

サッカー選手の認知プロセスにおける熟達度に関連した違い 眼球運動と言語報告からの検討

夏原 隆之^{*1}, 中山 雅雄^{*2}, 加藤 貴昭^{*3}, 永野 智久^{*4}

佐々木 亮太^{*1}, 吉田 拓矢^{*1}, 赤野祥朗^{*5}, 浅井 武^{*6}

Proficiency-Related Differences in Soccer Players' Cognitive Processes From the Perspective of Eye Movement and Verbal Report

Takayuki NATSUHARA^{*1}, Masao NAKAYAMA, Takaaki KATO, Tomohisa NAGANO,

Ryota SASAKI, Takuya YOSHIDA, Yoshiroh AKANO, Takeshi ASAI

^{*1} Doctoral Program of Tsukuba Univ., Inst. of Health and Sport Sciences
Tennodai 1-1-1, Tsukuba city, Ibaraki, 305-8574 Japan

The aim of this study was to examine the cognitive processes that underpin the performance of soccer players on the basis of the perception-action cycle. Decision making tasks were undertaken involving 16 soccer players with different proficiency levels. We combined an eye movement measurement with a verbal report to identify in detail the cognitive processes during the task. Subjects attached an eye movement measurement device to themselves to measure their eye movements during this task. After each sequence, subjects were interviewed regarding “the choice the pass” and “about the recognition of the situation”. Results indicated that expert players were able to pass to the intended place more precisely than the sub-expert players. Expert players fixated on more objects for a shorter duration. Moreover, expert players fixated on an important place for a long time before passing the ball. Additionally, expert players generated substantial high quality information about the recognition of the situation. Overall, the study suggested that expert players employed more exploratory strategies than sub-expert players, such as fixating longer on an important place and identifying in the situation.

Key Words : Perceptual Cognitive Expertise, Perception-Action Cycle, Visual Search Behaviors, verbal report

1. 緒 言

これまで、スポーツの視覚探索に関する研究では、予測や意思決定の手掛かりとして何に注視していたのかを明らかにしてきたが、その一方で、それらの情報をどのように捉えているのかについては十分に検討されてこなかった。また、効率的な視覚探索方略の使用は領域特有の知識によるものだと考えられているが、その実態について定量的な検討を試みた研究はほとんどみられない。

そこで本研究では、実際の運動行為を伴った状況において眼球運動の測定と言語報告の双方から、プレーヤーがプレー状況に対して何をどのように捉えているのかといった認知プロセスについて検討することを目的とした。

^{*1} 筑波大学大学院人間総合科学研究科 (〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1)

^{*2} 筑波大学 体育系

^{*3} 慶應義塾大学 環境情報学部

^{*4} 慶應義塾大学 総合政策学部

^{*5} 筑波大学大学院人間総合科学研究科博士前期課程

^{*6} 正員, 筑波大学 体育系

E-mail: s1130504@u.tsukuba.ac.jp

2. 方 法

2・1 被験者

T大学サッカー部の選手の中から、1st チームあるいは2nd チームに所属している選手8名を選出し Expert 群(以下, Expert) とした. Expert 群の平均年齢は 19.9 ± 1.1 歳, 平均競技年数は 13.1 ± 1.8 年であった. T大学サッカー部の選手の中から、5th チームに所属している選手8名を選出し Sub-expert 群とした(以下, Sub-expert). Sub-expert 群の平均年齢は 20.0 ± 0.5 歳, 平均競技年数は 12.8 ± 1.1 年であった.

2・2 意思決定テスト

スクリーンに映像を提示し、数秒後にボールが射出され、射出されたボールが被験者のところに到達すると同時に映像が遮蔽される。被験者には、提示された攻撃プレー場面を視聴しながら、被験者の左斜め前方のボール射出マシン(スナガ開発社製、3ローターマシン SSK-03)から射出されたボールをスクリーン上の最も良いと思われる味方に1タッチでパスすることが要求され、このテスト中の眼球運動が計測された。計測に使用した機器は、野球帽型の小型・軽量眼球運動計測装置(ナックイメージテクノロジー社製、EMR-8b)(以下、EMR-8b)で、計測データはデジタルビデオカメラ(キャノン社製、iVIS HV30)によって記録された。計測は右目の単眼に対してサンプリングレート 30Hz で行われた。ボールの射出位置から被験者までの距離は 12m, ボールの投射速度は 6m/s であった。

