

ワイヤレス眼球運動測定装置を用いたバドミントンのシングルスとダブルスにおける眼球運動とモーションの解析

Analysis of eye movement and motion in badminton singles and doubles using wireless eye movement measuring device

猿楽 拓也[†]
Takuya Sarugaku

山田 光穂[†]
Mitsuho Yamada

1. はじめに

2018年12月に4K,8K放送が開始された。また、コンシューマ向けの4K解像度に対応したビデオカメラなどの普及により、超高精細映像はより身近なものとなっている[1-2]。それに伴い、超高精細映像の解像度を生かした映像編集技術や映像コンテンツが求められている。また、オリンピックやW杯をはじめとする、さまざまなスポーツの国際大会によって、スポーツへの注目は高まっている。それらの大会で、活躍できる選手を育成するためにナショナルトレーニングセンターなどの設備を設置すると共に、スポーツ科学の研究が積極的に行われている。特に、競技に対するアスリートの眼球運動の測定は、アスリートの優れたパフォーマンスの分析に役立てられると考えられている。我々は、開発したワイヤレス眼球運動測定装置と超高精細映像を用いて、アスリートのパフォーマンス解析法を提案してきた[3]。今回は、バドミントンを対象に実験を行い、シングルスとダブルスにおける、アスリートの眼球運動や動作について述べる。

2. ワイヤレス眼球運動測定装置

アスリート独自の眼球運動を明らかにすることを目的とした研究は多く行われている[4-5]。しかし、多くの実験で用いられている眼球運動測定装置は、被験者に装着する装置と外部に設置した装置を有線で接続する必要があり、アスリートの移動距離や回転などに制限があった[6-7]。

眼球運動測定装置 Talk Eye Lite (竹井機器工業) [8]にワイヤレスでキャリブレーション、オフセットや測定の開始、終了を行える機能を追加した装置を開発した。この機器は、被験者に装着した機器を外部の固定機器などにケーブルで接続する必要はなく、被験者は自由に競技を行うことができる。システムの構成図を図1、被験者が装置を装着している様子を図2に示す。また、実験者は遠隔での測定状況の確認やキャリブレーションがずれてしまった場合には素早く再調整することが可能となっている。アスリートは激しい運動を伴うため、競技中にキャリブレーションがずれてしまうことがある。そのため、これらの機能は競技中のアスリートの眼球運動を測定する上で重要な機能である。実験者が操作を行う外部モニタを図3に示す。実験者はこのモニタで、測定状況の確認や測定の開始、終了、キャリブレーションを行うことができる。

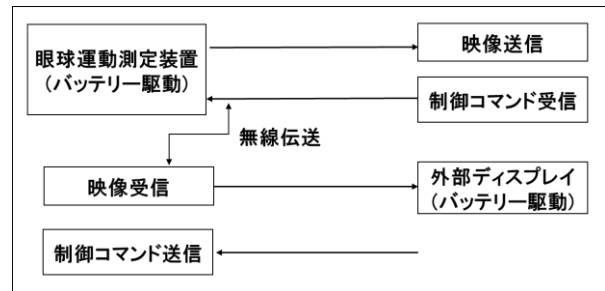


図1 システムの構成図



図2 アスリートへの装置の装着例



図3 外部モニタの表示例

3. バドミントンを対象に行なった実験

本稿では、バドミントンを対象に行なった実験について述べる。実験はシングルスとダブルスを対象に2回行った。

3.1 シングルスを対象に行なった実験

シングルスの実験は本学高輪キャンパスのアリーナで行った。被験者は東海大学高輪校舎バドミントン部の部員3

[†] 東海大学 大学院 情報通信学研究所 Graduate School of Information and Telecommunication Engineering, Tokai University

名である。3 名とも中学あるいは高校からのバドミントン経験がある選手である。被験者には、眼球運動測定装置を装着してもらい、バドミントンのハーフコートを用いて、ラリーを行ってもらった。ラリー中の眼球運動を測定すると共に、ビデオカメラを用いて、選手の動作を撮影する。実験中の各装置及び、選手の配置図を図 4 に示す。

