

# 骨格推定を用いたバレーボールスパイクと運動能力の分析

吉良 優生<sup>1</sup> 重永 貴博<sup>1</sup> 江崎 修央<sup>1</sup> 中井 一文<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 鳥羽商船高等専門学校

## 1. はじめに

現在では、スポーツにおいて IT 化が進んでおり練習や試合分析など広い範囲で活用されている[1]。本研究では、バレーボールを題材に、被験者 4 人を対象に SVM によるスパイクフォームの分析を行う。また、各運動能力とスパイクミスの原因である関節との相関関係を調査し、各被験者に適したスパイクの練習方法を模索することを目指す。

## 2. 運動能力調査

### 2.1 タイミング調査

固定した位置からボールを落下させ、被験者にはそのボールを目印に向かって打ってもらった。この操作を 20 回行った。この際、ボールに手が触れた瞬間、肩から手までの縦横の長さから腕の角度を算出した。

### 2.2 ミート調査

被験者にはボールを地面に向けて全力で打ってもらった。この操作を 10 回行い、高さを算出した。

### 2.3 肩関節調査

計 4 種類の方法を用いて、腕を最大まで開いた時、肩から手までの縦横の長さからそれぞれの角度を算出した。

## 3. スパイクの成否判定

本研究では各被験者のスパイクミスは、フォームの乱れに原因があるのかを検証する。判定方法としては、ジャンプせずに目印に向かってボールを打つ瞬間の前・横からみたフォームを分析する。この際、OpenPose1.3.1[2]を用いて出力された各関節の座標を頭の座標との相対位置とし、頭の骨格以外の計 13 箇所座標を算出した。また、算出した相対位置から正規化座標を導いた。この座標を SVM の入力値とし、3 クラス (成功・失敗・ボール外れ (外れ))、2 クラス (成功・失敗)、2 クラス (成功・ボール外れ) の 3 種類についてスパイク成否判定を行った。

## 4. 運動能力とスパイクの相関関係

本研究で計測した運動能力と計 13 箇所の関節の相関関係を表 1 と表 2 に示す。なお、相関係数が比較的大きいと判断した箇所には黄色、大きいと判断した箇所は橙色で表している。また、全 13 箇所の座標から算出した正規化した相対座標の標準偏差を求め、外れ時の標準偏差から成功時の標準偏差の差分をとることで、外れ時にブレの大きい関節を検出した。この差分の絶対値が 0.1 を超えていれば大きなブレと考え、橙色で示した (表 3,4)。

最後に、ブレの大きい関節と運動能力との相関係数が大きい関節を照合することにより、各被験者にどの運動能力が欠けているかを調査し、可視化を行った (図 1,2)。

表 1. 相関関係 (前)

関節	タイミング	M1	M2	M3	M4	
X1	0.356	0.643	-0.335	0.966	-0.549	0.061
Y1	-0.615	0.172	-0.543	-0.648	0.742	-0.223
X2	0.936	0.476	-0.370	0.994	-0.715	-0.153
Y2	0.298	0.522	-0.998	0.399	-0.138	-0.597
X3	-0.426	0.332	-0.727	-0.448	0.335	-0.297
Y3	0.280	0.704	-0.372	0.288	0.124	-0.364
X4	0.227	0.584	-0.997	0.289	0.025	-0.514
Y4	0.440	0.575	-0.958	0.532	-0.232	-0.544
X5	0.888	0.871	-0.196	0.705	-0.074	0.507
Y5	-0.609	-0.050	0.303	-0.557	0.459	-0.563
X6	0.876	0.775	-0.633	0.861	-0.375	-0.087
Y6	-0.795	-0.058	-0.342	-0.413	0.760	-0.206
X7	0.862	0.907	-0.556	0.762	-0.155	0.154
Y7	-0.917	-0.315	0.184	0.992	0.816	0.124
X8	0.887	0.753	-0.654	0.841	-0.342	-0.085
Y8	-0.382	0.470	-0.554	-0.507	0.830	0.034
X9	-0.230	0.611	-0.351	-0.451	0.910	0.375
Y9	-0.331	0.483	-0.678	-0.417	0.729	-0.104
X10	0.932	0.830	-0.483	0.859	-0.308	0.126
Y10	-0.532	0.140	-0.734	-0.657	0.890	-0.503
X11	0.543	0.777	-0.519	0.894	-0.392	0.025
Y11	-0.359	0.487	-0.583	-0.479	0.810	0.014
X12	0.732	0.655	-0.794	0.793	-0.420	-0.360
Y12	-0.341	0.497	-0.615	-0.453	0.786	-0.015
X13	0.897	0.696	-0.513	0.855	-0.499	-0.063
Y13	-0.159	0.895	-0.425	0.055	0.472	-0.045

