

視線観察によるスポーツ選手の視覚探索の特徴について

吉田 早織

心身マネジメント学科

Characteristics of Visual Search of Athletes by Observing Eye Tracking

Saori YOSHIDA

要旨

スポーツ選手は高度な視機能が求められるが、その研究手法は確立しておらず、実態は明らかではない。本研究は優れた視覚認知機能を持つスポーツ選手の視覚認知の特徴を視線計測から明らかにし、今後の研究につなげる方法論の検討を目的に研究を行った。被験者は健常男子大学生16名で（サッカー選手9名、野球選手7名（ 20.3 ± 0.9 歳））、2種類の視覚認知課題を実施させ、実施時の視線、注視点移動回数をウェアラブル型アイトラッカーで測定し、課題達成時間上位者の視線探索行動を観察した。Follow Xは目と手の協応動作、反応課題であるが、視線計測観察から得られたこのタスクのタイムが早かった人の傾向は、「注視点移動回数が少なく、かつ手の動きが素早く正確」であった。Follow up arrowにおいても最も記録が良かった選手は「注視点移動回数が最小で、誤答が少なく、視線探索も効率的」ということが分かった。

キーワード：視線計測, 視覚探索, スポーツ

Abstract

Athletes are required to have advanced visual functions, but the research method has not been established and the actual situation is not clear. In this study, we clarified the characteristics of visual cognition of athletes with excellent visual cognitive function from eye-gaze measurement, and conducted research for the purpose of examining the methodology that will lead to future research. The subjects were 16 healthy male university students (9 soccer players, 7 baseball players (20.3 ± 0.9 years old)) who performed two types of visual cognitive tasks, and used a wearable eye tracker to determine the number of gaze and gaze movements during the performance. We measured and observed the visual search behavior of the top performers in the task achievement time. Follow X is a cooperative movement of eyes and hands and a reaction task, but the tendency of those who had a quick time for this task obtained from visual search measurement observation was “the number of gaze movements was small and the movement of the hand was quick and accurate”. The player with the best record in Follow up arrow was “the minimum number of gaze movements, judgement was accurate and visual search behavior was efficient”.

Keywords : Eye tracking, Visual search, Sports

1. はじめに

一流アスリートは何をどのように見ているのか—近年、技術の発展に伴い視覚研究への注目が高まっている。特にアイトラッキングデバイス（視線計測器）を用いた研究例は、医療・福祉、教育など、様々な研究分野で行動研究や技能伝承に活用されている¹⁾。スポーツ選手は高度な視機能が求められるが、どのように物を見て、判断、行動するのか、その一連のプロセスについては明らかではない。アイトラッキングの普及に加えVR（バーチャルリアリティ）の活用²⁾により、スポーツ分野においても熟練者の眼球運動や視線行動などの視覚情報を可視化することで、新たな技術獲得、パフォーマンス改善の手法となり得る。

眼は外部情報を内部に取り入れる重要な感覚器であると同時に、身体内部情報を反映する器官でもあるため、広くスポーツや運動に関する分野でも研究が進み活用されていくことが望まれる。しかし、運動と視覚の関連についての研究は、医学、神経生理学、心理学との境界領域であり、スポーツ分野での研究は必ずしも進んでいないと林は指摘している³⁾。視覚研究は多角的なアプローチが必要で、視覚研究の指標が多岐にわたることや、スポーツ場面に導入できる方法論も確立されていないことなどもその要因に挙げられる³⁾。そこで本研究では、まずは視覚認知機能が優れたスポーツ選手の視線探索の特徴を視線計測から明らかにし、今後の研究につなげる方法論の検討を目的に研究を行った。

2. 方法

2.1 対象

研究協力に同意を得られた屈折異常以外に眼科的疾患を有さない健常男子大学生16名（サッカー選手9名、野球選手7名（20.3±0.9歳）を対象とした。

2.2 実験方法

被験者には2種類の視覚認知課題を実施させ、実施時の視線、注視点移動回数をウェアラブル型アイトラッカー（眼鏡型の視線計測装置）で測定し（図1）、課題達成時間上位者の視線探索行動を観察した。

1) 視線計測

課題実施時の視線計測には、眼鏡タイプの視線計装置 Tobii Pro glasses 2（トビー・テクノロジー株式会社）100Hzモデルを用いた。眼鏡の中央、鼻部ブリッジ部分に高解像度カメラとマイクが搭載されており、専用のトビーグラスコントローラソフトウェアにて視線計測データを測定できる。