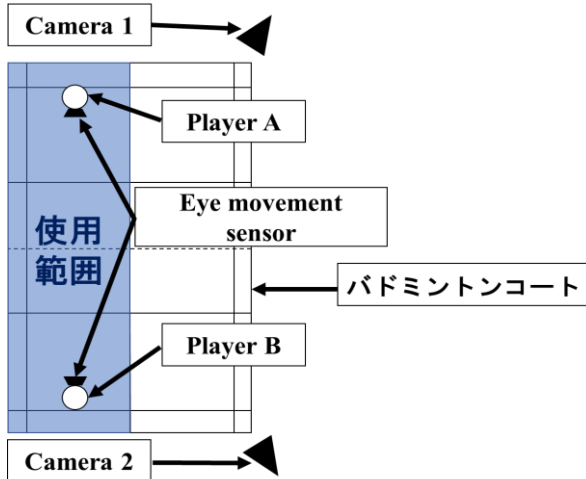


図 4 シングルス実験時の選手や機器の配置

3.2 シングルスを対象に行なった実験の測定結果

実験後、測定した眼球運動のデータと視野カメラの映像を合成した。その後、4K の解像度で両プレイヤーをビデオカメラで撮影した映像と、眼球運動測定装置で撮影した映像を同時に見られるように編集した。編集した映像の例を図 5 に示す。図 5 は左上に Player B の視線、右上に Player A の視線、左下に Player B の動作、右下に Player A の動作を表示している。各ワイブは 4K 映像に合成されているため、1/4 のワイブでも Full HD または HD の解像度を保持している。この編集方法により、それぞれのプレイヤーの視線と動作を同時に高解像度の映像で確認することができる。映像例の図 5 では Player A が打ち上げたシャトルを両選手が見上げていることが分かる。このように、双方の選手の間、どのような視線の駆け引きがあるのか、また、それが動作に繋がっているのかというような解析が可能になると考えられる。

選手の特徴的な眼球運動、及び動作の測定例を図 6 に示す。図 6 のシーンは Player B が Player A に向かってシャトルを打つシーンである。Player B が打ったシャトルは高く打ち上げられている。図 6 の左の列は Player B の視線、右の列は Player B の動作を表している。まず、視線に注目する。図 6-①から④では、Player B の視線はシャトルに追従して動いていることが分かる。しかし、シャトルが放物線の頂点に達した後(図 6-⑤)から、Player B の視線はシャトルを先行して動き、図 6-⑥の時には相手選手に視線が停留していることが分かる。この時、Player B が打ってから Player A が打つまでに、1.97(s)かかっているが、そのうち、シャトルを追従して注視していた時間は、1.13(s)であり、相手選手の注視に 0.7(s)をかけていた。これは、相手選手の動作から、相手選手が次にどのような打球を打ってくるのか判断しようとしているからであると考えられる。

次に Player B の動作に注目する。Player B は打球を打った後図 6-③まではフォロースルーを行っている。その後、図 6-④から腰を落とし始め、視線が相手選手に停留していた図 6-⑥で最も腰を落として相手の打球に備えていることが分かる。この腰を落とした姿勢はパワーポジションと呼ばれ、様々なスポーツで動作の基本となる姿勢である。パワーポジションを用いることで、瞬時に力を発揮できると言われており、静止状態から前後左右への素早い動作が可能となる。これらのことから、選手はシングルの時にシャトルの動きに注意を向けるだけではなく、相手選手の動作に見極めると共に、パワーポジションの姿勢を用いて打球に反応していることが示唆された。



図 5 編集した映像の例

3.3 ダブルスを対象に行なった実験

ダブルスの実験は本学清水キャンパスの体育館で行った。被験者は、東海大学 海洋学部 体育会 バドミントン部の部員 4 名である。ダブルスでラリーを行ってもらった。ダブルスではコートの範囲制限などは行わず、すべてのエリアを使用した。ラリー中の眼球運動を測定すると共に、ビデオカメラを用いて、選手の動作を撮影する。実験中の各装置、及び選手の配置図を図 7 に示す。

3.4 ダブルスを対象に行なった実験の測定結果

実験後、眼球運動のデータと視野カメラの映像を合成した。

ダブルスでの前衛ポジションにいる時の Player C の視線例を図 8 に示す。図 8 は左の列が Player C の視線、右の列がコートの様子を示している。まず、図 8-①のシーンは、相手選手である Player B が打ち返してくるシーンである。この時、Player C の視線を確認すると、相手の打つところを注視している。この時の打球は、図 8-②の右列に白線で示しているように、高く打ち上げられた打球であった。Player C は高く打ち上げられたことを確認すると、打球を視線で追従することではなく、相手選手の方に視線を移動した。この時、Player C が打球を視線で追わず、相手選手を見るという判断に要した時間は、Player B がシャトル打ってから 0.27 (s)であった。その後、図 8-③から⑤では相手選手を注視していたが、特に図 8-④では二人の相手選手の間、視線が停留していた。これは、次にどちらの相手選手が打ってくるのか分からないため、視線を真ん中に置き、視野を広く保っているためだと考えられる。その後、図 8-⑤では相手がシャトルを打つ動作を注視しており、図 8-⑥で自分に飛んできたシャトルを追従する眼球運動が確認された。動作においては、図 8-③④の時に Player A と Player

