置した。用いたカメラは Panasonic の DMC-FZ1000 であり、動画のサイズは  $1920 \times 1080$  [画素], フレームレートは 30fps である。図 3 に撮影映像の様子を示す。



図 3: 撮影映像の様子

撮影した映像について OpenPose による骨格位置推定を行う。今回の実験では投手の上半身が打者に対し正対しているかどうかについては目視で判断し、その時点での推定結果を用いて角 ERL の角度を算出した。

\*"ピッチャーが「肘を上げるため」に必要な肘の高さの 2 つの基準”, Baseball Crix, <https://bbcrix.com/articles/70082/original>

\*\* <https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose>

#### 4.2 実験結果と考察

図 4 に OpenPose による投手の骨格位置推定結果, 図 5 に推定結果の両肩のラインを水平にしたときの様子を示す.

また, それぞれの投げ方について, OpenPose の推定位置がずれることを考慮し, 有効数字 2 桁で求めた肘角度を表 1 に示す.

表 1 : 肘角度(単位 : ° )

	1 投目	2 投目	3 投目
意識しない	5.1	4.8	5.0
意識して肘を下げる	27	22	23

図 4 より, 投手の上半身が打者に対して正対しているフレームでは, 投手の骨格位置が隠れることなくカメラに写っているため OpenPose での骨格位置推定が成功していることがわかる. 表 2 より投手が肘の位置について何も意識しないで投げたときの肘角度は平均  $5.0^\circ$  であり, 意識的に肘を下げて投げたときは平均  $24^\circ$  であった. 意識して肘を下げた時は, 普段通りの投球フォームではないため, 投球ごとに肘角度に差が生じたと考えられる.

まだ予備実験の段階ではあるが, 様々なレベルの投球動作に対して適用した結果, 本稿で提案する手法で SSE ラインについての評価は可能であると考えている.



図 4 : OpenPose による投手の骨格位置推定結果  
(左 : 意識せず投球した場合, 右 : 意識的に肘を下げた場合)

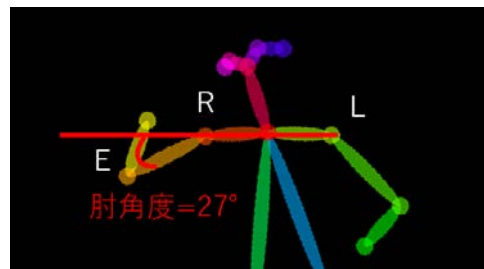
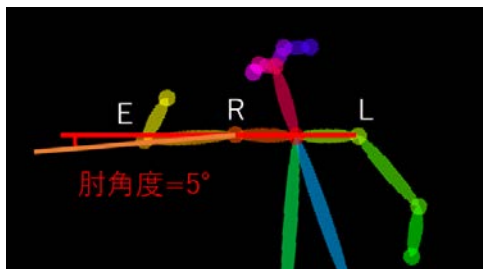


図 5 : 推定結果について両肩のラインを水平にしたときの様子  
(左 : 意識せず投球した場合, 右 : 意識して肘を下げた場合)

## 5. おわりに

本稿では、単眼カメラ映像のみを用いて投手の投球フォームを評価する手法として、OpenPose を用いて投手の骨格位置を推定し、その推定結果を用いて投球フォームを評価する方法について提案した。提案評価方法に基づいて、右投手であれば、投手の上半身が打者に対して正対した時点で SSE ラインが直線に近いかどうか、すなわち肘角度が 0 度に近いかどうかで投球フォームの良さを評価できる。

予備実験として実際の投球動作の撮影を行い、OpenPose の骨格位置推定結果における角 ERL の角度と肘角度を算出し、投球フォームの評価を行った。

今後は、立体的な SSE ラインの評価と角 ERL との相関の高さについて検証を行っていきたい。技術的には、今回の実験では投手の上半身が打者に正対しているかどうかの判断を目視で行っているの、このことを自動化できれば、様々な状況で本提案手法の効果を確認できるようになると考えられる。

今後の展開として、野球指導で言われる様々な知見、例えば、脚を上げた時に上体が直立しているかなどについて定量化する方法についても研究を行っていきたい。また、得られた数値的指標を指導に役立てる方法についても考えていく必要がある。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 15H01825 の助成を受けて実施された。ここに謝意を表する

## References

- [1] Zhe Cao, Tomas Simon, Shin-En Wei, Yaser Sheikh: "Realtime Multi-Person 2D PoseEstimation using Part Affinity Fields", CVPR2017, 1302-1310, 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 次元解析に肩甲帯の評価", 肩関節 40(3), 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), 189-192, 2009
- [5] 馬見塚尚孝:"「野球の医学」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 年

