

令和元年6月14日現在

機関番号：34310

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16543

研究課題名(和文) サッカーゴールキーパーのダイビング動作分析からみるパフォーマンス向上の要素の解明

研究課題名(英文) The study of elements for performance improvement by analysis of soccer goalkeeper's diving motion

研究代表者

松倉 啓太 (Matsukura, Keita)

同志社大学・スポーツ健康科学部・助教

研究者番号：80648676

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はサッカーのゴールキーパーにおけるダイビング動作を対象に、地面反力の違いに伴う下肢関節のトルク発揮を分析した。その結果、ボールの反対側脚(シュートが右側に来た際：左脚)では地面反力の大きさを調節し、ボール側の脚(同：右脚)では大きさだけでなく、力発揮の方向も調整していることが分かった。

また、至近距離からのシュートに対して、ゴールキーパーはボール側の脚を最初の位置よりも内側に接地して踏み切ることによって、踏切に要する時間を短縮することを可能にしている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ゴールキーパー(GK)のダイビング動作はボール方向への体幹の傾きを伴う三次元的な動作であり、関節トルクが身体に対して作用を与える方向が、姿勢によって大きく変化するため、これまで研究されている跳躍動作と大きく異なるといえる。また、ダイビング動作は、シュートが放たれる場所の違いによって異なる動作となる。

本研究ではそのダイビング動作のメカニズムを、世界に先駆けて分析、考察した。さらに実際にトップレベルのGKが試合において発揮しているパフォーマンスを分析し、どのような位置におけるシュートに対して、本研究結果を対応させるべきかを示した。

これらの点が本研究全体を通しての特色・独創的な点と考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this study was to evaluate the effects of distance and height on lower limb kinetics and body ground force reaction force (GRF) during a forward diving motion of soccer goalkeepers (GKs).

As a result, Significant effects of both dive distance and ball height were identified based on the magnitude and orientation of the GRF vector for the ball-side leg (BS leg, when shoot comes GK's right side: right side leg) and on the magnitude of the GRF vector for the contralateral-side leg (CS leg, when shoot comes GK's right side: left side leg).

In addition, for the shoot from close range, the goalkeeper makes it possible to shorten the time required for takeoff from the ground by putting the BS leg on the inner side than the initial position.

研究分野：サッカー、特にゴールキーパーを中心としたコーチングやトレーニングに関する分野

キーワード：サッカー ゴールキーパー ダイビング動作 動作分析 地面反力 関節トルク

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

これまで GK のダイビング動作について、Matsukura and Asai (2013), Knoop et al. (2013) によって、シュートコースを認識した後、ゴールの両端まで移動しボールに到達するまでの時間は成人した選手であれば 1.3 秒程度であることを報告されている。すなわちダイビング動作は短時間での跳躍を含む高強度運動であり、ゲームの最終的な結果を左右しうる重要なプレーであると考えられる。ダイビング動作のバイオメカニクス的研究では、飛翔してくるボールのコースや距離に応じて異なる動きとなり (Graham-Smith & Lees, 1999), 効果的なダイビング動作を行うためには、重心の移動速度をより高めること (Suzuki et al., 1988), 重心をボールへより直線的に向かわせること (Suzuki et al., 1988; Spratford et al., 2009; Elleray, 2013) が重要であると報告している。また、ダイビングでは左右どちらのシュートにも対応することが求められるにも関わらず、苦手なサイドでは、ダイビング動作序盤において、骨盤と胸部の外旋がよりみられたこと、膝関節の伸展トルクが大きく、足関節の伸展トルクは小さいこと、得意なサイドよりも余計に重心移動を行っていたことが報告されている (Spratford et al., 2009)。これらの先行研究の結果は、優れたダイビングにおいては、適した部位において大きな関節トルクの発揮によって、より大きく、かつ正しい方向に重心が移動するように地面反力を発揮することが重要であることを示している。

しかしながら、距離や高さの異なるシュートに対して、それら地面反力や下肢の関節トルクがそれぞれの脚において、いかに発揮されているのかというメカニズムは科学的に示されていない。これらを解明することは GK のトレーニングやパフォーマンスの分析において大きく貢献すると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、サッカーにおけるゴールキーパー (GK) のダイビング動作を対象に、

(1) ボールの高さ・距離の違いに伴う、地面反力と下肢の関節トルク、関節角速度、重心移動、関節角度を比較検討し、ダイビング技術の力発揮メカニズムを分析する。

(2) また、多くの実験設定で見られる静止球へのダイビングへの動作と、実際の試合で見られる飛来してくるボールへのダイビング動作の違いを明らかにすることで、競技場面、及び GK 初心者への導入段階におけるコーチングへの示唆を得る。