表 2. 相関関係 (横)

関節	タイミング	M1	M2	M3	M4	
X1	-0.690	-0.165	0.482	-0.876	0.857	0.958
Y1	-0.400	0.442	-0.189	-0.621	0.977	0.415
X2	-0.509	-0.805	0.913	-0.495	0.004	0.253
Y2	0.562	0.991	-0.627	0.389	-0.293	0.261
X3	0.412	-0.231	-0.203	0.581	-0.988	0.726
Y3	0.483	0.976	-0.379	0.234	0.473	0.537
X4	0.184	0.856	-0.312	-0.086	0.727	0.573
Y4	0.135	0.859	-0.562	-0.073	0.682	0.312
X5	-0.920	-0.875	0.311	-0.774	0.160	-0.373
Y5	-0.896	-0.302	0.454	-0.774	0.158	-0.251
X6	-0.786	-0.617	0.726	-0.955	0.506	0.344
Y6	-0.432	-0.966	0.428	-0.189	-0.510	-0.494
X7	-0.859	-0.693	0.656	-0.485	0.468	0.201
Y7	-0.941	-0.888	0.561	-0.840	0.509	0.059
X8	-2.016	0.395	0.384	-0.541	0.862	0.850
Y8	-0.372	0.245	0.331	-0.649	0.922	0.762
X9	-0.807	-0.217	0.343	-0.953	0.874	0.379
Y9	-0.336	0.492	-0.169	-0.575	0.971	0.475
X10	-0.840	-0.129	0.056	-0.849	0.902	0.171
Y10	0.243	-0.206	-0.483	0.004	0.652	0.443
X11	-0.589	-0.015	0.437	-0.814	0.899	0.644
Y11	-0.656	-0.394	0.739	-0.808	0.635	0.573
X12	-0.914	-0.744	0.568	-0.901	0.432	0.061
Y12	-0.452	0.388	-0.156	-0.668	0.987	0.405
X13	-0.915	-0.317	0.189	-0.869	0.817	0.137
Y13	-0.203	0.636	-0.410	-0.415	0.884	0.331

表 3. 被験者 3 (前)

関節	外れ		成功		外れ-成功	
	AVE	SD	AVE	SD	AVE	SD
X1	0.459	0.209	0.406	0.166	0.053	0.043
Y1	0.507	0.204	0.597	0.193	-0.090	0.012
X2	0.587	0.195	0.468	0.180	0.119	0.014
Y2	0.424	0.208	0.483	0.200	-0.059	0.008
X3	0.611	0.195	0.581	0.178	0.030	0.017
Y3	0.433	0.259	0.428	0.223	0.005	0.036
X4	0.587	0.176	0.608	0.137	-0.022	0.040
Y4	0.452	0.262	0.416	0.225	0.037	0.037
X5	0.550	0.214	0.554	0.175	-0.004	0.040
Y5	0.558	0.254	0.671	0.214	-0.112	0.039
X6	0.490	0.232	0.455	0.174	0.035	0.058
Y6	0.427	0.203	0.504	0.212	-0.077	-0.009
X7	0.429	0.197	0.434	0.171	-0.005	0.026
Y7	0.400	0.153	0.439	0.165	-0.038	-0.013
X8	0.569	0.231	0.501	0.182	0.068	0.048
Y8	0.454	0.208	0.542	0.221	-0.088	-0.013
X9	0.562	0.207	0.533	0.153	0.029	0.053
Y9	0.524	0.251	0.622	0.243	-0.098	0.007
X10	0.538	0.206	0.515	0.145	0.023	0.061
Y10	0.474	0.271	0.530	0.225	-0.055	0.046
X11	0.565	0.224	0.529	0.185	0.036	0.039
Y11	0.496	0.216	0.580	0.213	-0.084	0.003
X12	0.511	0.227	0.457	0.189	0.054	0.039
Y12	0.511	0.248	0.593	0.222	-0.082	0.026
X13	0.477	0.190	0.461	0.228	0.016	-0.038
Y13	0.555	0.267	0.656	0.250	-0.101	0.016