2・3 手続き

被験者はスクリーンから 5m 離れたところにスクリーンと正対するように位置した。意思決定テストの練習試行を 10 回行った後、EMR-8b を装着しキャリブレーションを確認し本試行を行った。本試行では、15 種類の異なる攻撃プレー場面の映像がランダムに各 2 回ずつ計 30 回提示された。被験者は毎試行終了直後に、パスの選択と状況の認知に関するインタビューに答えた。

2・4 従属変数と分析方法

2・4・1 意思決定テスト

インタビューデータにおけるパス選択についての回答と各試行におけるパス行為の結果から、パス選択とパス行為の一致率を算出し Mann-Whitney の U 検定を行った。統計分析における有意水準は 5%未満とした。

2・4・2 視覚探索活動

視覚探索活動を評価するために、被験者の眼球運動データから、探索率(注視数, 1回注視あたりの注視時間)、視線注視割合を算出し、Mann-Whitney の U 検定を行った。本研究では、注視状態の定義として、先行研究⁽³⁾を参考に、ある視対象に対して 133ms (4 frames) 以上視線が停留していた場合とした。視線配置割合については、先行研究⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾を参考に、味方攻撃者 (A), 相手守備者 (D), 相手守備者にマークされている味方攻撃者 (A/D), 最善の選択肢として選んだ味方攻撃者 (BCP), オープンスペース (OS), クローズスペース (CS), ゴール (G), ボールとその周辺エリア (B-AS), その他 (O) の 9 カテゴリーを作成し、各カテゴリーに対する視線移動推移を評価した。さらに、視線配置割合については、意思決定テストにおいて、映像が提示されてからボールが射出されるまでをフェーズ 1, ボールが射出されてから被験者のところに到達するまでをフェーズ 2 として、フェーズごとに算出した。統計分析における有意水準は 5%未満とした。

2・4・3 言語報告

プレー状況の認知に関する知識を定量的に評価するために、被験者の言語報告データから条件概念 (condition concepts) を作成した。条件概念とは、プレー状況の把握に関する情報の単位である。夏原ら⁽⁷⁾の方法を用いて、条件概念の総数、多様性、精緻性について Mann-Whitney の U 検定を行った。統計分析における有意水準は 5% 未満とした。

3. 結 果

3・1 パス選択とパス行為の一致率

Mann-Whitney の U 検定を行った結果、意思決定テストにおけるパス選択とパス行為の一致率に有意差が認められた ($p<.001$)。図 1 は意思決定テストにおける各群の平均一致率を示したグラフである。

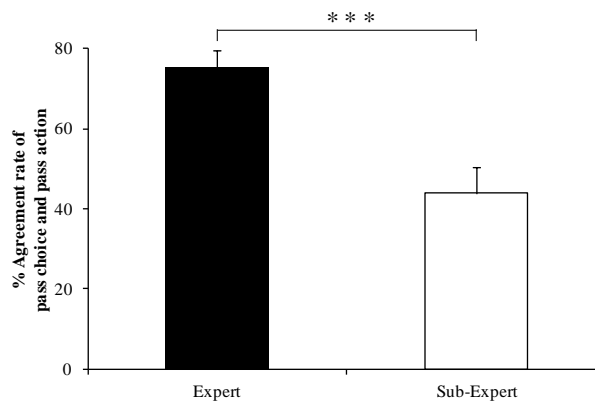


Figure 1. Mean percentage of the agreement rate of pass choice and pass action in experts and sub-experts. Bars indicate standard deviation.