(3) さらに、より早く、より遠くへ跳躍するためのダイビング動作技術を獲得するために必要な要素を抽出する。

以上の3つのサブテーマを統合して、青少年代の GK の競技レベルの向上、ならびに指導メソッドの発展に貢献することを目的とする。

3. 研究の方法

サブテーマ (1) に関して

ボールまでの距離を近距離と遠距離の2パタン、高さを上、中、下の3パタンの合計6パタンのボールの位置に予め配置したボール、ならびにキックマシーンより放たれたボールへ GK が向かう際のダイビング動作を分析した。被験者は大学サッカー部に所属するゴールキーパー11名であった。測定では、近距離の試技では矢状面がボールから 1.83m 離れた位置、遠距離の試技では矢状面がボールから 3.50m 離れた位置に構えた後、ボールへとダイビングした。設置したボールの高さは、上のボールについては、地上から 2.2m、中のボールについては、地上から 1.22m になるようにセットした。高さが下のボールについては、地面に敷いた安全マット上に、ボールを設置した。それぞれのダイビング動作を三次元自動動作分析装置 VICON (Oxford Metrix 社製) を用いて計測した。また、2台のフォースプラットフォーム (9281A, Kistler 社; 9287B, Kistler 社) を設置し、ダイビング動作中の両脚に作用する地面反力を計測した。本サブテーマの結果の一部は、(松倉・浅井, 2013, Matsukura et al, 2014, 松倉・浅井, 2015) 発表されているが、それらをまとめたものを国際論文として発表する。

サブテーマ (2) (3) に関して

本サブテーマでは当初の予定と変更し、下記の2つの設定の下、ゴール中央の 9.15m 離れた位置から「Eurogoal1500」(図1) というキックマシーンを使用し、放出されたボールへ GK が向かう際のダイビング動作を分析した。

設定 放出されたボールの高さと速度を均一になるようにし、GK からボールまでの距離を近・中・遠距離の3パタン (平均 1.74m, 2.10m, 2.51m) に設定。

設定 放出されたボールの速度と GK からボールまでの距離を均一になるようにし、ボールの高さを上、中、下の3パタン (1.8m, 1.1m, 0.5m) に設定。

設定 放出されたボールの高さと GK からボールまでの距離を均一になるようにし、ボールの速度を低中高の3パタン (18.3m/s, 21.7m/s, 24.8m/s) に設定。

これら設定 ~ におけるダイビング動作を三次元動作分析装置 VICON 20 台を使用し撮影した。さらに GK の踏切位置には地面反力計 2 台を設置し、両脚によって発揮された地面反力を測定した。今後それらデータより重心移動、地面反力、下肢関節トルクの推移に関する分析を進め、シュートパタン別の下肢の力発揮特性を総括する。

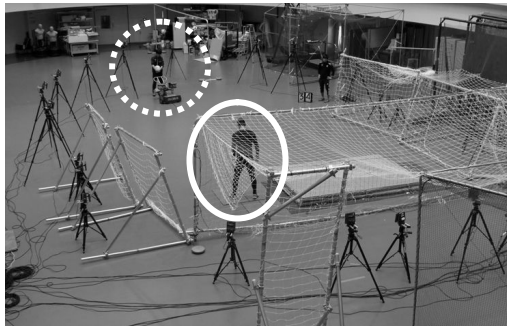


図 1：実験時の様子（サブプロジェクト 2）
 左図：破線丸印の位置からキックマシンによって放たれたボールに対して、GK は実線丸印の位置からダイビングを行う。
 右下図：使用したキックマシン（Eurogoal1500）

4. 研究成果

サブテーマ（1）について、ゴールキーパーにおけるダイビング動作においては、ボールの反対側脚（シュートが右側に来た際：左脚）では地面反力の大きさを調節し、ボール側の脚（同：右側）では大きさだけでなく、力発揮の方向も調整していることが分かった。また、ゴールキーパーからボールまでの距離が近く、ステップを入れずに踏み切る場合は股関節の伸展トルクパワーが大きく働いていた。またボールまでの距離が遠く、ステップを入れてから踏み切る場合では、足関節の伸展トルクパワーが近い場合よりも大きく発揮されていた。さらに、足関節においては、高いボールにおいて、負の関節トルクパワーを発揮することによって、水平方向の重心速度から鉛直方向への重心速度への転換が行われていることが分かった。このようなダイビング動作時における、シュートコースに応じた下肢の力発揮の特徴を明らかにしたのは、本研究が初めてである。これら結果は、選手や指導者がトレーニング・試合におけるプレーの分析や、トレーニングの目標設定において大いに貢献すると考えられる。

なお、本結果に関しては、現在『Science and Medicine in Football』という国際誌に投稿をし、二度にわたる査読と修正の過程を経ている段階である。

サブテーマ（2）について、至近距離からのシュートに対して、ゴールキーパーはボール側の脚を最初の位置よりも内側に接地して踏み切ることで、踏切に要する時間を短縮することを可能にしていた。その結果、サブテーマ（1）において対象としていた動作と比較して、ボール方向への重心移動は少ないものの、踏切に要する時間が短縮されたことが確認された。その際の地面反力の発揮方向を着目すると、ボール側の脚においては、ほぼ同一方向に地面反力が発揮されており（図 3）、このことが踏切に要する時間を短縮させることに貢献していたと考えられる。