表 4. 被験者 3 (横)

関節	外れ		成功		外れ-成功	
	AVE	SD	AVE	SD	AVE	SD
X1	0.452	0.173	0.503	0.158	-0.051	0.015
Y1	0.609	0.195	0.616	0.219	-0.007	-0.025
X2	0.328	0.143	0.324	0.134	0.004	0.009
Y2	0.497	0.215	0.445	0.227	0.052	-0.012
X3	0.582	0.236	0.492	0.189	0.090	0.048
Y3	0.383	0.204	0.379	0.184	0.004	0.020
X4	0.545	0.203	0.462	0.183	0.082	0.020
Y4	0.380	0.248	0.352	0.207	0.028	0.041
X5	0.504	0.188	0.619	0.192	-0.115	-0.004
Y5	0.603	0.200	0.633	0.196	-0.030	0.004
X6	0.308	0.123	0.343	0.127	-0.035	-0.004
Y6	0.459	0.144	0.508	0.177	-0.048	-0.033
X7	0.471	0.152	0.516	0.111	-0.045	0.041
Y7	0.420	0.128	0.404	0.190	0.016	-0.062
X8	0.310	0.137	0.342	0.137	-0.032	0.000
Y8	0.479	0.183	0.518	0.162	-0.038	0.021
X9	0.340	0.155	0.363	0.140	-0.023	0.015
Y9	0.633	0.212	0.668	0.214	-0.035	-0.001
X10	0.426	0.174	0.479	0.157	-0.053	0.017
Y10	0.647	0.234	0.640	0.223	0.007	0.012
X11	0.391	0.145	0.421	0.162	-0.030	-0.017
Y11	0.370	0.147	0.391	0.158	-0.021	-0.012
X12	0.266	0.110	0.279	0.134	-0.013	-0.024
Y12	0.504	0.222	0.555	0.195	-0.051	0.026
X13	0.298	0.113	0.342	0.160	-0.044	-0.047
Y13	0.569	0.250	0.625	0.244	-0.056	0.006

ミートと強い相関関係のある関節を緑色、タイミングを紫色、肩関節測定 1 を赤色、肩関節測定 2 を桃色、肩関節測定 3 を橙色、そうでない座標を青色で示した。

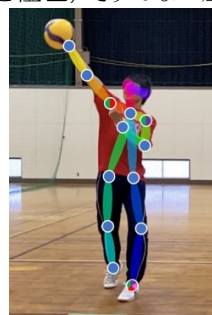


図 1. 被験者 3 (前)

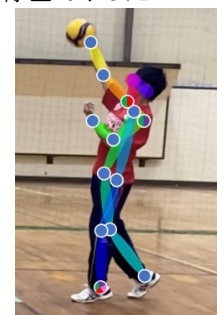


図 2. 被験者 3 (横)

## 5. 今後の課題

必要と判断された運動能力を身につけることが、各被験者のスパイク改善に繋がるのかを検証する。

## 参考文献

- [1] 橋原孝博, バレーボールのスパイク技術に関する運動学的研究 -高い打点で強く打撃するためのスイング動作として役立つ動き, 広島体育学研究, 14 巻, 11-22, 1988
- [2] Zhe Cao, Gines Hidalgo, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh, OpenPose-realtime multi-person 2D pose estimation using Part Affinity Fields, arXiv preprint arXiv:1812.08008, 2018