*** $p<.001$

3・2 視覚探索活動

3・2・1 探索率

Mann-Whitney の U 検定を行った結果、注視数 ($p<.01$) と 1 回注視あたりの注視時間 ($p<.001$) にそれぞれ有意差が認められた。 ($p<.01$)。各群の 1 試行あたりの探索率の違いを表 1 に示した。

Table 1. Differences in search rate per trial of experts and sub-experts

	Expert		Sub-Expert		U	Z	p
	Means±SD	Mean rank	Means±SD	Mean rank			
No. Fixation	12.3±4.0	257.46	11.5±4.2	223.54	24729.5	0.16	<.01 **
Mean Fixation Duration (ms)	439.2±96.8	220.06	481.2±156.8	260.94	23894.0	3.23	<.001 ***

** $p<.01$ *** $p<.001$

3・2・2 視線配置割合

それぞれのフェーズにおける各カテゴリに対して Mann-Whitney の U 検定を行った。その結果、フェーズ 1 においては、味方攻撃者 ($p<.05$)、相手守備者 ($p<.05$)、大きなスペース ($p<.001$)、ボールとその周辺エリア ($p<.001$)、その他 ($p<.05$) に対して有意差が認められた。フェーズ 2 においては、味方攻撃者 ($p<.01$)、最善の選択肢とし

て選んだ味方攻撃者 ($p<.001$), オープンスペース ($p<.01$), その他 ($p<.001$) について有意差が認められた。それぞれのフェーズにおいて各カテゴリーに対する各群の平均視線配置割合を図4および図5に示した。

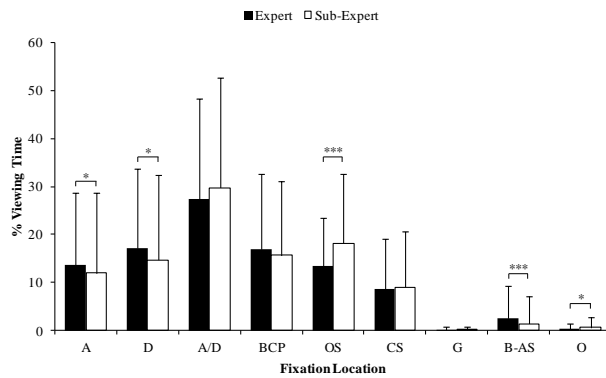


Figure 4. Mean Percentage time spent viewing each fixation location of experts and sub-experts in the phase 1. Bars indicate standard deviation. Fixation locations are abbreviated attacker (A), defender (D), attacker closely marked by a defender (A/D), best choice player (BCP), open space (OS), close space (CS), goal (G), ball and around space (B-AS), others (O).

* $p<.05$, *** $p<.001$

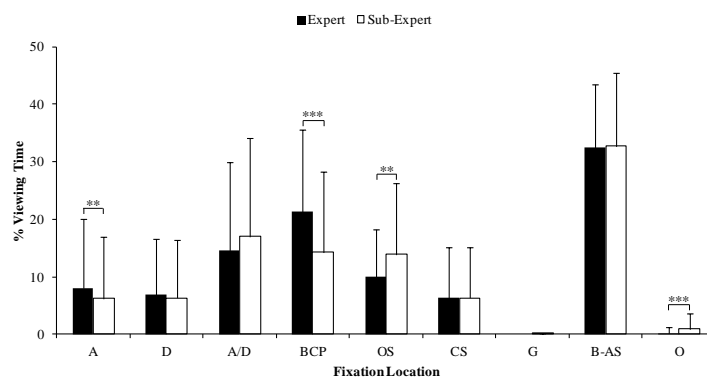


Figure 5. Mean Percentage time spent viewing each fixation location of experts and sub-experts in the phase 2. Bars indicate standard deviation. Fixation locations are abbreviated attacker (A), defender (D), attacker closely marked by a defender (A/D), best choice player (BCP), open space (OS), close space (CS), goal (G), ball and around space (B-AS), others (O).

** $p<.01$, *** $p<.001$

3・3 言語報告

Mann-Whitney の U 検定を行った結果、条件概念の総数、多様性、精緻性の全てにおいて有意差が認められた ($p<.001$)。表2は、条件概念における知識の総数、多様性、精緻性に関する平均コメント数を示したものである。

Table 2. Differences in number of comments of condition concepts in experts and sub-experts.

