

原著論文

## バスケットボール・セットショット動作の 指導用動作モデルについて

有井さやか<sup>1)</sup>, 阿江通良<sup>2)</sup>, 大西蔵人<sup>3)</sup>, 藤田将弘<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 日本体育大学大学院体育科学研究科

<sup>2)</sup> 日本体育大学スポーツ文化学部

<sup>3)</sup> 日本体育大学体育学部

### The motion model for coaching the basketball set shot

Sayaka Arai, Michiyoshi Ae, Kurodo Ohnishi, Masahiro Fujita

**Abstract:** The purposes of this study were to create a motion model for coaching the basketball set shot and to show an example of its usage. Twenty-one male collegiate basketball players participated in the data collection session of the set shot motion (Vicon MX+, 250 Hz), and the method proposed by Ae et al. (2007) was used to create the motion model, i.e., averaged motion of 21 players. The motion model started with flexion of the shoulder joint and extension of the hip joint, and then extended to the knee, ankle, elbow and wrist joints in order toward ball release. Although there were differences among players in the timing of raising the upper arm, motion variations at the hand, elbow, shoulder, and hip joints immediately before the release were small, indicating the body configuration at the instant of release was common. Using the motion model, we could evaluate motions of college male basketball players as examples. In the model and a skilled player, the preparatory motion was carried out in earlier timing during the downward phase. The findings obtained suggest that coaches should pay more attention to the preparatory motion on instruction.

**抄録:** 本研究の目的は、バスケットボールセットショットの指導用動作モデルを作成し、その活用例を示すことであった。21名の大学男子バスケットボール選手を対象に、3次元座標データを収集し、Ae et al. (2007)の方法を用いて、指導用動作モデル、すなわち21名の平均動作モデルを作成した。指導用動作モデルは、肩関節の屈曲と股関節の伸展から始まり、膝関節、足関節、肘関節、手首関節の順にボールリリースに向けて伸展した。上腕の上げ方はプレーヤーによって差はあるが、リリース直前の手・肘・肩・股関節の動きのばらつきは小さく、リリース時の姿勢は共通していた。指導用動作モデルを用いて、大学男子バスケットボール選手のセットショット動作を評価する例を示した。指導用動作モデルと上位選手では、下降局面の早いタイミングで準備の動きが行われていた。得られた知見は指導時にコーチは準備動作により注意を払うべきであることを示唆する。

(Received: October 14, 2020 Accepted: February 14, 2021)

**Key words:** motion analysis, set shot, standard motion model, motion variation

キーワード: 動作分析, セットショット, 標準動作モデル, 動作変動度

### 1. 緒 言

バスケットボールのオフense技術にはドリブル、パス、シュートの3つがあり、中でも、得点に直接つながる唯一の手段であるシュートの技術は、最も重要な技術であるとされている(公益財団法人日本バスケットボール協会, 2016)。バスケットボールのシュートには、セットショット、ジャンプショット、ジャンピングショット、レイアップショットがあるが(公益財団法人日本バスケットボール協会, 2016),

セットショットは、主にフリースローの場面で用いられる。フリースローはゲームの勝敗に大きな影響を与えるシュートであり(フィリップピー, 2012; 陸川ほか, 2006), バスケットボールの中で唯一ディフェンスに妨害されることなくシュートを放つことができ、選手には正確なシュート技術が求められる。

シュートの動きは、個人の形態、体力などの身体的特性に加えて、ゲームの状況によっても大きく変化する。しかし、シュートを成功させるためには、何らかの合理的な共通の動きがあるはずであり、そのような

動きは上手な選手のフォームに現れると言われている(武井, 1984a)。さらに, National Basketball Association (NBA) のトップ選手たちのシュートフォームの多くは理にかなっており, 確率の高いショットを決める選手には何らかの共通点があるとも言われている(倉石, 2014)。よって, シュートなどの動作の習得や改善では, 優れた選手のフォームをモデルの一つとして真似ることで自分にあったフォームを見つけ出していくことも上達の一つの段階として必要である(武井, 1984b)。

シュート動作を最初に習得する育成年代で正しい動きを身につけることが重要であり, この段階で悪い動きを身につけてしまうと, その後の修正に多くの時間と労力が必要になる(公益財団法人日本バスケットボール協会, 2016)。したがって, シュートの上手な選手をモデルとし, 育成年代の選手へのシュート動作の指導を行うことは効果的であると考えられる。日本バスケットボール協会(2016)では, ワンハンドショットに影響する要素として, バランス, ハンドポジション, キャッチング, リズム, リリースからフォロースルー, 着地の6点を挙げている。また, 両足は肩幅に開くことが望ましく, ボールレシーブ後は, 足関節, 膝関節, 股関節を軽く曲げ, すぐにシュート動作ができるコンパクトな姿勢をとり, 脚の動きと腕の動きを連動させることが重要としている。