また、トビーグラスコントローラソフトウェアを用い、注視点と注視時間をHeat mapで、視線移動の順番

をGaze plotで可視化し、実際の動画データと併せ観察、分析した。

2) 視覚認知課題

Brain Pro System（TestYou, Poland）を用いて2種類のタスクを実施し、その課題達成時間を計測した。Brain Pro Systemは6つの非接触型人感センサー付きの小型モニターユニットで、多数の視覚認知系タスクがプログラミングされている。今回の実験では、目と手の協応や反応時間を測定するFollow Xと、判断時間を測定するFollow up arrowの2つの課題を行った。

Follow Xは、ランダムにモニターに「X」が点灯し、手をかざして30回クリアするタスクである。Follow up arrowは、図2のようにモニター上に同時に複数の記号が点灯し、その中から素早く上向きの矢印を見つけて手をかざしてクリアする（全21問）という認知・判断に関するタスクである。

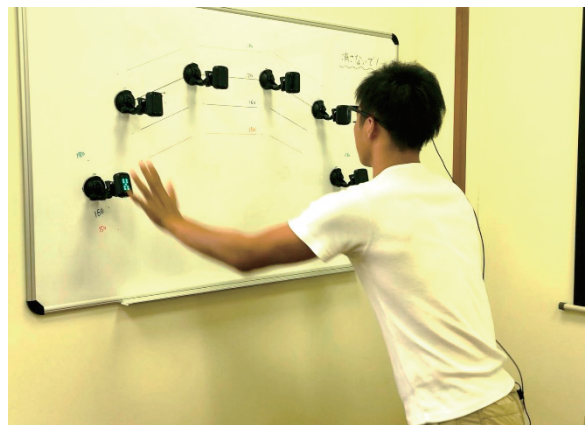


図1. Tobii glasses 2を着用しFollow Xを行う様子

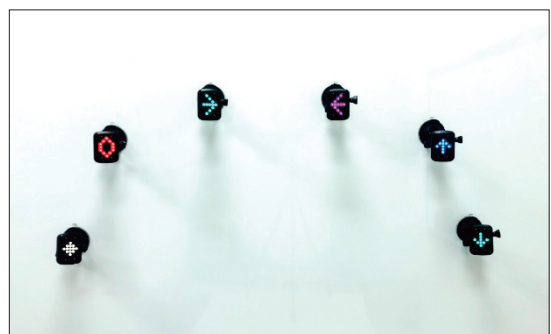


図2. Follow up arrowで表示される記号の一例（正解は右から2つ目）

3. 結果および考察

3.1 Follow X

視覚認知課題における注視点移動回数と課題達成時間の結果を表1に示す。

Follow X は目と手の協応動作、反応課題であるが、視線計測観察から得られたこのタスクのタイムが早かった人の傾向は、「注視点移動回数が少なく、かつ手の動きが素早く正確」であった。

今回、最も記録が良かった選手はほとんど視線が動いておらず、注視点移動回数、課題達成時間共に最小であった(図3, 4)。その被験者はサッカーのゴールキーパーであったが、それ以外は野球部が上位を占めており、日頃行っている捕球や送球などの練習から、視覚情報-認知-実行(特に手の運動)のプロセスが鍛えられていることが推察された。実際に、左右の手の使い方が効率的で無駄が少なかった。競技やポジション特性が明らかになれば、今後のパフォーマンス向上のためのトレーニング開発も見込まれるため、今後の研究課題である。

また今回は対象者(16名)が少ないが、注視点移動回数と課題達成時間の間に弱い正の相関がみられ($R=0.44$)、課題達成タイムが良い人ほど注視点移動回数が少ない傾向が見られた。しかし注視点移動回数が多くても、その移動距離が短いケースも見られたため、今後の研究では注視点移動距離も評価指標に加えていきたい。

その他、視線計測(Gaze plot)から得られた特徴として、課題達成時間が近い2名(図5, 6)のうち、図6の被験者の方が細かく視線を移動が多いことが分かる。また、図6は頭部も動かして探索していたため注視点が真ん中に集まって見える。右下のモニターは眼球運動で認識し、左下は頭部を左に回旋させて見ていることが動画観察から明らかになった。左下方向への眼球運動が不得手、もしくは視野の狭さがある等、個人の特徴が窺えた。今回の実験では、見る方法は指定しなかったが、結果的には注視点移動回数が少なく周辺視野でターゲットを認識している人の方が速い傾向が見られた。今後、周辺視野での視認能力を測定する場合には、注視点を作り、頭部の固定や眼球運動の測定も加えるなどの測定方法の改善が必要である。