	Expert		Sub-Expert		U	Z	p
	Means±SD	Mean rank	Means±SD	Mean rank			
Total	2.4±1.1	266.28	2.0±1.0	214.72	22612.00	4.25	<.001***
Variety	2.1±1.0	265.35	1.8±0.8	215.65	22835.00	4.17	<.001***
Quality	2.4±0.5	266.05	2.0±0.5	214.95	22669.00	4.21	<.001***

*** $p<.001$

4. 考 察

意思決定テストの結果から、Expert のほうがより正確に狙ったところにパスできていた。テスト時の視覚探索活動では、Expert は Sub-expert に比べて、短い注視時間で多くの対象に注視する探索率の高い視覚探索方略であり、先行研究⁽⁸⁾と同様の結果であった。また、Expert は、フェーズ1においてボールや味方攻撃者、相手守備者に対して視線を向け、フェーズ2では、味方攻撃者と最善の選択として選んだ味方攻撃者に視線を向けていた。特に、フェーズ2において、Expert が最善の選択として選んだ味方攻撃者に対して長く視線を向けており、Sub-expert と比べて約7%の差がある。運動行為の前に狙ったターゲットに対して長く視線を停留させることは、パフォーマンスの成功に重要な役割を果たしていることが報告されている⁽⁹⁾。したがって、Expert がフェーズ2において、最善の選択として選んだ味方攻撃者に長く視線を向けることはパフォーマンスの成功のために非常に重要な方略であり、Expert がより適切な視覚探索方略を用いていることを示唆した。

言語報告については、条件概念の総数、多様性、精緻性の全てにおいて熟練度による違いが示された。これらの結果から、認知過程において双方は密接に関連しており、相互の機能的な働きによって、プレー状況をより詳細に捉えることを可能にしていると考えられる。これらの結果をもとに、プレーヤーの知覚認知スキルを向上させるためのトレーニング法の開発が今後の課題である。

5. ま と め

本研究は、熟練度の異なるサッカー選手を対象に、眼球運動計測と言語報告による2つの過程追跡法を用いて、意思決定課題においてどのような視覚情報処理が行われているかについて検討した。その結果、次の3つのことが明らかになった。(1) Expert はより多くの対象に対して短い時間注視する探索率の高い視覚探索方略であった。(2) Expert はフェーズ2において、最善の選択として選んだ味方攻撃者により長い時間視線を向けていた。(3) Expert は質の高い条件概念を豊富に生成していた。

6. 文 献

- (1) Williams, A. M., Davids, K. and Williams, J. G. "Visual Perception and Action in Sport". London: E & FN Spon, (1999).
- (2) Savelsbergh, G. J. P., Williams, A. M., Van Der Kamp, J. and Ward, P. "Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers", *Journal of Sports Sciences*, Vol. 20, No. 3 (2002), pp. 279-287.
- (3) 加藤貴昭, 福田忠彦, "野球の打撃準備時間相における打者の視覚探索ストラテジー", *人間工学*, Vol. 38, No. 6 (2002), pp. 333-340.
- (4) Nagano, T., Kato, T. and Fukuda, T. "Visual behaviors of soccer players while kicking with the inside of the foot". *Perceptual and Motor Skills*, Vol. 102, No. 1 (2006), pp. 147-156.
- (5) Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M. and Philippaerts, R. M. "Mechanisms Underpinning Successful Decision Making in Skilled Youth Soccer Players: An Analysis of Visual Search Behaviors". *Journal of Motor Behavior*, Vol. 39, No. 5 (2007a), pp. 395-408.
- (6) Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., Mazyn, L. and Philippaerts, R. M. "The Effects of Task Constraints on Visual Search Behavior and Decision-Making Skillin Youth Soccer Players", *Journal of Sport & Exercise Psychology*, Vol. 29, No. 2 (2007b), pp. 147-169.
- (7) 夏原隆之, 山崎史恵, 浅井武, "大学サッカー選手における攻撃プレーに関する認知と知識表象", *スポーツ心理学研究*, Vol. 39, No. 2 (2012), pp. 137-151.
- (8) Williams A. M., Davids, K., Burwitz, L. and Williams, J. G. "Visual Search Strategies in Experienced and Inexperienced Soccer Player". *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Vol. 65, No. 2 (1994), pp. 127-135.
- (9) Nagano, T., Kato, T. and Fukuda, T. "Visual behaviors of soccer players while kicking with the inside of the foot". *Perceptual and Motor Skills*, Vol. 102, No. 1 (2006), pp. 147-156.