セットショット動作に関する研究の多くは(細川, 1986: 武井, 1984b: 八坂・得居, 1999: 塩見・湯浅, 2002: 塩見・湯浅, 2003: 陸川ほか, 2005: 鉄口ほか, 2013), その動作や指導について述べている。武井(1984b)は, ①フリースローを成功させるフォームはボールを構えたときと離す瞬間で上体を変化させない, ②肘は肩よりもやや外側に出る, ③肘は肩よりも高く構え, ゴールに向かって伸ばされるとしているが, 実際の動きのパターンは具体的には示していない。また, 塩見・湯浅(2003)や鉄口ほか(2013)はフリースローにおける上肢や指先の動作を研究し, バスケットボール熟練者と未熟練者間で指先の動作には大きな違いは見られなかったと述べている。これらの知見は優れたシュート動作の特徴を明らかにすることでは有用であるが, 指導においては望ましいシュートの動作パターンをモデルとして学習者などに与える必要があることを考えると, 不十分であろう。また, 先述した倉石(2014)が指摘しているように, シュート動作に優れた選手には何らかの共通点があるとされているが, その共通点について具体的に示した報告はないようである。このように, 未熟練者がセットショット動作を習得する場合の指導用動作モデルを提示したものはないようである。

一方, 動きの良し悪しが直接パフォーマンスに影響する陸上競技では, モデル技術(model technique)という考え方が提案されており, これをもとにコーチが選手の動き(技術)を評価・診断したり, 改善へ向けて指導することを奨めている。このモデル技術法は, 運動局面ごとに動きの評価・診断, あるいは指導において着目すべき身体部分の動きを世界記録保持者などの一流選手をモデルにして表と図を使って示し, 指導する選手の動きをこれらの動作モデルと比較するという方法である。しかし, Hay and Reid(1982)は, 優れた選手をモデルとする方法は非常に容易で簡単なことから多く用いられているが, 一流選手をもとにしたモデル技術法には, モデルとした選手の特性や個性に起因する動きのくせや動作のばらつきがあり, モデル選択の科学的根拠が非常に脆弱であると述べている。このようにみても, バスケットボールだけでなく, 多くのスポーツにおいて身につけておくべき基礎的な動きのスタンダード, あるいは「動きの標準値」と呼べるものがないのが現状であろう(Ae, 2020)。

しかし, 適切な方法で指導用の動作モデルが提示できれば, このような問題に対する解決法の一つとなると考えられる。Ae et al.(2007)は熟練者の動きの平均動作を標準動作と呼び, 指導で用いる「動きの標準値」を作成する方法を提案している。さらに, Murata et al.(2008)はAe et al.(2007)の方法に動作のばらつき(動作変動度)や標準動作からの逸脱度(動作逸脱度)を加味して, 動作やスポーツ技術をバイオメカニクス的に評価する方法を提案している。また小林ほか(2012)は優れた投能力を持つ小学生の投動作の標準動作モデルを作成し, これと比較することにより一般の小学生男子では学年が上がるにつれて動作中盤での下肢と体幹の動作を大きくすること, 小学生女子では低学年において肩を外転させて上方に投げること, 中学年以上では下肢と体幹を大きく動かすことによってリリース直前の肩の水平内外転や素早い内外旋を引き出せることなどの指導のための示唆を引き出している。このようにみても, 標準動作モデルと学習者の動作を比較し評価することは, 熟練者の動きから技術指導のポイントを抽出し指導のための基礎的知見を得るための一手法と考えられる。さらに, 標準動作モデルはよい動きのパターンをスティックピクチャーや動画として視覚的に示すことができるため, 得られた知見を具体的な動作パターンとして現場に提示し活用することに役立つと考えられる。しかし, Murata et al.(2008)は, 大学女子選手のバスケットボールセットショットを例に標準動作モデル, 動作変動度, 動作逸脱度の活用について述べているが, 目標とすべきシュートフォームを指導用動作モデルという形で具

体的に示してはいない。

そこで本研究の目的は、大学男子バスケットボール選手のセットショット動作のデータからの指導用動作モデルを作成すること、および指導用動作モデルと大学選手の上位者および下位者の動作を事例として比較することにより、その活用例を示すことである。

## 2. 方 法

### 2.1 被験者

被験者は関東大学男子バスケットボールリーグ2部リーグ所属の選手21名(身長:  $1.79 \pm 0.08$  m, 体重:  $76.5 \pm 9.03$  kg, 経験年数:  $11.1 \pm 1.7$  年)であった。計測に先立ち、計測の目的、方法などの概要を示した文書をチームの責任者に提出して説明し、許可を得た。また計測前に選手に計測の目的、方法について説明し、同意を得た。なお、本研究は日本体育大学研究倫理審査委員会の承認(承認番号 第017-H107号)を得て実施された。

### 2.2 試技およびデータ収集

対象試技はバスケットボールのセットショットで、バスケットボール7号球を用いて、フリースローライン(エンドラインから5.8 m)から「試合中と同じようにフリースローを打つ」ように指示し、移動式のゴールに向かってシュートさせた。シュートを行った際の本人の感覚を確認するために試技毎に被験者による5段階内省評価を行い、シュートが成功し、かつ評価点が4以上の試技が3試技以上得られるまで少なくとも5回以上行わせ、最も高い評価点が得られたものを分析試技とした。

被験者のシュート動作を3次元動作分析するために、光学式動作データ収集システム(VICON MX+, Vicon Motion System社製)を用いて、反射マーカーを貼付した身体計測点47点およびボール4点の3次元座標データを赤外線カメラ(サンプリング周波数250 Hz)計20台を用いて収集した。なお、鉛直方向をZ軸、フリースローラインからゴールに向かう方向をY軸、Y軸に直交する方向をX軸とする右手座標系を静止座標系として定義した。