表1. Follow X 実施時の注視点移動回数及び課題達成時間

	注視点移動回数(回)	タイム(秒)
平均	22.9±14.5	17.42±1.91
最小	5	14.84
最大	49	20.91

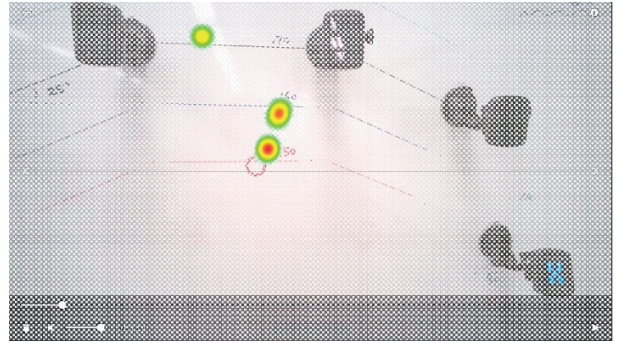


図3. 最速で課題を終えた被験者の Heat Map

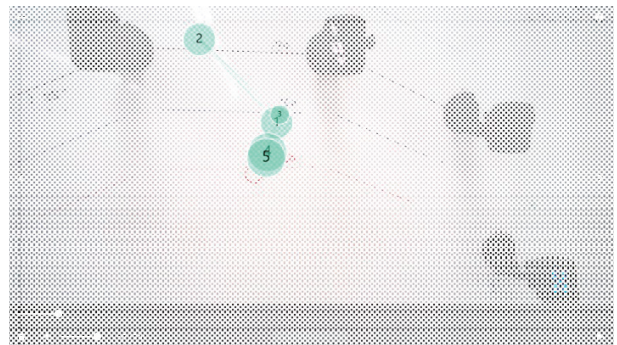


図4. 最速かつ注視点移動回数が最小で課題を終えた被験者の Gaze Plot

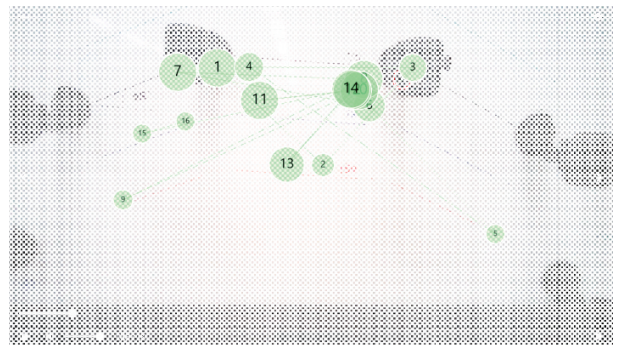


図5. 課題達成時間が平均に近く注視点移動回数が少ない被験者の Gaze Plot

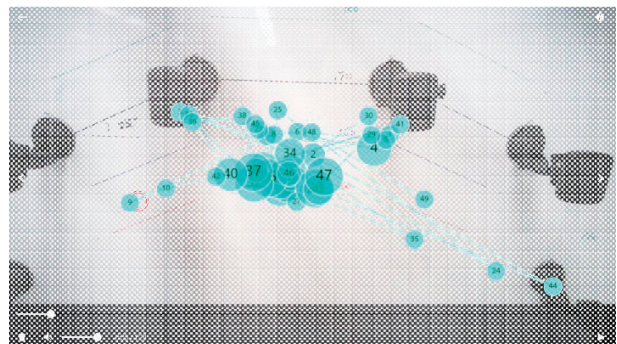


図6. 課題達成時間が平均に近く注視点移動回数が多い被験者の Gaze Plot

3.2 Follow up arrow

視覚認知課題における注視点移動回数と課題達成時間の結果は表2に示す。

この課題においても最も記録が良かった選手は「注視点移動回数が最小」であった(図7, 8)。また、注視点移動回数と課題達成時間の間に正の相関がみられ($R=0.69$)、記録が良い人ほど注視点移動回数が少ない傾向が見られた。しかし、注視点移動回数が多くても速い、少なくとも遅い外れ値も見られるため、対象人数を増やして更なる検証が必要である。なおこの課題においては、被験者の競技種目による差は見られなかった。

