

ハンドボールのペナルティスローにおけるゴールキーパーの視線移動戦略 - 熟練者と未経験者のシュートコース予測の差異分析 -

243426030 平田 泰士
川澄研究室

1. 背景

サッカーやハンドボールのようなゴールキーパー (GK) が存在する球技において、GK のセービング能力は試合の勝敗を大きく分ける。特にサッカーのペナルティキックやハンドボールのペナルティスロー (PT) はボールがシューターの手を離れてから GK がセービング動作を開始しても間に合わない。そのため GK がセービング率をあげるには、予めシュートコースを予測し、ボールがシューターの手を離れる前に動作を開始する必要がある。こうした GK のシュートコース予測能力には個人差が存在し、その能力を上げることが技能上達において主要な課題となっている。GK のシュートコース予測は、主に視覚情報に基づいていて、その個人差は、視覚情報の受容過程とその処理過程に由来するものと考えられる。前者は特に、シューターのシュート動作を“どのように見るか”ということに関わっており、眼球運動がその質を決定する。しかし現状では、科学的根拠に基づいて予測能力を向上させる眼球運動の訓練法は存在しない。

2. 経緯と目的

本研究では、ハンドボール GK のシュートコース予測能力に影響を与える視覚情報受容能力を GK 熟練者と未経験者、サッカー熟練者との差異から明らかにし、今後のシュートコース予測能力訓練法の開発に繋げることを目指す。Cocic らは、ハンドボールの GK 視点からのシュート映像を止めるタイミングを変えて被験者に呈示し、シュートコースを予測させ、GK 熟練者と初心者間で正答率を比較した[1]。また、Loffing らは、GK の視線を計測し、注視回数や注視時間、水平・垂直偏差の経時変化などを調べることで、右利きと左利きのシューターに対する予測精度を比較した[2]。しかしながらこの研究では、視線移動の回数のみを評価しており、その他の詳細な眼球運動特性を評価していない。本修士論文では、GK 熟練者と未経験者、ならびにサッカー熟練者を被験者に、映像停止タイミングを変えたシュート映像を用いてコース予測課題に回答させると同時に眼球運動を計測し、正答率と注視点、眼球運動特性について被験者グループ別に比較した。

本研究は、名城大学「人を対象とする研究に関する倫理審査委員会」において、「人を対象とする研究に関する倫理指針」に基づき、研究の実施計画等の適否に関する審査を受け、承認を得た上で実施した。

3. 方法

被験者として協力を得たのは、名城大学体育会ハンドボール部の GK 熟練者 5 人 (GK 経験 5 年以上) と、PT の動きを知っている GK 未経験者 48 人、タイ王国のサッカー 3 部リーグに所属するプロサッカー選手 (サッカー熟練者) 12 人であった。ハンドボール GK 熟練者にみられる視線戦

略が競技特有のものであるかを検証するため、今回は対象にサッカー選手を含めた。サッカーは GK を有するゴール型競技で、ハンドボールと同様にシューターがボールを蹴る前にコースを予測する必要がある。

シュート映像は、実際のハンドボールコートにおいて、GK が立つ位置の視点の高さにカメラ (iPhone14pro max, 240 fps) を固定して撮影した (図 1)。3 名のシューターが 4 コース (ゴール右上・右下・左上・左下) に 2 回ずつシュートし、計 24 シーンを準備した。撮影した映像は、ボールがシューターの頭後 (Phase 1)、頭横 (Phase 2)、ボールリリース直前 (Phase 3) の 3 つの異なるタイミングで遮断し (図 2)、合計 72 (24×3) の実験刺激を作成した。シューターは全員右利きの PT を普段から行うハンドボール選手である。60 fps の映像を実験刺激とし、被験者には視野角横 12.3 deg、縦 7.7 deg の大きさでディスプレイ上に呈示した。被験者は映像を実験時に初めて観察した。

実験は、シュート映像終了直後にコースを予測して回答する課題と、課題遂行中の視線移動計測から成る。練習映像を使って課題に十分に慣れさせた後、72 本の映像をランダムに呈示し、シュートコースを 4 択 (ゴール右上・右下・左上・左下) で回答させた。映像提示前 3 秒間はディスプレイ中央の固視点 (シューターの顔が提示位置) を注視させ、映像終了後は黒い画面を呈示した (図 3)。実験全体を通じて瞬きを控えるよう指示した。72 本のシュート映像に対する回答には、平均 8 分程度を要した。

被験者は、視線および眼球運動を計測するために両眼眼球運動計測装置 (EyeSeeCam, EyeSeeTech 社製) を装着し、暗室内で GK が実際の PT 時に対峙する投手と同じサイズになるように前方正面 74 cm の位置に設置したディスプレイ (FlexScan EV2456, EIZO 社製, 24.1 インチ, 解像度 1920 × 1200) にシュート映像を呈示した。眼球運動は、両眼の 2 次元回転角 (Yaw と Pitch) をサンプリング周波数 256 Hz で計測した。また、眼球運動データと映像呈示タイミングの同期をとるために、EyeSeeCam のシーンカメラ映像を 220 fps で記録した。

4. 結果

4.1 予測コース正答率

図 4 に各条件における被験者グループ別の平均正答率を示す。いずれの条件においても、GK 熟練者、サッカー熟練者、未経験者の順に正答率が高い傾向が認められた。分散分析および多重比較の結果、Phase 2 では熟練者とサッカー熟練者間、ならびに熟練者と未経験者間で有意な差が認められた ($p < .05$)。Phase 3 においても、熟練者と未経験者間に有意差が確認された。さらに、Phase 1 と Phase 2 の比較では、熟練者およびサッカー熟練者において有意な差が認められた。各群の変化傾向として、熟練者では Phase 2 および Phase 3 の両段階で正答率の上昇がみられた。一方、サッカー熟練者および未経験者では Phase 2 にお