### 2.3 データ処理

Vicon MX+の専門解析ソフトウェア(VICON NEXUS)で得た3次元座標データをMATLAB(MathWorks社)で作成された動作分析ソフトウェアに入力してデータ処理を行なった。算出した身体各部位およびボールの3次元座標は、Wells and Winter (1980)の方法によって最適遮断周波数(X: 4-18 Hz, Y: 4-18 Hz, Z: 6-18 Hz)を決定し、Butterworth digital

filterを用いて平滑化処理した。ボールをセットし、大転子が下降し始めた時点をスタート(S)、大転子の最下点を中間点(M)、ボールリリース時点をリリース(R)とし、SからRまでを分析区間とした。またSからMをDownward局面、MからRをUpward局面とした。

### 2.4 指導用動作モデルの作成

指導用動作モデルを構成する身体各部25点の3次元座標はAe et al. (2007)の方法を用いて下記の式により算出した。

$$r_i = R_i - R_{rp}$$

$$\bar{r}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{r_{i,j}}{H}$$

$$\bar{R}_{rp} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{R_{rp,j}}{H}$$

$$\bar{R}_i = \bar{r}_i + \bar{R}_{rp}$$

これらの式において、 $R_i$ は動作局面の時間で規格化された部位*i*の座標、 $R_{rp}$ は時間で規格化された基準点*rp*(身体重心)の座標、 $r_i$ は基準点*rp*に対する部位*i*の相対座標、 $H$ は身長、 $j$ は被験者、 $n$ は被験者数、 $\bar{r}_i$ は身長で規格化された部位*i*の相対座標、 $\bar{R}_{rp}$ は身長で規格化された基準点*rp*の座標、 $\bar{R}_i$ は規格化・平均された部位*i*の座標である。

### 2.5 関節角度の算出

Figure 1は、本研究で算出した上下肢の6関節の関節角度の定義を示したものである。本研究では関節角度の算出には身体各部位の3次元座標をYZ平面に投

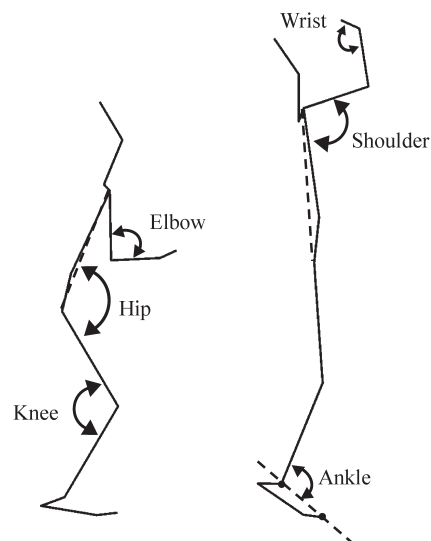


Fig. 1 Definition of the joint angles

影した2次元モデル(側方)を用い、右側の肩関節、肘関節、手関節、股関節、膝関節、足関節の6関節角度を算出した。肩関節角度は上腕(肩関節と肘関節を結ぶ線分)と体幹(肩関節と大転子点を結ぶ線分)のなす角度、肘関節角度は上腕と前腕(肘関節と手関節を結ぶ線分)のなす角度、手関節角度は手(手関節と中指骨点を結ぶ線分)と前腕のなす角度とした。また、股関節角度は体幹と大腿(大転子点と膝関節を結ぶ線分)のなす角度、膝関節角度は、大腿と下腿(膝関節と足関節を結ぶ線分)のなす角度、足関節角度は下腿と足(足関節とつま先点を結ぶ線分)のなす角度とした。

### 2.6 関節の変動係数の算出

本研究では、被験者間の関節角度のばらつきの大きさを指標として規格化時間1%ごとに各関節角度の変動係数を次式により算出した。

$$CV = \frac{SD}{Mean} \times 100$$

ここで、CV (Coefficient of variation) は変動係数、SD (Standard deviation) は関節角度の標準偏差、Mean は関節角度の平均値である。

## 3. 結 果

### 3.1 指導用動作モデルのスティックピクチャーと関節角度変化

Figure 2は、本研究で作成したセットショット動作の指導用動作モデルをスティックピクチャーで示したもので、大転子の下降開始からボールリリースまでを100%とし、全被験者の平均値(下降局面:  $76 \pm 8.2\%$ , 上昇局面:  $24 \pm 8.2\%$ )から下降局面と上昇局面をそれぞれ80%と20%に規格化した。Figure 3は指導用動作モデルの各関節角度変化を平均値で示したものである。この図のグラフに記した黒い線状の

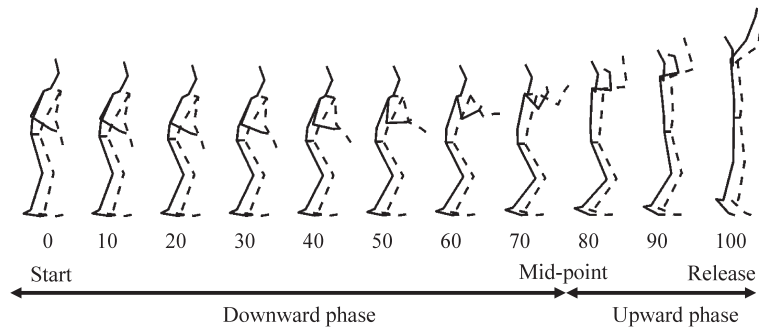


Fig. 2 Stick pictures of the motion model for the set shot (n = 21)

