

バスケットボールのシュート時の熟練者と初心者の 全身フォーム比較分析と学習支援環境の設計

Whole body form analysis of basketball shoot comparing experts with novices and design of a learning support environment

安松谷 亮宏*¹
Akihiro Yasumatuya

曾我 真人*²
Masato Soga

瀧 寛和*²
Hirokazu Taki

*¹ 和歌山大学システム工学研究科
Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

*² 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

It is necessary for learners to master the appropriate shoot form in order to increase scoring rate in basketball. Instructors need to know every angle at every joint of an expert's body during shooting, in order that they teach the appropriate shoot form of basketball to novice players. Therefore, we analyzed every angle at every joint of an expert basketball player during shooting by using a wearable motion capture system (IGS-190). Simultaneously, we measured novice players' shoot forms, and compared them with the experts' data. As a result of the analysis, we found that novice players had less stable shoot forms than the expert and that novice players did not utilize extension momentum by their legs and arms. Finally, we mention a design of learning environment for novice players to enhance their shoot form skills by using the wearable motion capture system.

1. はじめに

バスケットボールは球技の中で最も多くの得点を競い合うスポーツであり、その攻撃はパス、ドリブル、シュートの連動した運動で構成される。特に、シュートは多くの得点を獲得するため、勝敗を決定する運動といっても過言ではない[穂苅 2006]。しかし、シュートフォームを学習するためには、クラブやサークルに所属しなければならないことや、さらには所属先の先輩にフォームを教授してもらう必要があり手間がかかる問題がある。また、教本から一人でシュートフォームを学ぶ際は二次元の画像をもとに自分の動作を想像しながら学習するため最適な方法とはいえない。バスケットボールのシュートフォームは一度間違ったフォームを身につけてしまうと、後に修正するのが困難なため最初に適確なフォームを身につける必要がある。このため、シュートを投げる人の姿勢が、適確なシュートフォームであるか分析する必要があると考えられる。

先行研究として、ジャイロセンサをシュートする腕に4個、上半身に1個装着し、熟練者のシュートフォームを分析した研究[穂苅 2006]や、最大シュート距離における相対距離からシュート成功率や動作の違いを検討した研究[福田 2010]、シュートフォームのビデオ映像を二次元動作解析した研究[陸川 2006]などがある。先行研究[穂苅 2006]からはシュートを打つ側の腕における三次元動作の分析がされている。先行研究[福田 2010]の結論から、ジャンプなしのシュートをさせることが上肢帯の運動を意識させやすい練習方法の一つであるとされている。また、先行研究[陸川 2006]からはシュート者の右側から見た二次元動作の分析がされている。しかし、バスケットボールにおけるシュートは、二次元ではなく三次元の観点から動作分析する必要がある。また、シュートを打つ側の片腕のみが重要ではなく、シ

ュート時の膝の曲がり具合や、足首の曲がり具合なども重要である。

本研究では、熟練者と初心者のシュート時における全身の動きを三次元動作から分析することを目的とする。

2. モーションキャプチャシステム(IGS190)

近年、モーションキャプチャシステムは映画やゲームなどにおけるキャラクター再現に多く利用され、その他にもスポーツや医学の分野でも必要とされている。本研究ではモーションキャプチャシステムを用いてバスケットボールにおけるシュートフォームを分析する。本研究で用いたモーションキャプチャシステムは、英国 Animazoo 社製の IGS-190 である。主な仕様を表 1 に示す。動作を行う人の主要なリンク(腰, 左大腿, 左下腿, 左足, 右大腿, 右下腿, 右足, 背中, 左肩, 左上腕, 左前腕, 左手, 右肩, 右上腕, 右前腕, 右手, 首, 頭)に、18 個の超高性能小型ジャイロセンサを装着する。それらから回転データを取得、MPU ボックスで集積して無線で PC へ送信する。ノート PC のジャイロアプリケーションにあらかじめアクターのスケルトン情報を入力しておくことで、ジャイロセンサから送られた回転情報データをスケルトンの関節に当てはめ、リアルタイムで身体の動きをキャプチャできる装置である。

表 1 被験者の情報

項目	IGS190
使用センサー	3軸ジャイロセンサ
関節数	19
センサー精度	0.01° (ジャイロセンサ)
実質精度	0.1° (ジャイロセンサ)

連絡先 曾我 真人, 和歌山大学システム工学部
住所 〒640-8510 和歌山市栄谷 930 番地
電話番号 073-457-8457
メールアドレス sogam@sys.wakayama-u.ac.jp

3. 身体各関節が成す角度を求める実験

3.1 実験目的

本研究では、熟練者におけるバスケットボールのシュートフォームを手本にすることにより、初心者がスキルの学習を行うことを支援するために、熟練者と初心者のシュートフォームを、モーションキャプチャシステムによって三次元時系列座標データとして計測し、比較分析する。

