

研究報告

バスケットボールにおけるワンハンドシュートの 動作指導に関するインストラクションの検討

—ビジュアルフィードバックシステムの構築を目指して—

小林 大地¹⁾・松藤 貴秋¹⁾・鈴木 雄貴¹⁾・瀧 剛志²⁾
種田 行男¹⁾・竹内 優真²⁾

A study of instruction relevant to guidance for one-handed shooting motion in basketball
— Aiming to build a Visual Feedback System —

Daichi KOBAYASHI, Takaaki MATSUFUJI, Yuki SUZUKI, Tsuyoshi TAKI,
Yukio OIDA, Yuma TAKEUCHI

I. 諸言

バスケットボールは授業実施の可不可が天候に左右されず、多くの学校にバスケットボールに取り組むための設備や物品がある。そのため今日授業実施されることの多い代表的なゴール型教材となっている¹⁾。またバスケットボールは球技の中で最も多くの得点を競うスポーツであり、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²⁾。つまりバスケットボールは多くの学校現場でゴール型の球技として選定されており、中学校・高等学校の学習指導要領に記載されている「勝敗を競う楽しさや喜びを味わう」ためには、シュート技能の向上が効果的であると考えられる。これまでバスケットボールのシュート技能については様々な研究が行われており、合理的なシュート動作が明らかとされている³⁻⁹⁾。しかしそれらの報告の中では、未熟練者にシュート動作を指導する際に優先的に扱うべき内容について検討されたも

のは見られない。

これらのことから未熟練者に対してシュート動作を指導する際の効果的なインストラクションを明らかにすることは、授業やクラブ指導の現場において有益であると考えられる。そこで本研究ではバスケットボールのシュート動作に関する先行研究と指導書を調査し、未熟練者に対してワンハンドシュートの動作(以下「シュート動作」とはワンハンドシュートの動作を意味する)を指導する際の効果的なインストラクションを明らかにする。また本研究グループはシュート動作形成を目的とした簡易的・即時的なビジュアルフィードバックシステムの構築を目指している。そのためシュート動作の良し悪しを判定する際の基準として本研究結果を活用していく。

II. 方法

本研究目的は未熟練者に対してバスケットボールのシュート動作を指導する際の効果的なインストラクションを明らかにすることであっ

¹⁾中京大学スポーツ科学部

²⁾中京大学工学部

た。また調査結果をもとにシュート動作形成を目的とした、簡易的・即時的なビジュアルフィードバックシステムの構築を行っていく。簡易的・即時的なビジュアルフィードバックを実現するため、構築するシステムには関骨格検出ライブラリ (AIを用いることで映像のみから姿勢や関節位置を推定するシステム)を用いる。骨格検出ライブラリを用いることでリアルタイムに動作解析を行うことが可能となるため、システムの利用者には即時的にフィードバックを行うことができる仕様とする。フィードバックを行う上ではシュート動作の良し悪しを判定する動作基準が必要となる。そこで本研究において調査対象とする先行研究と指導書は、シュート動作に関してバイオメカニクスの観点から報告を行っているものとした。特に未熟練者に対してシュート動作を指導する際の効果的なインストラクションを明らかにするため、先行研究については熟練者と未熟練者、または競技力の高い群と低い群の動作を比較したものを対象とした。それらの報告をもとに、未熟練者に対してシュート動作を指導する際の効果的なインストラクションについて検討を行った。

Ⅲ. 結果と考察

1. シュート動作における関節角度、関節角速度、動作の順序性について

バスケットボールにおけるシュート動作については、成功率を高める要因やボールの飛距離を伸ばす要因がバイオメカニクスの観点から報告されている。それらの報告ではシュート動作について個別の関節に着目したもの、または上肢・下肢といったまとまりや全身運動として捉えた内容が報告されている。

シュート動作について個別の関節に着目した研究としては、鉄口ら³⁾が手首の掌屈動作の重要性を報告している。調査においては男子大学生のフリースロー動作を対象とし、熟練者は未熟練者に比べシュートのリリース時における手首の角度が有意に小さかったことを明らかにしている。さらにリリース時の手首の角度と