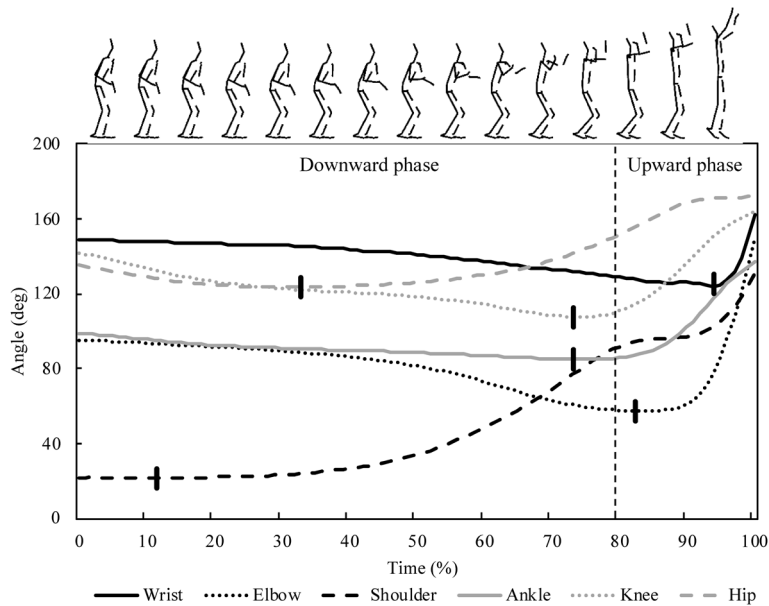


Fig. 3 Changes in averaged joint angles of the motion model of the set shot. The black circle was the switching point from flexion to extension



マークは、手関節、肘関節、股関節、膝関節、足関節の伸展、肩関節の屈曲(上腕の挙上)が始まる点(関節角度が最小値)を示している。

Figure 3より、被験者の平均(指導用動作モデル)で見ると、下降局面では、動作開始から股関節、膝関節、肘関節が徐々に屈曲し、さらに10%時過ぎからは徐々に肩関節が屈曲しはじめ、上腕やボールを挙げていたことがわかる。次いで、30%時過ぎから股関節の伸展が始まり上体を起こしショットの準備が行なわれ、70%時あたりから上昇局面にかけて膝関節、足関節が伸展を始め、80%時を過ぎると肘関節が伸展を始め、約90%時から肘関節、手関節が急激に伸展してボールをリリースしていた。このように、はじめに肩関節の屈曲、次に股関節の伸展が起こり、上昇局面では膝関節、足関節、肘関節、肩関節、手関節がリリースに向けて徐々にオーバーラップするかたちで伸展(肩関節は屈曲)していた。なお、肩関節では80%時付近から屈曲がやや停滞していたが、手関節および肘関節の急激な伸展とともに90%時過ぎからリリースに向けて屈曲した。

### 3.2 セットショット動作における関節角度の変動係数の変化

Figure 4は、指導用動作モデルの各関節角度の変動係数の変化を示したものである。これらの関節の全局面にわたる変動係数の平均と標準偏差は、手関節が $11.3 \pm 1.70\%$ 、肘関節 $18.3 \pm 3.70\%$ 、肩関節 $31.2 \pm 12.78\%$ 、足関節 $8.2 \pm 2.22\%$ 、膝関節 $10.6 \pm 3.0\%$ 、股関節 $10.3 \pm 3.60\%$ で、肩関節、肘関節が大きく、足関節が小さかった。Figure 4に示したように、下降局面

では肩関節の変動係数が著しく大きく、上肢の挙上にばらつきがみられた。また、肘関節では下降局面後半に向かって徐々に変動係数が大きくなる傾向が見られた。下肢3関節(足関節、膝関節、股関節)の変動係数は下降局面において上肢に比べて小さかった。上昇局面になると、各関節の変動係数は小さくなり、リリース直前には6関節の変動係数は10%以下になった。

### 3.3 指導用動作モデルと上位および下位選手のセットショット動作の比較例

Figure 5は、指導用動作モデル、上位および下位選手各1名(以下、それぞれA選手、B選手)のセットショット動作をスティックピクチャーで示したものである。Figure 6は、セットショット動作の全被験者の関節角度の平均と標準偏差に、AおよびB選手の関節角度の変化を重ねて示したものである。なお、本研究では、対象とした選手はシュートに熟練していると考え、その中で活用例を示すために、チームに帯同する2名のコーチと自己評価を用いてチーム内でシュート技能の上位の選手、下位の選手という形で選出したため、熟練者、未熟練者といった呼称ではなく、上位選手、下位選手という表現にした。

Figure 5より、全体としてみると、例として示したA選手は指導用動作モデルに近い動きをしているが、B選手では体幹の前傾が大きい、上昇局面の開始付近の膝関節の屈曲が大きいなどの特徴がみられた。またA選手では上肢の挙上のタイミングが指導用動作モデルよりも早かった(No. 9-14)。