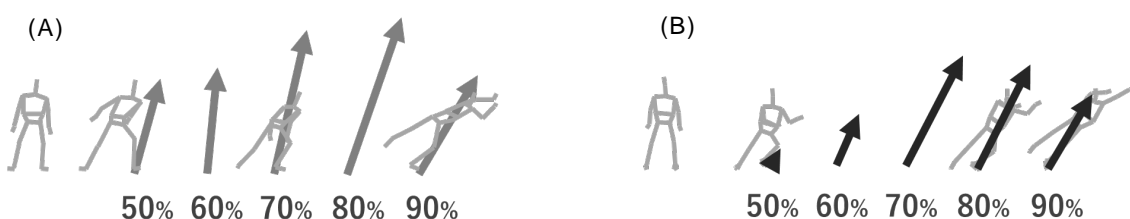


図 2 ダイビング時のボール側脚の踏み出し方の違いに伴う地面反力発揮方向の違い。
 (A) はこれまでの申請者の研究において、ボール側の脚を構えた位置より外側に踏み出した場合、(B) は本実験で内側に踏み出した場合のデータである。スティックピクチャー下部の数字はダイビング動作全体を 100% に正規化した際の値である。(B) の方が地面反力の値は小さいが、早い段階から同じ方向に地面反力が発揮されていることがわかる。

サブテーマの補助的な情報として、当初の予定には無かったが、トップレベルのプレーヤーがゲームにおいてどのようにダイビングを行っているのかを検討した。標本は、2018FIFA ワールドカップロシア大会全 64 試合における、全シュート 1617 本からペナルティキックならびに直接フリーキックによって放たれたシュート、GK 以外の選手がブロックしたシュート、ゴール枠外に放たれたシュートを除いた 416 本のシュートとした。これらを被枠内シュートとし、標本とした被枠内シュートは、それぞれ独立であると仮定し統計処理を行った。シュートの放たれた位置をゴールまでの距離と角度から、6 つのエリアに分類し、シュートに対する防御行動（最終的にボールに触れる際の動き）、防御行動前のステップの種類をエリアごとに抽出した。

トップレベルのプレーヤーの試合において、得点になったシーンにおける GK の防御行動をみると、ダイビング時における失点が多く見られた。これはゴールシーンにおいては GK の届かない位置にシュートが飛んできていることが多いため、必然といえる。そこでシュートの放たれた位置によって、どのようなステップからダイビングを行うケースが多かったのかを 416 シーンの内、ダイビング動作が確認された 150 シーンを検証したところ、() 近い距離かつ正面のエリアから放たれたシュートに対してはステップをせずに踏み切ってダイビングを行うケースが有意に多かった。() 近い距離で角度がある場合はボール側の脚を構えた位置の内側に着いてダイビングを行っていた。() 距離があって角度がある場合は、ステップの後に踏み切ってダイビングを行うケースが有意に多かった。これらトッププレーヤーのプレーの傾向を鑑みると、サブテーマ(1),(2)の結果について、サブテーマ(1)の結果は、()の結果と対応させて、またサブテーマ(2)の結果は、()の結果と対応させて実践面へ反映させることが効果的であると考え。

< 引用文献 >

Matsukura K, Asai T. 2013. Area covered by diving actions performed by male college soccer goalkeepers. Paper presented at Science and Football VII: The Proceedings of the Seventh World Congress on Science and Football.

Knoop M, Fernandez-Fernandez J, Ferrauti A. 2013. Evaluation of a specific reaction and action speed test for the soccer goalkeeper. J Str Cond Res. 27(8):2141–2148.

Graham-Smith P, Lees A, Richardson D. 1999. Analysis of technique of goalkeepers during the penalty kick. J Sport Sci. 17(11):905–929.

Suzuki S, Togari H, Isokawa M, Ohashi J, Ohgushi T. 1987. Analysis of the goalkeeper's diving motion. Paper presented at Science and Football: Proceedings of the First World Congress of Science and Football Liverpool.

Spratford W, Mellifont R, Burkett B. 2009. The influence of dive direction on the movement characteristics for elite football goalkeepers. Sport Biomech. 8(3):235–244.

Elleray A. 2013. Scientific Approaches to Goalkeeping in Football. A Practical Perspective on the Most Unique Position in Sport p.87. Birmingham (UK). Bennion Kearny Limited.

5 . 主な発表論文等

[学会発表](計2件)

松倉 啓太, サッカーゴールキーパーの相手シュート位置に応じた, シュート防御動作の特性(口頭発表), 日本フットボール学会 16th Congress, 2018.12

Matsukura Keita ; Naoki Numazu; Kimachi Kaoru ; Hong Sungchan; Asai Takeshi, Characteristics of lower limb force exertion during diving motions by collegiate male soccer goalkeepers (oral presentation), World conference on science & soccer-WCSS2017 Rennes 2017.6

6 . 研究組織

(1)研究分担者

特になし

(2)研究協力者

研究協力者氏名：浅井 武

ローマ字氏名：(Asai , takeshi)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。