る上昇は認められず、Phase3においてのみ正答率の上昇が確認された。なお、すべての被験者グループにおいて、Phase1の正答率はチャンスレベル（25%）を上回った。

4.2 視線の軌跡

図5には、熟練者、未経験者、およびサッカー熟練者各1名の72本の映像呈示中における視線軌跡を示した。横軸および縦軸はそれぞれ水平方向・垂直方向の回転角（度）を表し、ヒストグラムは各座標における注視回数を示している。原点付近の分布が高密度であるのは、映像呈示前に固視点を注視していたためである。分布範囲に注目すると、各群で異なる視線移動傾向が確認された。熟練者では、視線分布が水平方向に広く、特に画面左下方方向へ広がる傾向がみられた。これに対して未経験者では、固視点よりも高い位置にまで分布が広がり、ボールを中心とした上方領域を注視する傾向が認められた。これはシューターがボールを振りかぶる瞬間に、ボール追従によって視線が上方に移動したことを反映していると考えられる。一方サッカー熟練者では、GK熟練者と同様に水平方向の分布が広いものの、分布は画面左下方方向ではなく原点を中心に左右方向へ広がっていた。これは、動画前半においてシューターの顔付近に視線を固定し、振りかぶる瞬間にボールを追従したことによるものと考えられる。

これらの結果から、ハンドボール熟練者の視線戦略は、ボールの運動情報よりもシューター全体の動作情報を優先していると考えられる。ハンドボールのペナルティスローでは、シューターがボールを放すタイミングを自由に決定できるのに対し、サッカーのペナルティキックでは、ボールと足の接触タイミングが固定されている。そのため、競技特性の違いがボールへの注視傾向に影響を及ぼしている可能性がある。

5. まとめと今後

ハンドボール GK 熟練者、未経験者、サッカー熟練者の視線行動を比較し、経験や競技特性がシュート予測時の視線戦略に与える影響を検討した結果、GK 熟練者はボールを直接追う時間が短くシューター全体を捉えるような視線分布を示す一方で、未経験者およびサッカー熟練者はボール追従を優先する傾向が確認された。GK 熟練者はシューター全体の身体運動情報（肩・腕の動きや体幹の傾きなど）を統合的に利用し、動作全体からリリースタイミングを推定していると考えられる。今後の課題は、注意を向けている部位や詳細な眼球運動とそのタイミングなどを特定することである。

謝辞

実験に参加いただいた名城大学および Rajamangala University of Tech. Thanyaburi (タイ) の学生、Customs United FC (タイ) の選手の皆様に感謝の意を表す。なお、本研究は JASSO 海外留学支援制度（協定派遣）HTB2530501202 の助成金を受けて実施した。

参考文献

[1] Dijana Cocić, et al : Reading the Future from Body Movements – Anticipation in Handball, Journal of Motor Behavior, 53(4), pp. 483-498(2020).

[2] Florian Loffting, et al.: Accuracy of Outcome Anticipation, But Not Gaze Behavior, Differs Against Left- and Right-Handed Penalties in Team- Handball Goalkeeping, Frontiers in Psychology, Sec. Movement Science, 6 (2015).

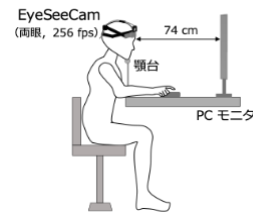


図1 実験環境

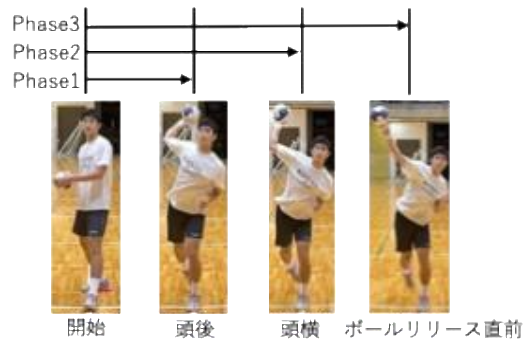


図2 遮断のタイミングを変えたシュート映像3種類



図3 実験刺激の呈示手続き

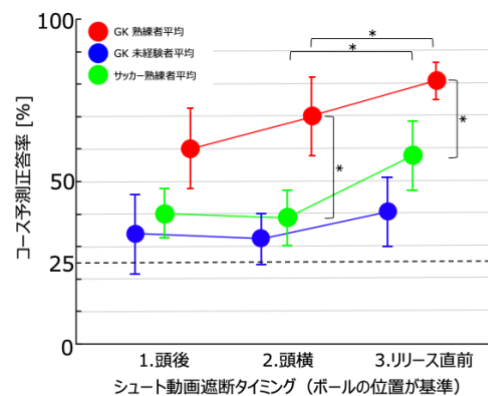


図4 被験者グループ別のコース予測正答率

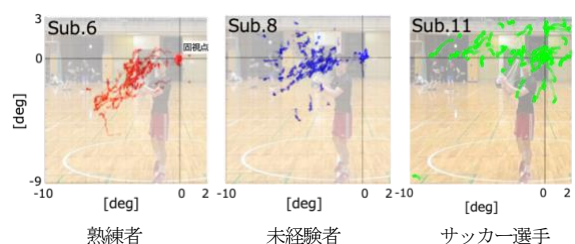


図5 被験者グループ別の視線位置例