Figure 4およびFigure 6より、選手間の関節角度の

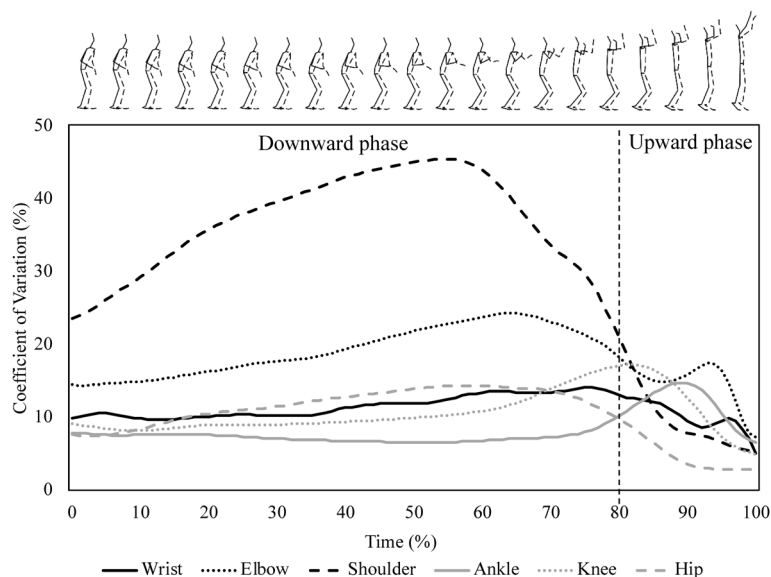


Fig. 4 Changes in coefficients of variation of six joint angles in the motion model of the set shot