シュート成功率には負の相関関係が認められたことも報告している。つまりフリースローにおいてシュート成功率を高めるためには、リリース時に手首の掌屈動作を十分に行うようにすることが重要であると言える。一方で3Pシュートを対象とした田邊ら⁴⁾の報告においては「熟練者および未熟練者はともに手首の掌屈動作と指の運動を使ってボールを加速させていたが、未熟練者の方が有意に手首の掌屈動作を使って、また熟練者の方が有意に指の運動を用いてボール速度を高めていた。」と報告している。3Pシュートはフリースローに比べ約2.5mゴールから遠い位置に設定されており、シュートにはより大きな力発揮が必要となる。力発揮とコントロールの関係について飯田¹⁰⁾は「シュートに限らず一般的に力発揮のコントロールは、最大の力に近づくと誤差が大きくなることが知られています。」と述べている。つまり3Pシュートにおいても手首の掌屈動作を大きく利用することは重要である。しかしシュート成功率を高めるためには、指の動作と連動させることで手首の掌屈動作の力発揮を抑えることも重要であると言える。鉄口ら³⁾と田邊ら⁴⁾の研究からシュートにおいて手首の掌屈動作は、シュート成功率を高めることやボールの飛距離を伸ばすために重要な要因であることがわかる。しかしボールリリース時に手首の掌屈動作を最大化することが必ずしもシュート成功率を高めるわけではない。そのため手首の掌屈動作を他の動作と連動させ、ゴールとの距離に合わせて最適化するため必要があると考えられる。

肘の伸展動作に着目した研究としては、三浦ら⁵⁾がシュート動作においてボールの飛距離を伸ばすためには、肘の伸展運動を素早く行う必要があることを報告している。しかし田邊ら⁴⁾は「熟練者の方がより小さい角速度で大きなボール速度を生み出す効率の良い運動をしていた」と報告している。つまり肘の伸展動作についてもボールの飛距離を伸ばすことやシュートの正確さを高めるためには、他の動作と連動させることが重要であると考えられる。これらのことからシュートにおいてボールの飛距

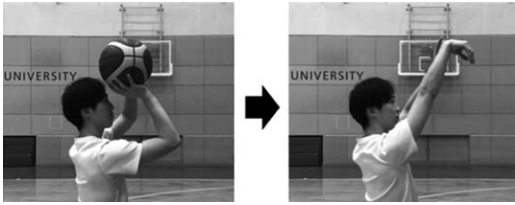


図1. 手首の掌屈動作と肘の伸展動作

離を伸ばすためには、肘の伸展動作を素早く行うことが有効である。しかしシュート動作においては運動効率とシュート成功率を高めるためには、肘の伸展動作を最適化し他の動作と連動させることが重要であると考えられる。

シュート動作においてボールの飛距離を伸ばすためには、下肢の役割も重要であることが報告されている。福田ら⁶⁾は「シュート距離を得るためには、下肢関節の連動および下肢と上肢帯関節の連動が必要である」と報告している。しかし田邊ら⁴⁾はシュート動作においてボールを上方に加速させるためには下肢の役割が重要であると述べる一方、「熟練者はより正確なショットを打つため、必要以上に下肢の運動をボール速度増加のために利用していなかった」とも報告している。このことについてFilippi¹¹⁾は「シュートを行う上で必要な筋力が上肢に備わっているのであれば、下肢の力を必要以上に利用するとバランスを崩す恐れがある」と述べている。つまりシュートにおいてボールの飛距離を伸ばすためには、下肢の力を利用することが有効である。しかしシュートの正確さを高めるためには、下肢の力発揮を抑え上肢の運動を優先的にコントロールすることが有効であると考えられる。

