

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：28003

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700653

研究課題名(和文) 集団スポーツ競技の標的到達行為における熟練者の視覚と運動制御に関する実験的検討

研究課題名(英文) Visual perception and motor control of skilled athletes in reaching action of team sports

研究代表者

石橋 千征 (ISHIBASHI, Yukimasa)

名城大学・健康科学部・准教授

研究者番号：30609962

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、集団スポーツ競技であるバスケットボールのリバウンド状況における熟練者の視覚探索活動を実験的に検討した。熟練者は複雑に変化する戦術下においても、シューターやマークマンの行為を予測するために、熟練者は視支点を置き周辺視を使って情報を迅速にかつ広域に獲得していることを示唆された。さらに実際のゲーム中において、コート上における熟練選手をボールの動きに基づいて、リバウンド行為を制御する変数の抽出を試みた。その結果、選手の運動を質的に示す運動の様子(運動パターン)を行動分析により分類することが出来た。

研究成果の概要(英文)：This study examined visual search behavior of skilled basketball players when they rebound the basketball by using an eye-movement registration system. The results indicated that skilled players utilized the properties of ambient vision system immediately for receiving visual information broadly in order to coordinate ahead of the shooter and the opponent player action under the tactical situation. Furthermore, this study attempted to detect the variables of controlling the rebound action on the basis of the ball position on the court. Results showed that the classification of movement patterns quantitatively was made in order to express the qualitative movement of the players.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学 スポーツ科学

キーワード：運動制御 知覚

1. 研究開始当初の背景

スポーツ競技において熟練者は、時間的・空間的に制約された環境の中でも、特有の視覚探索パターンを用いて視覚情報を獲得し、正確かつ素早い予測・判断を行い、優れたパフォーマンスを発揮している (Willimams et al., 1999)。このような視覚探索活動を評価するためには、熟練者と非熟練者の眼球運動を計測し、比較検討する研究手法が代表的である。加藤 (2002) は、熟練者と非熟練者の視覚探索ストラテジーが異なり、熟練者は視支点を置き周辺視を使って情報を獲得し、予測を行うことで視点を先回りさせるストラテジーを用いていると報告している。また、競技者が予測・判断を行う際に重要な手がかりとなる視覚情報を特定する手法として、時間的・空間的遮蔽映像を用いた研究手法がある。時間的遮蔽からはどの時点での視覚情報が有効なのかを特定できる。一方、空間的遮蔽からは重要な手がかりとなる視覚情報箇所 (information-rich area) を特定できる。

本研究で対象とするバスケットボールのフリースローが行われる局面では、シュートを行う選手 (シューター) とその選手を観察する選手 (リバウンダー) に分類できる。シューターのシュートスキルに関する研究はこれまでも数多く報告されており、例えば熟練者のシュートフォームの動作分析 (Hudson, 1982, 1985; Miller and Bartlett, 1993; Button et al., 2003)、熟練者の知覚運動スキルの分析 (Vickers, 1996; Oudejans et al., 2002; de Oliveira et al., 2006)、熟練者のシュート動作に対する行動分析 (Gayton et al., 1989; Singer, 2000; Mack, 2001; Lonsdale and Tam, 2008)、熟練者の心理状態の分析 (Whitehead et al., 1996) などがある。

一方で、リバウンダーの主目的はリバウンドボールを確保することである。リバウンドスキルはシュートスキルと同様に競技者やコーチにとって非常に重要なスキルであるが、リバウンダーの優れたパフォーマンスを支える要因に対して、記述的に帰納的に捉える体系的な先行研究が非常に少ない。リバウンダーに求められるスキルを時系列的に記述すると、①シュートの結果やリバウンドボールの落下位置を予測するスキル、②リバウンドボールの落下位置に正確かつ迅速に移動するスキル、③リバウンドボールを確実に把持するスキルの3つに分類できる。①のスキルに関して Aglioti et al. (2008) は、時間的に遮蔽されたフリースローのビデオを観察させる課題を用いたところ、熟練選手は熟練観察者 (コーチやジャーナリストなど) や非熟練者に比べてより短い時間で正確にシュート成功もしくは失敗を予測していた

ことを明らかにした。彼らは、熟練選手が短時間で予測する手がかりとして、膝、手首、指の関節角度情報 (kinematic cue) を挙げているが、実際に熟練選手が関節角度情報に対して注目し予測を行っていたのかを検討していない。そこで研究代表者はシミュレーション環境下において、熟練リバウンダーの眼球運動を計測することにより熟練者の注視対象を明らかにし、注視活動と予測の手がかりとの関係を検討した (石橋ら, 2010)。その結果、熟練者はシューターがシュート動作に移る際に下半身に対して視線を配置し、シュート動作の後半にはボールがリリースされる空間に対して視線を先回りして移動させていた。加えて熟練者は、シュートパフォーマンスを効率的に評価するために、能動的に予測の手がかりとなる視覚情報領域に視線を配置させていた (Ishibashi et al., 2010)。これらの結果は、熟練者特有の選択的な視覚探索ストラテジーが、シュート結果の予測正確性を向上させる要因の一つであることを示している。