バスケットボール・セットショット動作の指導用動作モデルについて

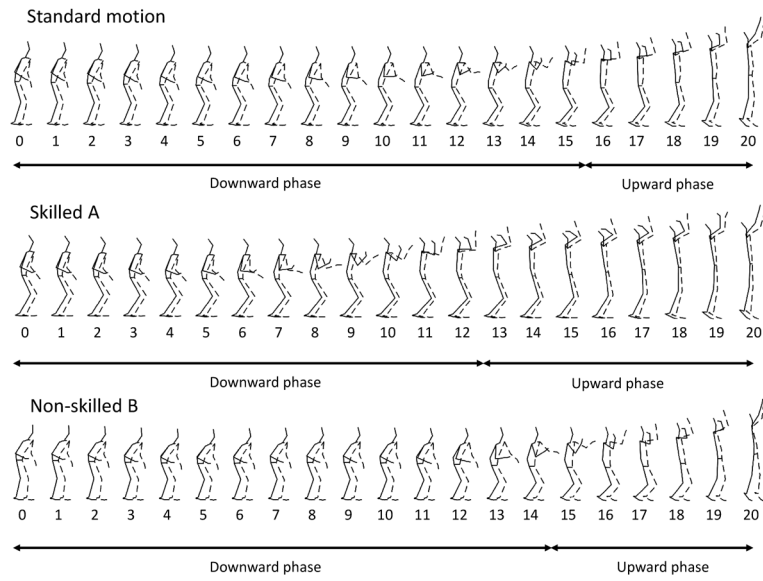


Fig. 5 Stick pictures of the motion model, skilled A and non-skilled B players

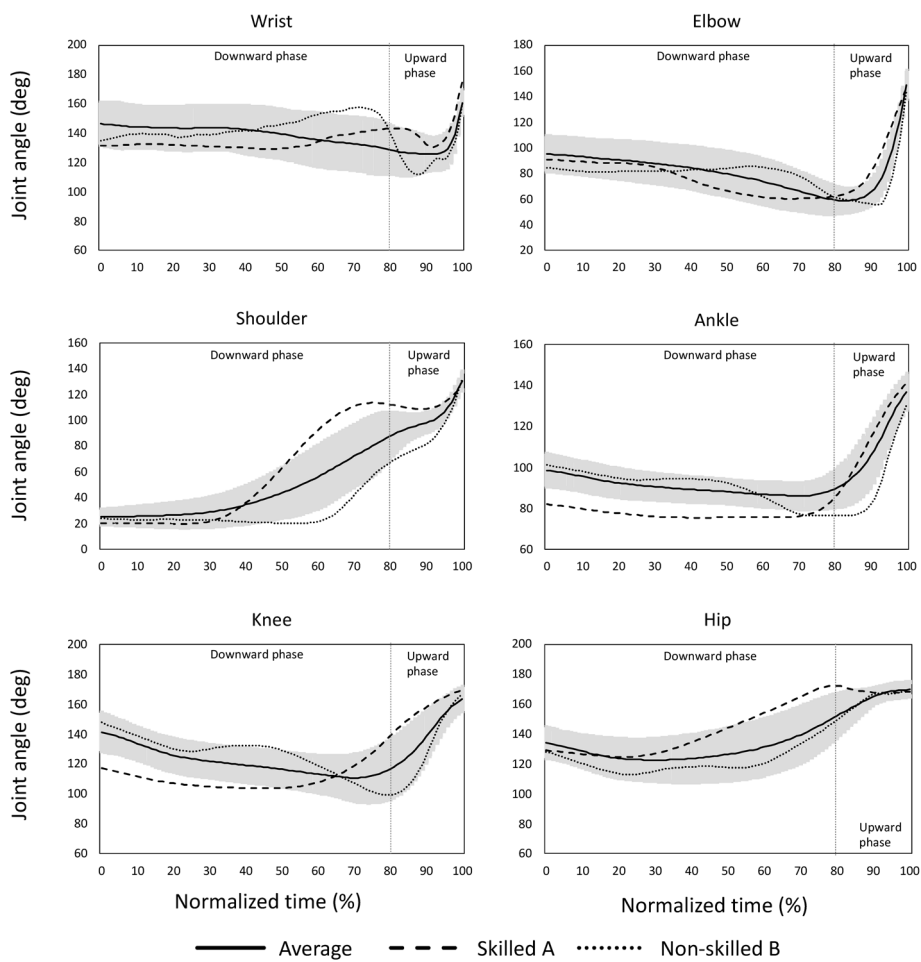


Fig. 6 Change in joint angles of the motion model, skilled A and non-skilled B players

ばらつきはリリースに向かって小さくなっていった。また、A選手、B選手ともに、上昇局面からリリースに向けて6関節角度の値が標準偏差の範囲内にはほぼ収まり、指導用動作モデルと近いものになっていた。シュートの準備を行う下降局面では、動作開始のタイミングや関節角度に個人差がみられた。手関節では、両選手ともにリリース直前に背屈し、急激に伸展（掌屈）することでスナップをきかせてリリースしていた。A選手では手関節がリリース直前からリリースまでの掌屈が標準偏差以上に大きかった。肘関節は、A選手、B選手ともに指導用動作モデルに近い変化をしていた。肩関節では、A選手は30%時付近で屈曲が始まり、準備動作が行われていたが、B選手は屈曲開始が60%時付近で上肢挙上の準備が遅れていた。

足関節では、A選手は動作開始時の屈曲が大きく、B選手は下降局面終盤から上昇局面開始にかけて屈曲し、指導用動作モデルやA選手と比べやや遅いタイミングで伸展していた。膝関節では、A選手は動作の開始時の屈曲が大きく、リリースに向け徐々に伸展していたが、B選手では動作開始時の屈曲は平均に比べて小さく、下降から上昇局面への切り換えあたりで膝を曲げ、リリースに向かって伸展していた。股関節では、B選手は平均に近い動きをしていたが、A選手は20%時付近から伸展が始まり、早い段階で体幹を起こしていた。

A選手と指導用動作モデルと比べると、①動作開始時の膝関節の屈曲が大きく、②肩関節の屈曲、股関節、膝関節の伸展のタイミングが早い、③手関節、肘関節、足関節は指導用動作モデルに近いタイミングで伸展している、④リリース前の股関節の伸展が大き、⑤リリース直前に手首が背屈したのち、急激に掌屈し、指導用動作モデルより掌屈が大きいことなどがわかる。一方、B選手では、①全ての関節において屈曲・伸展のタイミングが遅い、②手関節、膝関節、股関節については2段モーション（伸展-屈曲-伸展）で動いている、③足関節、膝関節、股関節の屈曲が大きく、そのタイミングが遅く準備が遅れている、④下降局面において体幹の前傾（前屈）が大き、⑤肩関節の屈曲のタイミングが遅い、⑥上昇局面において手関節が大きく背屈しているなどの特徴がみられた。

## 4. 考 察

### 4.1 セットショットの指導用動作モデルについて

指導用動作モデルは、下降局面において肩関節の屈曲、股関節の伸展が始まり、上昇局面に入ると膝関節、足関節、少し遅れて肘関節、手関節の順で伸展していた。また、リリース直前では肘関節および手関節

が急激に伸展していたが、屈曲が停滞していた肩関節も急激に屈曲していた。肩関節についてはリリース前に急激に屈曲するものの、股関節の伸展や肩関節の屈曲は準備の段階から持続的に生じていた。指導用動作モデルの動作の順次性をみると、上肢関節と下肢関節が連動して動くという陸川ほか（2005）の報告を支持すると考えられる。また、投動作と同様に胴体から四肢へと運動伝導（マイネル、1981）が生じていたとみられることもできるであろう。バスケットボールにおけるシュート動作では、脚を曲げすぎることやボールを動かす過ぎることは失敗の可能性が増えることにつながるとされているが（フィリップピー、2012）、今回作成した指導用動作モデルでは、過度な膝関節の屈曲（屈曲の最大値：107°）やボールを動かすすぎることとはなく、指導に用いるモデルとしては妥当なものと考えられる。

熟練者のセットショット動作に関する研究（細川、1986：八板・得居、1999：塩見ほか、2002：鉄口ほか、2013）は、上肢の運動に着目したものが多く、肘関節から手関節の順次性や手首の返しの重要性を強調している。本研究の指導用動作モデルでは、下降局面において股関節を伸展させることで上体を起こし始め、肩関節の屈曲により上腕を挙げ、上半身のショット姿勢の準備が行われていることが明らかとなった。このことはセットショット動作の指導において留意すべきことと考えられる。よって、指導者はシュート準備の動作である上腕の挙上や股関節の角度に着目して、選手の動作を観察し、指導を行うことが有効であると考えられる。