3.2 実験方法

被験者はバスケットボールの熟練者 1 名、初心者 8 名の合計 9 名である。各身体パラメータを表 2 に示す。実験は、和歌山県和歌山市にある河西体育館で行った。軽くウォーミングアップを行った後で、モーションキャプチャシステムを身体に装着し、フリースローラインから距離 5.6m、高さ 3.05m の公式バスケットゴールへ直接ボールが入るように、10 本のジャンプをしないシュートを行った。

表 2 実験結果

	身長(cm)	体重(kg)	歳	経験年数(年)
熟練者 A	175	64.3	23	10
初心者 B	169	59	23	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
初心者 I	176	61	24	0

IGS190 により取得したデータは BVH ファイルで保存されているため、後にどのような動きをしたか確認することができる。さらに、BVH ファイルはアスキーファイルとなっており、テキストエディタで開くと身体各関節における回転角データを取得できる。身体各関節の回転角データは、腰のボーンにおける回転を中心に次のボーンにおける回転角データ、さらにそのボーンを中心に次のボーンにおける回転角データとなっており、先端部位の手、足、頭まで計測している。

本研究で提案する手法は、各回転角データと腰の位置座標から、身体各関節における(X,Y,Z)座標を取得する。これらの座標よりベクトル内積(1)を利用して身体各関節が成す角度を求める。

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\vec{\alpha} \cdot \vec{\beta}}{|\alpha||\beta|} \right) \times \frac{180}{\pi} \quad (1)$$

バスケットボールのシュート・モーションで、重要なフォームは大きく分けて二つの段階があると考えられる。それは、シュートを打つ前の構えている状態と、シュートを打った後の状態である。本研究では、バスケットボールの熟練者と初心者のシュートフォームを IGS190 により計測し、保存された BVH ファイルを利用することにより、シュート構え状態、シュート後の状態における身体各関節が成す角度を求めて比較分析する。図 1 に本研究で求めた身体各関節が成す角度を図示する。

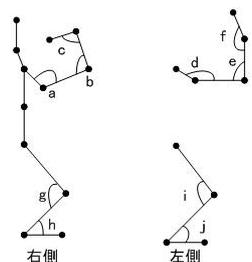


図 1 身体各関節が成す角度

3.3 実験結果

表 3, 表 4 に熟練者 A のシュート構え時における身体各関節が成す角度を示す。表 5, 表 6 に初心者 B のシュート構え時における身体各関節が成す角度を示す。なお、文字 a~j は図 1 で示す角度である。熟練者 A の右手の肩と上腕の成す角度 a は 130° 前後で左手の肩と上腕の成す角度 d は 114° 前後であった。初心者 B の右手の肩と上腕の成す角度 a は 111° 前後で左手の肩と上腕の成す角度 d は 83° 前後であった。しかし、分散値が大きいことから初心者は熟練者より安定してシュートを打てていないことが分かる。熟練者 A の右手の上腕と前腕の成す角度 b は約 88° 前後のフォームであった。そして初心者 B では 91° 前後という結果が出た。しかし、熟練者 A では 10 本打つ中で 85° から 89° の約 4° の変動幅に対し、初心者 B では 75° から 101° の約 26° の変動幅があった。その他の身体各関節における角度においても熟練者 A より初心者 B の方が角度の変動幅が大きかった。また、g,i における大腿と下腿の成す角度については、熟練者 A が右約 92° , 左約 95° に対して、初心者 B が右約 108° , 左約 115° であり、足を熟練者 A より曲げていないことが分かった。

表 3 熟練者 A の構え時における身体各関節が成す角度

回数	a(degree)	b(degree)	c(degree)	d(degree)	e(degree)
1	131	85.5	140	117	88.4
2	132	87.1	143	113	85.1
3	132	87.7	140	116	84.4
4	134	87.7	150	111	88.3
5	133	88.8	150	113	86.5
6	129	87.6	146	116	85.5
7	128	89.4	147	112	89.1
8	126	87.7	147	110	88.9
9	127	88.5	143	115	87.6
10	131	86.2	140	114	90.8
平均	130	87.6	145	114	87.5
分散	6.11	1.35	16.6	5.00	4.41

表 4 熟練者 A の構え時における身体各関節が成す角度

回数	f(degree)	g(degree)	h(degree)	i(degree)	j(degree)
1	161	91.5	62.3	87.7	65.0
2	166	94.9	62.3	90.5	70.0
3	164	96.2	66.8	96.5	68.9
4	165	99.9	64.3	91.5	67.6
5	164	95.6	63.5	92.2	68.8
6	163	94.0	60.5	92.9	67.0
7	164	97.1	61.3	93.8	57.9
8	165	94.2	61.6	92.3	58.4
9	166	93.2	62.9	92.3	60.2
10	165	93.8	61.7	93.6	63.3
平均	164	95.0	62.7	92.3	64.7
分散	2.45	5.39	3.26	5.19	20.5