Follow up arrowでは同時に記号が複数示され、その中から選択するという認知課題を伴う。そのため視線の動きだけではなく、判断し反応するまでの時間も記録に影響を及ぼすが、このタスクを行う際の視線移動にはいくつかの特徴が見られた。まず、6つのモニターを端から端まで順に目で追うタイプ(図9)や、ランダムに視線を動かして探索するタイプ(図10)があった。また、Heat mapの赤色が示すようにモニターの注視時間にも差が見られ、ひとつずつ確認するように視線を止めてみるタイプ(図9)と、流し見るタイプがあった。しかしこれらの目線の動かし方による違いよりも、素早く正確にターゲットを認識、判断、実行できるかが課題達成時間に影響を及ぼしていることも視線観察から確認された。

この課題が遅い被験者の特徴は、「ターゲットの見落とし」や、「ターゲットを注視してから判断、実行までに時間がかかる」などであった。一方、課題達成時間が短い選手は「誤答や誤反応が少なく、判断の正確性が高い」また、「センサーに手ををかざしている間に次のターゲットの探索を始めている」、「中央の2つ、もしくは4つのモニターを中心に注視し、そこにターゲットがなかった場合に消去法で両端を見る。しかも、周辺視野で見ていることもあった」など、「誤答が少なく、視線探索も効率的」であったことから2位以下に大きく差をつけての好記録を出した。