一方、被験者間の動作のばらつきは肩関節角度において大きかった（変動係数の最大値約45%）。これは下降局面におけるばらつきの大きさによるものであり、上腕挙上のタイミングの相違によるものと考えられる。上述したように、下降局面における肩関節の屈曲は、指導における留意点のひとつと考えられるが、肩関節角度の変動係数が大きかったことは、セットショット動作の準備に個人差が大ききことを意味していると考えられる。手関節、肘関節、肩関節、股関節では、上昇局面、特に90%時すぎにおいて、変動係数が小さくなったことから、リリース時の姿勢には個人差が小さく、共通性が高かったと考えられる。したがって、セットショット動作の指導では、このようなリリース姿勢をモデルとして提示することが役立つと考えられる。また、下降局面で上肢に比べ下肢の関節において変動係数が小さかったことは、準備局面において足関節や膝関節の屈曲や体幹の傾きなどに共通性が高いことを示す。これらの結果は、セットショット動作の習熟度が高いと考えられる大学男子バスケット

ボール選手についてのものであるが、未熟練者の動作の評価や指導においてもこれらの変動係数が小さい動作や局面に着目することが役立つことを示唆していると考えられる。しかし、指導用動作モデルにおいて、変動係数が大きい動作に対しては各選手に応じた評価や指導が必要となると考えられる。指導用動作モデルは唯一の普遍的な動作パターンではなく、あくまでも標準的な動作パターンを示すためにと考えるべきであろう。

#### 4.2 指導用動作モデルの活用例：上位選手と下位選手の比較

上位のA選手では指導用動作モデルと同様に下降局面において、早い段階で体幹を起こし、腕を挙げて準備を行っていたが、下位のB選手では下降局面において、体幹の前傾が大きく、上肢の挙上が遅いという特徴が見られた。また、B選手では下降局面後半に向け、徐々に膝関節の屈曲が大きくなっていったが、これは次の局面で膝伸展を行う準備と考えられる。このように、B選手は全ての関節において動作開始のタイミングが指導用動作モデルより遅れていた。

これらのことから、例としたB選手に対しては、早い段階で膝を曲げ、上体を起こし上肢を上げるタイミングを早くするよう指導することが有効と考えられる。このことから、推察すると、未熟練者に対しては、「脚の力をボールに伝える」、「下肢を使う」などの指導をすることがあるが、体幹を起こすことができないまま、脚を伸展してもボールに力がうまく伝えられないと考えられるため、体幹は早めに起こすように指導することが望ましいと考えられる。

これまでの研究や指導書では上肢の順次性や関節伸展のタイミングに焦点を当てて論じているものが多い。しかし、本研究の結果より準備局面、あるいは下降局面における動きにA選手とB選手の相違が大きいたことが明らかになったことは、指導者はシュートの準備段階における上肢の挙上や体幹の起こし方などの動きに着目して観察し、指導する必要があることを示唆する。

A選手、B選手ともに、リリース直前において手関節の背屈が見られ、熟練者のシュート動作ではリリース直前に瞬間的に手を背屈させ、その後リリースに向かって急激に伸展していたという報告(加藤ほか, 1979)と同様の特徴が見られた。したがって、指導用動作モデルの関節角度の平均や標準偏差と比較することで、選手個々の動作の相違をより詳しく評価でき、選手の動作の特徴を明らかにすることができる。さらに、Figure 6に示したように、例としたA選手ではリリース時の手関節の掌屈が標準偏差の範

囲より大きかったことから、手関節の動きについてシュートを得意とする選手に詳細な研究を行うことで技術を評価する新たな観点が得られる可能性があると考えられる。

## 5. ま と め

1) 本研究で作成したバスケットボールセットショットの指導用動作モデルには、以下のような特徴がみられた。

- ・肩関節の屈曲、股関節の伸展から始まり、膝関節、足関節、肘関節、手関節の順で伸展しリリースに向かっていった。
- ・下降局面においてシュートの準備が早いタイミングで行われていた。
- ・上腕の挙げ方には個人差があるが、手関節、肘関節、肩関節、股関節では、リリース直前の動作のばらつきが小さくなり、リリース時の姿勢の共通性は高かった。

これらのことから、指導者はシュートの準備段階における上肢の挙上や体幹の起こし方などに着目して観察し、指導する必要があると考えられる。

2) 指導用動作モデルおよび動作変動度を用いて、大学男子バスケットボール選手の動作の評価を事例的に試み、上位、下位選手のシュート動作の相違を示すことができた。したがって、指導用動作モデルの関節角度の平均や標準偏差と比較することで、選手個々の動作の相違をより詳しく評価でき、各選手の動作の特徴を明らかにすることができる。と考えられる。

今後は、育成年代の選手の発育発達状況や、選手や学習者の習熟段階に応じた指導用動作モデルや指導法を考案することが課題である。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、日本体育大学スポーツバイオメカニクス・船渡研究室、日本体育大学男子バスケットボール部のみなさんには多大な協力を得ました。ここに記して感謝します。

## 文 献

- 阿江通良 (2005) スポーツ選手のスキルフルな動きとそのコツに迫る. 人工知能学会誌, 20(5) : 541-548.
- Ae, M., Muraki, Y., Koyama, H., and Fujii, N. (2007) A Biomechanical Method to Establish a Standard Motion and Identify Critical Motion by Motion Variability: With Example of High Jump and Spring Running. Bull. Inst. Health & Sport Sci., Univ. of Tsukuba 30: 5-12.
- Ae, M. (2020) The next steps for expanding and developing sport biomechanics. Sports Biomechanics, <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1743745>.