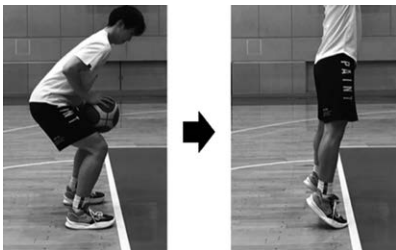


図2. 股関節・膝関節・足関節の伸展動作

シュートに関してボールの飛距離を伸ばすことや成功率を高めるためには、動作を個別の関節や上肢・下肢といったまとまりで捉えるのではなく、全身運動として捉えることも重要である。有井ら⁷⁾はバスケットボールのセットショット動作について指導用動作モデルを作成することを目的とし、大学生男子バスケットボール選手のフリースローシュート動作を分析している。結果として熟練者の動きの平均動作をもととして作成した指導用動作モデルでは、下降局面（ボールをセットし大転子が下降し最下点に到達するまでの区間）において肩関節の屈曲、股関節の伸展が始まった。その後、上昇局面（大転子が最下点となる時点からボールをリリースするまでの区間）に入ると膝関節、足関節の伸展が始まり、続いて肘関節、手関節の順で伸展していたと報告している。また陸川ら⁸⁾も大学生男子バスケットボール選手のフリースローシュート動作を分析している。その結果として熟練者はシュート時に股関節→膝関節→足関節、続いて肩関節→肘関節→手関節が順次性を持ってタイミング良く伸展し、ボールをリリースしていたと報告している。さらに各関節の角速度のピークが下肢から上肢へと順次的に出現していることも報告している。有井ら⁷⁾と陸川ら⁸⁾の報告はフリースローシュート動作を指導する際に有用な知見を明らかにしたと言える。3Pシュートについても下肢と上肢の連動について重要性が報告されており、山田ら⁹⁾は「熟練者は、各関節の角速度のピークが下肢から上肢へと順次的に出現している。これに対し、未熟練者は、各関節の角速度のピークがほぼ同時期に出現し、下肢から上肢への伝導がうまく行えていない」と報告している。これらの研究からシュートに関してボールの飛距離を伸ばすことや成功率を高めるためには、下肢から上肢へとエネルギーを伝達させていくことが重要であると言える。一方で福田ら⁶⁾は下肢と上肢を連動させる重要性を述べる中で「シュート距離の増加に伴い上肢と下肢の関節運動が同時的になる傾向がみられた」ことを報告している。また熟練者においてはシュート距離の増加に伴

い、股関節最大屈曲時からリリース時までの所要時間は短くなる傾向があったことも報告している。つまりシュートの距離が遠くなる場合には各関節運動を素早く行うだけではなく、各関節運動のタイミングを調整する必要があると言える。



図3. シューティングハンド側の関節アライメントを一直線上にする（右利きの場合）

2. シュート動作における関節アライメントについて

シュートの成否を決定する要因として、鈴木¹²⁾は「まっすぐ打つ」「その距離に打つ」「高く打つ」という3点をあげている。またシュートが外れる要因としては、特に「まっすぐ打つ」と「その距離に打つ」を達成できないことが多いとも述べている。つまりシュートを放つ際には鉛直方向よりも、ゴールに対して前後方向と左右方向のエネルギー伝達を正確に行うことが重要であると考えられる（以下「前後方向」「左右方向」はゴールに対する方向を意味する）。これまで論じてきたシュート動作における関節角度や関節角速度、動作の順序性については、如何にボールにエネルギーを伝達するかが主な論点であった。そのため左右方向よりも前後方向の調整力に関して、シュート動作を習得する際に有用な知見であったと考えられる。

鈴木¹²⁾は左右方向に曲がる要因の少ないシュート動作について、シュート動作を正面から見た際にシューティングハンド（シュートを放つ手）側の各関節を一直線状に置くことが重要であるとしている（図3）。さらにそれらの関節をシューティングライン（シューティングハンド側のつま先とリングの中心の真下の点を結んだ線）に沿って動かすことで、左右方向に曲がる要因の少ない動作に近づけることができると述べている（図4）。シュート動作においてシューティングハンド側の関節の配置（関節アライメント）を一直線状にすることは、バスケットボール指導教本¹³⁾にも「正面から見た際に『つま先、足首、膝、腰、肩、肘、手首』が一直線になるように立つ」と記載されている。またHal¹⁴⁾は「シューティングショルダーの上方で無理なくボールを構える」「シューティングハン