2. 研究の目的

これまで研究代表者は、熟練者の予測スキル①に関する研究に従事した。今後は前述のリバウンダーに求められるスキル②と③へと発展させ、ヒトの移動や把持といった熟練者の運動制御に関わるスキルについて、多人数同時計測し検討する。

本研究で明らかにする点を列記する。

- (1) フィールド環境下における多人数同時計測による実験的検討：秩序パラメータである運動の様子を分類可能な変数を特定する。またリバウンド行為と視覚環境の関係を明確にする
- (2) ゲーム分析：リバウンド行為を制御する変数を抽出し、モデル化する

3. 研究の方法

- (1) フィールド環境下におけるリバウンダーの視覚と運動制御の実験的検討
実際のバスケットボール競技で頻出する複数のプレイパターンを選択し、その環境下で多人数同時計測し、リバウンダーの運動の様子を定量的に検証した。さらにリバウンド行為遂行中における、被験者の眼球運動を計測することで、知覚と行為のカップリング (perception-action coupling) を実験的に検討し、リバウンド行為の理解を深めた。

被験者全員とボールの詳細な運動学変量 (位置、角度、速度、加速度など) を獲得するために、デジタルビデオ撮影した。リバウンダーとなる被験者には、非接触型眼球運動測定器を装着してもらい、眼球運

動データを獲得した。リバウンダーの眼球運動データから視覚探索活動を評価するために、注視活動にかかわる指標（注視回数、注視時間、注視対象数など）を算出した。注視状態の定義は、先行研究（福田ら，1996；加藤・福田，2002；Nagano et al.，2004）を参考に、眼球運動速度が 11 deg/s 以下の状態で 133 ms 以上視線が停留していた場合とした。また、被験者の視線移動パターンを評価するために frame by frame 分析を行い、区分けされた領域（シューター、ボール、リング、チームメイト、その他の選手など）に対する視線移動推移を記録した。実験環境とプレイパターンの一部を図 1 に示す。

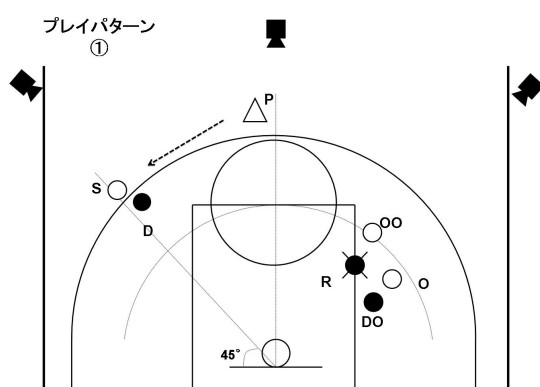


図 1 プレイパターン（一部）と実験環境

注) R: リバウンダー（被験者）、OO: リバウンダーがディフェンスするマークマン、S: シューター、D: シューターのディフェンス選手、O: オフェンス選手、DO: オフェンス選手をディフェンスする選手、P: パサー

(2) ゲーム分析によるリバウンド行為の制御パラメータと秩序パラメータの抽出

実際のゲーム中においてフリースローリバウンド行為が行われた場面に注目し、コート上におけるリバウンダーとボールの動きに基づいて、リバウンド行為を制御する変数を抽出した。そのために生態学的アプローチの観点に沿った、ダイナミカルシステム理論 (dynamical system theory) を適用した。この理論では、運動の質的变化（運動パターン）を時系列で表す秩序パラメータ (order parameter)、その質的变化に影響を及ぼす制御パラメータ (control parameter) という 2 つのパラメータで説明し、制御パラメータの連続的な変化によって秩序パラメータが変化し、マクロ的な観点による運動の相転移が突然出現するとされている（山本，2005）。

基礎データは、バスケットボール競技における大学体育会トップレベルのゲームをデジタルビデオ撮影し、三次元 DLT 法を用いて選手とボールのコート上における重心位置座標に基づいて指標化した。

4. 研究成果

(1) フィールド環境下におけるリバウンダーの視覚と運動制御の実験的検討

熟練者の注視活動は、複雑に変化する環境下（本実験では 3 つの異なるプレイパターン）による影響を受けなかった。被験者の内省によると、シューターのシュート動作とマークマンの動作により、ボックスアウトを開始すると報告している。つまり、リバウンド動作を開始する手がかりは、シューターのシュート動作とマークマンの動作であり、その手がかりを可能な限り時間的切迫のない状況で受容することが、素早いボックスアウトを可能にすると考えられる。