表2. Follow X 実施時の注視点移動回数及び課題達成時間

	注視点移動回 (回)	タイム (秒)
平均	85.0 ± 16.7	28.09 ± 3.19
最小	59	22.62
最大	111	35.61

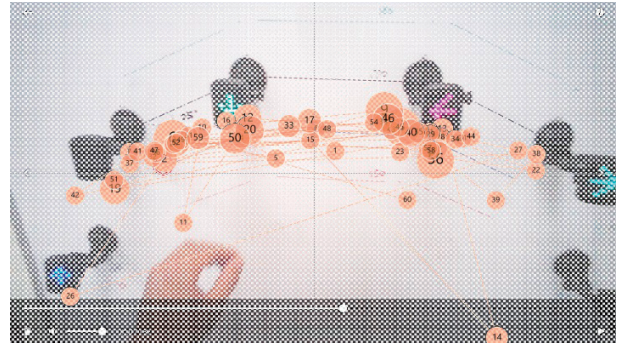


図7 最速かつ注視点移動回数が最小で課題を終えた被験者の Gaze plot

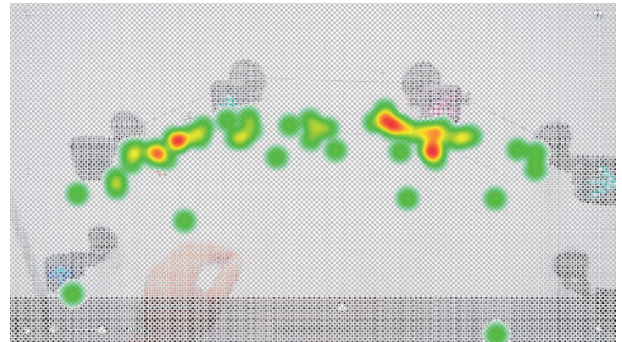


図8. 最速で課題を終えた被験者の Heat map

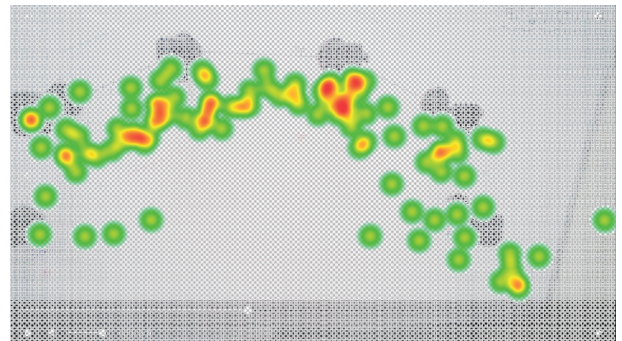


図9. モニターを注視する時間が長い、誤答が少なく再探索が少ないため課題達成時間が平均的であった被験者の Heat map

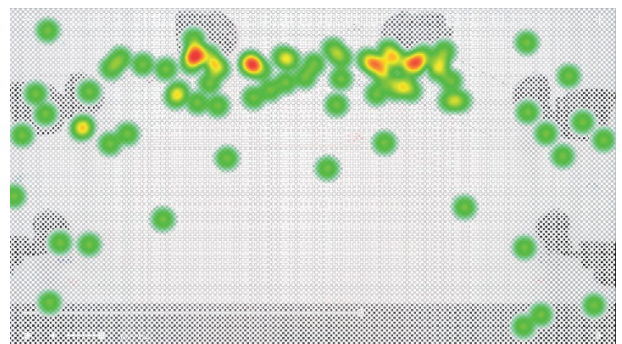


図10. 課題達成時間、注視点移動回数は平均的で、視線をランダムに動かして全体を広く見ていた被験者の Heat map

以上の結果を得たが、Follow Xのような反応課題では運動系の影響を受けるため、知覚機能の評価とするためには実験方法の再考が必要である⁴⁾。また、周辺視野での測定では視野角度が実験結果に影響を与える要因であるため、頭部固定を行い、注視点を注視する方法をとる必要がある⁵⁾。また、今回はモニター設置の位置は全員統一で行ったが、立ち位置は被験者がリーチしやすい距離感とし、厳密な指定は行っていない。これは本研究の限界であり、今後は身長や指極間距離等における標準化を行い、立ち位置、モニターの高さを調整して実験を行う。

他にも、視覚的注意には視線位置と注意が一致する顕在的注意と、一致しない顕在的注意とがあるため、視線計測（顕在的注意）を測定しても本当に注意が向いている方向を評価できていないことも考えられる。脳波や微小眼球運動、MRIなどによる脳活動計測や瞳孔変動等による評価法も併用することが推奨されている⁴⁾。これら視線計測のピットフォールを理解するとともに、複雑な視覚情報処理システム^{6,7)}をより詳細に理解し、測定したい機能に対する研究手法の確立が望まれる。

また本研究では、野球選手とサッカー選手の特徴を比較、検討することは本来の目的ではなかったが、被験者が野球かサッカーの経験者に限定されていたため、副次的に眼と手の協応動作において日頃より上肢の運動頻度が高い野球選手の方が優れている可能性が示唆された。次回の実験では、同一種目の被験者を集めて検討を行い、その後、種目間での違いの検証ができると有意義であると考えられる。

4. 結 語

本研究結果より、視線観察による優れた視覚認知能力を持つスポーツ選手は、

- 1) Follow X では、周辺視野で全体を見て（注視点移動回数が少なく）、かつ手の動きが素早く正確である
- 2) Follow up arrow では、視線探索が効率的（注視点移動回数や距離が短い）だけでなく、判断の速さ、誤答の少なさなどの認知機能の高さなどの特徴がみられた。

また、今後は視覚計測から得られる視線移動距離や注視時間などの指標も活用するとともに、脳や眼に関する計測を加えるなど多角的な評価法を検討する必要がある。

文 献

- 1) 石橋 美香子・高橋 翠・野澤 祥子「保育士の経験年数と視線行動の関連：ウェアラブル型アイトラッカーを用いた検討」『認知科学』2020年、1-14頁
- 2) 福原 和伸・樋口 貴広「バーチャルリアリティ技術の活用で明らかにされたスポーツ選手の予測能力」『神経眼科』第36巻、第1号、2019年、30-35頁
- 3) 林 直亨「スポーツ・身体活動と視覚」『体育の科学（特集 視覚研究へのアプローチ）』第69巻、第6号、2019年、394-396頁
- 4) 金子 寛彦「眼球運動と視覚的注意」『体育の科学（特集 視覚研究へのアプローチ）』第69巻、第6号、2019年、397-402頁
- 5) 安藤 創一「スポーツと周辺視野」『体育の科学（特集 視覚研究へのアプローチ）』第69巻、第6号、2019年、410-414頁
- 6) 七五三木 聡・呉屋良真他「スポーツ場面における視覚情報処理とアスリートの視機能計測」『体育の科学（特集 視覚研究へのアプローチ）』第69巻、第6号、2019年、403-409頁
- 7) 小堀 聡「人間の知覚と運動の相互作用--知覚と運動から人間の情報処理過程を考える」『龍谷理工ジャーナル』第23巻、第1号、2011年、24-31頁