図4. シューティングハンド側の各関節をシューティングラインに沿って動かす（右利きの場合）

ドはボールのちょうど後ろに置く」「シューティングエルボーをしっかりと中に入れる」と述べている（「シューティングショルダー」「シューティングエルボー」はそれぞれシューティングハンド側の関節を意味している）。

一方で関節アライメントが一直線状にならない原因として、肘関節がシューティングラインの外側に出てしまうことがあげられる。この状態はフライングエルボー（図5）と呼ばれ、ボールが左右方向に曲がる主要な要因であるとされている¹³⁾。フライングエルボーの状態ではシュート動作を行う場合には、肘関節が斜め下からボールにエネルギーを伝えることになる。そのため肘関節が発揮した左右方向のエネルギーを手首の動作によって相殺する必要がある¹²⁾。つまりフライングエルボーの状態ではシュートを放つ場合には、肘関節と手関節が発揮する左右方向のエネルギーを調整する必要がある。しかしその力発揮に齟齬が生じる場合には、シュートが左右方向に曲がる要因になると考えられる。これらのことから左右方向に曲がる要因の少ないシュート動作を行うためには、シューティングハンド側の関節アライメントを一直線にし、シューティングラインに沿って各関節を動



図5. フライングエルボー



図6. 手首がシューティングラインの内側に入ること
も悪い例¹³⁾

かすことが有効であると言える。

3. 未熟練者に対してシュート動作を指導する際の効果的なインストラクション

これまで論じた通りシュート成功率を高めるためには、シュート動作において前後方向と左右方向の調整力を高めることが重要である。また本研究では前後方向と左右方向それぞれの調整力を高める手法を、先行研究と指導書をもとに調査した。それらの調査結果をもとに本研究目的である「未熟練者に対してバスケットボールのシュート動作を指導する際の効果的なインストラクションを明らかにする」ことについて考察していく。

まず前後方向の距離を調整するためには、シュート動作において手首の掌屈動作や肘の伸展動作、また下肢と上肢の連動や各関節の力発揮のタイミングが重要である。しかしこれらについてはフリースローや3Pといったように、シュートを放つ位置の変化に合わせてシュート動作を調整する必要がある。またシュート動作は選手の形態や体力などの身体的特性によっても異なるとされている⁷⁾。つまりシュート動作

における関節角度や関節角速度、力発揮のタイミングについては、シュートを放つ位置や身体的特性によって動作が異なることが前提である。そのためシュートを放つ全ての位置や、身体的特性の異なる全ての人に共通する動作を定義することは難しいと考えられる。そこで未熟練者が前後方向の調整力を身に着けるためには、反復練習によって経験的にシュート動作を習得していく必要があると考えられる。このことについては鈴木¹²⁾も「指先からボールに伝える速度と飛距離の調整は、反復練習によって習得しなければならない。目測したリングまでの距離に対して、どれくらいの速度でボールを打ち出せば良いのかを瞬時に判断し、実行できるようにならなければ、シュートの前後のずれを抑えることはできない。」と述べている。

次に左右方向の調整力について鈴木¹²⁾は「シュートが左右にズレるのはシュートフォームに原因があることがほとんど」と述べている。本研究結果からシュートが左右方向に曲がる要因を少なくするためには、シュート動作において「シューティングハンド側の関節アライメントを一直線状にする」「シューティングラインに沿って各関節を動かす」ことが有効であると言える。この2つのポイントについては、シュートを放つ位置や身体的特性の違いによって変化するものではないと考えられる。そのためシュートを放つ際には常に実施すべき動作のポイントであると言える。

これらのことから未熟練者（ゴールに対して前後方向と左右方向のどちらの調整力も身につけていないと仮定した場合）に対してシュート動作を指導する際には、左右方向に曲がる要因の少ない動作を優先的に指導するべきであると考えられる。左右方向に曲がる要因の少ない動作を指導し、その動作を反復練習させる過程において前後方向の調整力を身につけさせることが合理的である。そのため未熟練者に対してシュート動作を指導する際には「関節アライメントを一直線状にする」「シューティングラインに沿って各関節を動かす」といった内容を優先的に扱っていくべきであると考えられる。