表 5 初心者 B の構え時における身体各関節が成す角度

回数	a(degree)	b(degree)	c(degree)	d(degree)	e(degree)
1	102	75.5	157	99.3	89.6
2	117	82.7	145	88.3	91.5
3	119	85.6	146	78.2	91.2
4	113	96.2	151	82.3	94.2
5	114	93.8	148	82.4	87.4
6	113	90.2	148	79.4	91.4
7	108	94.7	149	79.9	88.7
8	110	95.1	140	81.4	87.8
9	108	97.7	147	80.4	96.3
10	104	101	134	80.3	96.4
平均	111	91.2	146	83.2	91.4
分散	28.9	60.3	39.8	39.6	10.7

表 6 初心者 B の構え時における身体各関節が成す角度

回数	f(degree)	g(degree)	h(degree)	i(degree)	j(degree)
1	138	121	73.7	127	76.0
2	138	128	76.8	129	72.1
3	139	112	76.5	121	72.0
4	137	119	79.5	127	71.3
5	137	127	81.7	127	73.7
6	141	111	70.5	121	73.6
7	140	104	70.4	115	73.2
8	140	108	71.7	115	74.5
9	146	116	73.1	119	63.3
10	138	106	74.0	110	61.0
平均	139	115	74.8	121	71.1
分散	6.69	73.3	14.3	39.6	24.3

次に熟練者と初心者のシュート後における身体各関節が成す角度を比較した。表 7, 表 8 に熟練者 A のシュート後における身体各関節が成す角度を示す。表 9, 表 10 に初心者 B のシュート後における身体各関節が成す角度を示す。なお, 文字 a ~ j は図 1 で示す角度である。シュート後における身体各関節における角度もシュート構え時と同様に, 初心者の方が熟練者より全体的に分散値が高くシュートフォームが安定していないことが分かる。右の上腕と前腕が成す角度 b では, 熟練者 A が約 161° で初心者 B が約 153° であった。これより熟練者 A の方が初心者 B よりも約 10° 前後腕が伸びていることが分かった。また, 熟練者の左の肩と上腕の成す角度 d, 上腕と前腕が成す角度 e, 前腕と左手が成す角度 f は分散値が低く, シュート構え時におけるそれぞれの角度と差が小さいことが分かった。これより, 熟練者はシュート構え時とシュート後で左肩から左手の各関節をほぼ動かしていないことが考えられる。シュート後における大腿と下腿の角度 g, i には熟練者 A と初心者 B の間で差は見られなかった。

シュートの成功率は熟練者が 80% で, 初心者が 10% であった。

表 7 熟練者 A のシュート後における身体各関節が成す角度

回数	a(degree)	b(degree)	c(degree)	d(degree)	e(degree)
1	109	172	170	109	87.5
2	99	160	157	101	88.2
3	98	158	147	106	85.9
4	100	160	151	101	88.7
5	100	170	142	103	87.6
6	92	157	140	104	88.6
7	92	159	152	104	86.3
8	96	159	159	102	89.0
9	100	161	151	107	84.9
10	100	156	174	105	93.1
平均	99	161	154	104	87.5
分散	23.1	28.2	123	6.0	5.7

表 8 熟練者 A のシュート後における身体各関節が成す角度

回数	f(degree)	g(degree)	h(degree)	i(degree)	j(degree)
1	160	154	103	142	110
2	165	155	100	147	118
3	163	165	112	158	128
4	163	168	108	155	116
5	164	166	114	156	120
6	163	164	108	149	117
7	165	160	101	150	101
8	165	160	104	148	109
9	166	160	105	154	114
10	164	161	106	154	115
平均	164	161	106	151	115
分散	2.40	19.8	19.2	23.3	54.8

表 9 初心者 B のシュート後における身体各関節が成す角度

回数	a(degree)	b(degree)	c(degree)	d(degree)	e(degree)
1	91.7	145	165	97.0	113
2	96.5	139	149	86.3	103
3	108	135	170	83.5	89.2
4	103	149	156	84.2	82.5
5	93.3	159	153	74.6	105
6	101	160	161	74.9	92.7
7	88.2	157	126	74.5	93.2
8	87.7	156	91.4	78.2	97.1
9	93.5	162	149	81.3	93.9
10	114	170	167	86.3	95.1
平均	97.6	153	149	81.7	96.2
分散	77.4	118	569	52.5	77.7