しかし熟練者の視線は、リバウンド動作を開始する手がかりが含まれるシューターではなく、シューターとマークマンの間の空間領域に配置している割合が多かった。熟練者は、視野中心にリバウンド動作を開始する手がかりが含まれるシューターではなく、視野周辺に捉えることが出来る空間（この場合はシューターとマークマンの間の空間領域）に視線を配置していた。加藤ら（2002）によると、熟練者は網膜の周辺部を使い、視野の中心部を漠然と見ることで動きや位置を捉えていると報告している。さらに、Williams and Elliott（1999）や Naito et al.（2004）は、熟練者が視線を固定し行為を組織化する、また注意を広げるための注視活動である視支点を活用していると報告している。これらの報告は環境が安定した状況下での報告であったが、本実験のように複雑に変化する環境下においても同様の視覚探索ストラテジーを用いていると考えられる。つまり、図 2 に示したような被験者の視線配置は、被験者が移動動作している際は、視線をある空間に固定することで行動を安定させていると考えられる。一方、身体が比較的安定している局面では、能動的に視線を様々な視覚探索領域に配置し、リバウンド動作を開始する手がかりや状況を把握するための情報を獲得しようとしていると考えられる。このような異なる行動局面に応じて、視覚探索活動を変化させることが、熟練者が素早いリバウンド動作を開始することを可能とする要因の一つであると示唆された。

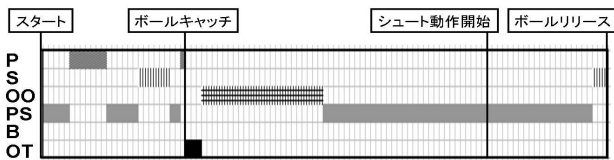


図2 熟練者の視線移動パターン例

注) スタート：パサーがシューターにパスを出した瞬間、P：パサー、S：シューター、OO：マークマン、PS：パサーとシューターの間の空間領域、B：ボール、OT：その他(瞬き等を含む)

(2) ゲーム分析によるリバウンド行為の制御パラメータと秩序パラメータの抽出

リバウンダーはリバウンドボールを獲得するという目的を達成するために、リバウンドボールを中心にリバウンド行為を行う。そのためボール中心を原点とする極座標系 (polar coordinate system) で説明可能な選手とボールの相対的な変数 (距離、速度など) が制御パラメータの候補として抽出した。秩序パラメータは、選手の運動を質的に示す、「歩く」・「走る」・「立つ」・「跳ぶ」・「手を伸ばす」などの運動の様子 (運動パターン) を抽出した。ヒトは自己の身体サイズだけではなく、運動能力も参照に行為を行っており (Konczak et al., 1992)、さらに運動スキル (兄井, 1998) にも敏感に知覚し行為に至っている。そこで選手の身体的特性 (身長、体重、手の長さ、垂直跳びなど)、選手の役割 (ポジション)、チーム間、攻撃権の所持などの秩序パラメータに影響を与える要因を詳細な項目として分析場面を分類した。

秩序パラメータの特定には、熟練選手、熟練コーチ、申請者の主観で判断した。判断基準は三者の主観に基づく二件法による評定であり、トライアングレーション (triangulation) 法を採用することで内的妥当性を高めた。様々な競技レベルのゲームを追加分析し、秩序パラメータに影響を与える要因をデータベース化することが出来た。今後は、多様なゲームデータの蓄積することにより、概念モデルの妥当性を検証することが課題である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- ① 石橋 千征、加藤 貴昭、永野 智久、仰木 裕嗣、佐々木 三男、バスケットボール戦術下でのリバウンド行為中にお

ける熟練者の視覚探索活動、スポーツ産業学研究、査読有、23 (1)、2013、45-53

- ② Yukimasa Ishibashi, Takaaki Kato, Tomohisa Nagano, Yuji Ohgi, Mitsuo Sasaki, Eye-Head coordination while rebounding the basketball under 3-on-3 situations, Journal of Sport & Exercise Psychology, 査読有, 34, 2012, S92

[学会発表] (計1件)

- ① Yukimasa Ishibashi, Takaaki Kato, Tomohisa Nagano, Yuji Ohgi, Mitsuo Sasaki, Eye-Head coordination while rebounding the basketball under 3-on-3 situations, 2012 Annual Conference of the North America Society for the Psychology of Sport and Physical Activity, 査読有, 2012年6月, Hilton Hotel, Honolulu, Hawaii, USA

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石橋 千征 (ISHIBASHI, Yukimasa)

名桜大学・人間健康学部スポーツ健康学科・准教授

研究者番号：30609962