- アダム・フィリップー (佐良士茂樹・訳) (2012) バスケットボールシュート大全. (株)スタジオタッククリエイティブ.
- Button, C., MacLeod, M., Sanders, R., and Coleman, S. (2003) Examining movement variability in basketball free-throw action at different skill levels. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(3): 257-269.
- Hay, J. G. (植屋清見・総監修) (2011) CHAPTER 9 バスケットボール, スポーツ技術のバイオメカニクス. 有限会社ブックハウス・エイチディ, pp. 212-234.
- Hay, J. G. and Reid J. G. (1982) *The anatomical and mechanical bases of human motion*, Prentice-Hall, New Jersey, pp. 261-278.
- ハル・ウィッセル (佐良士茂樹・訳) (2013) Chapter 1 シュートテクニック, NBA バスケットボールコーチングプレイブック. (株)スタジオタッククリエイティブ, pp. 12-27.
- 細川義文 (1986) バスケットボールのワンハンドセットショットにおける上肢の動作分析. *広島体育学研究*, 12: 55-62.
- 加藤敏明・関 四郎・岩本良裕・中村雅之 (1979) バスケットボールにおけるジャンプショットのスナップ動作について. *日本体育学会第30回記念大会*, 360.
- 公益財団法人日本バスケットボール協会 (2016) 5章シューティングの指導, バスケットボール指導教本改訂版 [上巻]. 大修館書店, pp. 94-119.
- 公益財団法人日本バスケットボール協会 (2018a) 第1章ゲーム第1条定義, バスケットボール競技規則. 公益財団法人日本バスケットボール協会, 8.
- 公益財団法人日本バスケットボール協会 (2018b) 第7章総則第43条フリースロー, バスケットボール競技規則. 公益財団法人日本バスケットボール協会, 51-54.
- 小林育斗・阿江通良・宮崎明世・藤井範久 (2012) 優れた投能力を持つ小学生の投動作の特徴とその標準動作. *体育学研究*, 57: 613-629.
- 倉石 平 (2014) NBA 選手だからこそ, 基本に忠実! 見て学んで, 自分に生かそう! ジャンプショット & フリースロー, ジュニアバスケットボールマガジン特別編集連続写真で見るスーパーテクニック 2014. ベースボールマガジン社, pp. 92-97.
- 倉石 平・田渡 優 (2016) Part 1 シュート & パスを科学する, バスケットボールの科学. 株式会社洋泉社, pp. 8-11, pp. 14-15.
- 倉林 準・持丸正明・河内まき子 (2003) 股関節中心推定方法の比較・検討. *バイオメカニズム学会誌*, 27(1): 29-36.
- マイネル K. (金子明友・訳) (1981) *マイネル・スポーツ運動学*. 大修館書店, pp. 190-212.
- 松岡敏恵・三浦修史 (1997) バスケットボール技術の分析研究 ショットの習熟過程に関する研究 第一報. *南山大学紀要『アカデミア』自然科学・保健体育編*, 6: 13-29.
- 松岡敏恵・三浦修史 (1998) バスケットボール技術の分析研究 ショットの習熟過程に関する研究 第二報. *南山大学紀要『アカデミア』自然科学・保健体育編*, 7: 1-14.
- Murata, K., Ae, M., Uchiyama, H., and Fujii, N. (2008) A Biomechanical Method to Quantify Motion Deviation in the Evaluation of Sports Techniques using the Example of a Basketball Set Shot. *Bull. Inst. Health & Sport Sci., Univ. of Tsukuba* 31: 91-99.
- 陸川 章・山田 洋・加藤達郎・植村隆志 (2006) 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*, 35: 7-12.
- Schmidt, A. (2012) Movement pattern recognition in basketball free-throw shooting. *Human movement science*, 31(2): 360-382.
- 塩見哲大・湯浅景元 (2002) バスケットボールのフリースローにおけるボール運動および関節運動の再現性. *中京大学体育学論叢*, 44-1: 29-34.
- 塩見哲大・湯浅景元 (2003) バスケットボールのワンハンドシュートにおけるボールリリース時の指先の動作研究. *中京大学体育学論叢*, 45-1: 5-21.
- 武井光彦 (1984a) バスケットボールにおけるシュートについての条件. *体育の科学*, 34(3): 251-253.
- 武井光彦 (1984b) バスケットボールのフリースローフォームの分析. *学校体育*, 37(11): 128-132.
- 鉄口宗弘・叢 晨・入口 豊・三村寛一・高橋哲也 (2013) バスケットボールのフリースローにおける上肢動作について. *大阪教育大学紀要*, 62(1): 145-153.
- 八板昭仁・得居雅人 (1999) バスケットボールのセットショットにおける上肢の運動—初速度への影響—. *九州女子大学紀要*, 36(2): 27-34.
- Wells, R. P. and Winter, D. A. (1980) Assessment of signal and noise in the kinematics of normal pathological and sporting Gaits. *Human Locomotion I*. pp. 92-93.

〈連絡先〉

著者名: 有井さやか

住 所: 東京都世田谷区深沢 7-1-1

所 属: 日本体育大学大学院体育科学研究科

博士後期課程コーチング学専攻

E-mail アドレス: 19pdb05@nittai.ac.jp