4. ビジュアルフィードバックシステムの構築

本研究で得た知見をもとに、シュート動作指導に関するビジュアルフィードバックシステムを構築する。ビジュアルフィードバックシステムにはOpen Pose（骨格検出ライブラリ）を使用することで、システムの利用者に即時的にフィードバックを行う仕様とする。Open Poseとは2017年にカーネギーメロン大学のCaoらが開発したシステムである。このシステムでは深層学習を用いることで画像や動画から人物の関節点を検出し、骨格モデルを作成することができる¹⁵⁾。つまりOpen Poseを用いる場合には従来から使用されている大掛かりな装置を使用せずとも、動作解析を行うことが可能である。さらにカメラとPCを接続することで、リアルタイムに動作解析を行うことも可能である。これらのメリットを活かすことで、簡易かつ即時的なフィードバックシステムを構築していく。

動作学習におけるビジュアルフィードバックの有効性は様々なスポーツにおいて検証されている。まず対象者の試技映像を用い、指導者が解説や手本によるフィードバックを行うことの効果が検証されている。佐々木¹⁶⁾はバスケットボールのレイアップシュートを課題とし、対象者に試技映像を用いて即時フィードバックを行なった。その結果、フォームとリリースタイミングの改善が見られたことから「学習者は視覚的フィードバックを行うことによって、運動スキル獲得につまずいていた問題点を発見し改善することができるなど一定の効果が得られた。」と報告している。指導者からのフィードバックではなく、試技映像を用いたセルフフィードバックの効果も検証されている。寺井ら¹⁷⁾は野球のバッティング動作を課題とし、選手が自身の試技映像を見て改善点を考えるトレーニングを実施させた。その結果インパクト時に腰と肩の回転角度が大きくなったことや打球速度が速くなったことから「映像フィードバックを用いた継続的な練習は、野球のバッティングパフォーマンス向上に有効である」としている。このことからセルフフィードバックにおいてもビジュアルフィードバックは有効であると言え

る。しかし鈴木¹²⁾はセルフフィードバックについて「シュートフォームに対する正しい知識と、それに基づいた分析力でセルフフィードバックを行うことができなければ、『努力のベクトル』はいつまでも正しい方向に向けられない」と述べている。つまりセルフフィードバックには自身の競技経験や正しい知識が必要であり、未熟練者が実施することは難しいと考えられる。そこで未熟練者においても効果的なセルフフィードバックを行う手法として、自身の動作と合理的な動作モデルを比較することが有効であると考えられる。小口ら¹⁸⁾はスケルトンのスタート動作を対象とし、一流スケルトン選手11名の動作をもとに指導用動作モデル（平均動作モデル）を作成した。そして映像遅延再生を利用したフィードバックシステムを使用し、対象者に指導用動作モデルと自身の動作を比較させた。結果として「フィードバックトレーニング後は、1歩目のステップ長と2歩目接地時のそり速度が有意に増加した」「股関節および肩関節の動作逸脱度はトレーニング後に減少し、指導用動作モデルの動きに近づいた」と報告している。小口ら¹⁸⁾の研究においては選手と指導者が動作について協議する場も設けられていた。しかし自身の動作と目標となる動作モデルを同時に示すことは、セルフフィードバックを行う上で有効であると考えられる。

これらのことからシュート動作形成を目的としたビジュアルフィードバックシステムを構築することは、未熟練者がシュート動作を習得する上で有効であると考えられる。その際にはOpen Poseを用いることで、対象者に簡易かつ即時的にビジュアルフィードバックを行うことが可能となる。また目標となる動作モデルとして「関節アライメントを一直線状にする」「シューティングラインに沿って各関節を動かす」ことを設定することで、未熟練者が効率的にシュート動作を習得していくことができると考えられる。今後は本研究で得た知見をもとにシュート動作形成を目的とした簡易的・即時的なビジュアルフィードバックシステムの構築を進めていく。