表 10 初心者 B のシュート後における身体各関節が成す角度

回数	f(degree)	g(degree)	h(degree)	i(degree)	j(degree)
1	141	167	124	169	122
2	128	165	128	166	91.6
3	134	157	106	165	102
4	124	161	119	170	90.2
5	136	175	132	171	113
6	134	169	117	161	127
7	135	158	106	151	112
8	134	172	122	170	130
9	129	172	119	164	108
10	121	163	119	162	79.0
平均	132	166	119	165	107
分散	36.3	38.1	69.5	36.1	285

3.4 考察

全体的に初心者 B は熟練者 A より分散値が高いことから、熟練者 A より安定性がなくシュートフォームが確立していないことが分かる。また、シュート構え状態で熟練者 A より足を曲げていないことから、足の伸展力をあまり利用せずにシュートを打っていることが推測できる。そして、シュート後の状態では腕を伸ばし切っていないことから、熟練者 A より腕の伸展力を利用していないことが分かる。反対に熟練者 A は全体的にフォームが安定していて、足や腕の伸展力を十分に利用しているといえる。

4. シュートフォーム学習支援環境の設計

本研究で行った熟練者のシュートフォーム分析を繰り返すことにより、測定した熟練者×シュート 10 本のフォームデータが取得できる。これらを用いて熟練者の身体各関節が成す角度を一定範囲で定義し、学習者へアドバイスとして提示することが可能である。シュートフォーム学習支援環境の設計図を図 2 に示す。学習者がモーションキャプチャシステムを着用しシュートを打つことで、そのシュートフォームにおける身体各関節が成す角度を PC で読み込む。そのデータと熟練者のシュートフォームデータとの差分を計算して、学習者に身体各関節が成す角度の訂正を促すアドバイスを提示する。

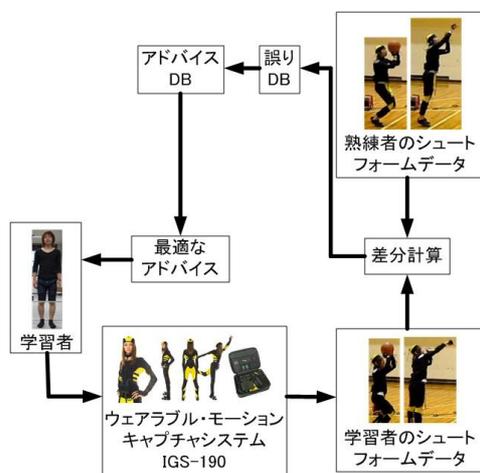


図 2 シュートフォーム学習支援環境の設計図

5. まとめ

本研究では、モーションキャプチャシステムを利用し、バスケットボールの熟練者と初心者のシュートフォームにおけるモーションデータを取得した。そして、そのモーションデータを用いてシュート構え時のフォームとシュート後のフォームにおける身体各関節の先端座標を算出した。また、算出した座標をもとに身体各関節が成す角度を求め、熟練者 A と初心者 B の比較分析を行った。その結果、初心者 B は 10 本分のシュート前、シュート後における身体各関節が成す角度にばらつきがみられた。また初心者 B は、シュート構え状態の大腿と下腿の成す角度が大きく、シュート後状態の上腕と前腕の成す角度が小さいことから、足、腕の伸展力を大きく利用していないことが分かった。今後、熟練者の計測データを繰り返し行い、これらの結果を利用してバスケットボールのシュートフォーム学習支援環境の設計を行っていく。

参考文献

- [穂苅 2006] 穂苅真樹, 土岐仁, 廣瀬圭, 齋藤剛: バスケットボール・シュートにおける上肢の三次元運動解析, ジョイント・シンポジウム講演論文集, スポーツ工学シンポジウム:シンポジウム:ヒューマン・ダイナミクス, pp.23-26
- [福田 2010] 福田慎吾, 西島吉典: バスケットボールのシュート成功率を高める要因に関する研究, 大阪教育大学紀要, 第IV部門, 第58巻, 第2号, pp.131-140
- [陸川 2006] 陸川章, 山田洋, 加藤達郎, 植村隆志: 大学男子バスケットボール選手におけるフリースロー・シュート技能の評価, 東海大学紀要体育学部, 第35巻, pp.7-12
- [池内 2002] 池内泰明: バスケットボール上達BOOK シュートを決める!, 成美堂出版, pp12-25
- [日下部 2006] 日下部未来, 神林勲: バスケットボールにおけるアウトサイドシュートに関する一考察, 年報いわみざわ:初等教育・教師教育研究, 第28巻, pp61-66
- [三浦 2003] 三浦健, 関子浩二, 被口泰: バスケットボールにおける長距離シューターの上肢の動作分析, 日本体育学会大会号(54), pp531
- [瀬戸 2010] 瀬戸孝幸: スポーツ健康学科の学生に対応したバスケットボールの技術指導(シュート編), 大阪産業大学人間環境論集(9), pp291-297