IV. まとめ

本研究目的は未熟練者に対してバスケットボールのシュート動作を指導する際の効果的なインストラクションを明らかにすることであった。そこで、合理的なシュート動作について言及した先行研究と指導書を調査し、未熟練者にシュート動作を指導する上で優先的に扱うべき内容について検討した。その結果として以下の結論が得られた。

1. シュート成功率を高めるためには、シュート動作において前後方向と左右方向の調整力を高めることが重要である。
2. 前後方向の調整力を身につけるためには、反復練習によって経験的にシュート動作を習得していく必要がある。
3. 左右方向に曲がる要因を少なくするためには、シュート動作においてシューティングハンド側の関節アライメントを一直線にし、シューティングラインに沿って各関節を動かすことが有効である。
4. 未熟練者にシュート動作を指導する際には、左右方向に曲がる要因の少ない動作を優先的に指導し、その動作を反復練習させる過程において前後方向の調整力を身につけさせることが合理的である。

本研究で得た知見はシュート動作形成を目的とした簡易的・即時的なビジュアルフィードバックシステムの構築に活用していく。

付記

本研究は2021年度中京大学体育研究所の共同研究費を得て行われた。

参考文献

- 1) 斉藤一彦, 山口空子, 津田龍佑. ゴール型教材・バスケットボールにおけるゲームパフォーマンスに関する研究. 学校教育実践学研究, 20: 103-108. 2014.
- 2) 穂苅真樹, 土岐仁, 斎藤剛. バスケットボール・シュートにおける上肢の三次元動作解析. 人間工学, 43 (2): 81-87. 2017.

- 3) 鉄口宗弘, 叢晨, 入口豊, 三村寛一, 高橋哲也. 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, 63: 145-153. 2013.
- 4) 田邊智, 瀬戸孝幸, 川端浩一, 村上雅俊. バスケットボールのスリーポイントショット時における熟練者と未熟練者の関節運動の違いについて. 体育学研究, 62: 535-558. 2017.
- 5) 三浦健, 三浦修史, 松岡俊恵. バスケットボールにおけるジャンプシュートの動作分析-2ポイント・シュートと3ポイント・シュートの比較-. 鹿屋体育大学学術研究紀要, 25: 1-8. 2001.
- 6) 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, 58 (2): 131-140. 2010.
- 7) 有井さやか, 阿江通良, 大西蔵人, 藤田将弘. 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. 日本体育大学スポーツ科学研究, 9: 71-79. 2021.
- 8) 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, 35: 7-12. 2005.
- 9) 山田洋, 國友亮祐, 長尾秀行, 小山孟志, 小河原慶太, 陸川章. 競技スポーツ選手における“巧みさ”の評価に関するバイオメカニクスの研究-第2報 疲労後のバスケットボール3ポイント・ジャンプシュート動作の評価-. 東海大学スポーツ医科学雑誌, 25: 21-28. 2013.
- 10) 飯田. バスケットボールプラネット, pp.147. ベースボール・マガジン社. 2021.
- 11) Filippi, A. Shot like the pros: the road to a successful shooting technique, pp.13-15. Triumph Books, 2011.
- 12) 鈴木. バスケットボールシュートは理論でうまくなる, pp.29-101. マイナビ出版. 2016.
- 13) 日本バスケットボール協会編. バスケット

- ボール指導教本改訂版上巻, pp.104-105.
大修館書店, 2014.
- 14) Hal Wissel. NBA COACHES PLAYBOOK, pp.16-17. スタジオタッククリエイティブ, 2013.
- 15) Zhe Cao, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh. Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields. In CVPR. 2017.
- 16) 佐々木直基. 視覚的フィードバックが運動スキル獲得に与える影響. びわこ成蹊スポーツ大学研究紀要, 8:121-128. 2011.
- 17) 寺井宏文, 立正伸. 映像フィードバックを用いた練習がバッティング技術に与える影響. スポーツパフォーマンス研究, 3:138-152. 2011.
- 18) 小口貴久, 阿江通良, 鈴木省三, 進藤亮祐. 指導用動作モデルを用いたスケルトン選手のスタート動作に関する即時フィードバックトレーニングの効果について. コーチング学研究, 35 (1):19-30. 2021.