B がパワーポジションの姿勢をとっていることが確認できる。

続いて、ダブルスでの後衛ポジションにいる時の Player C の視線例を図 9 に示す。こちらの図も構成は図 8 と同様である。まず、図 9-①のシーンは相手選手である Player B が打ち返してくるシーンである。その後、打ち返された打球は図 9-③で味方前衛である Player D が打ち返すのだが、Player C 前衛の時とは違い、図 9-②③と味方が打ち返すと

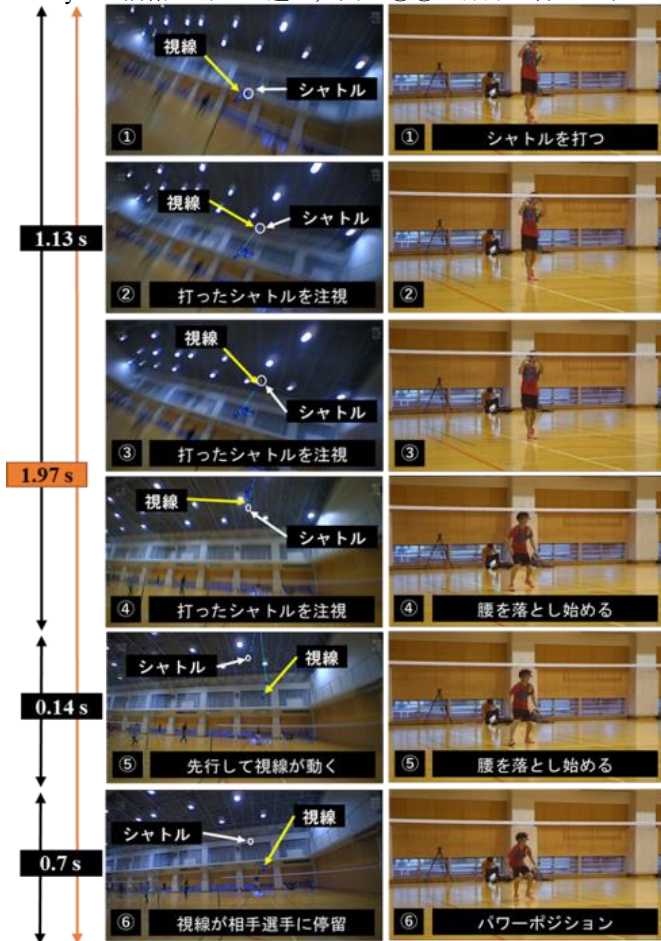


図 6 Player B の動作と視線

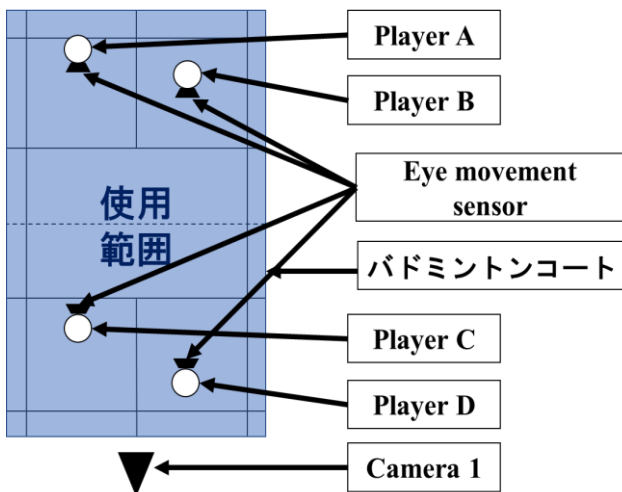


図 7 ダブルス実験時の選手や機器の配置

ころまで、シャトルを追従して注視していることが確認できる。味方前衛の Player D が打ち返した打球は高く上がり、図 9-④⑤ではそのシャトルを追従して注視しているが、シャトルが頂点に達した後(図 9-⑥)から、シャトルを先行して視線が動きシャトルより先に相手選手に視線が停留した。この時、味方が打ってから相手が打つまでの 1.40 (s) のうち、視線の停留時間は 0.47 (s) であった。また、動作に関しては、図 9-⑤から⑦で Player C と Player D がパワーポジションの姿勢をとって、打球に備えていることが確認できた。

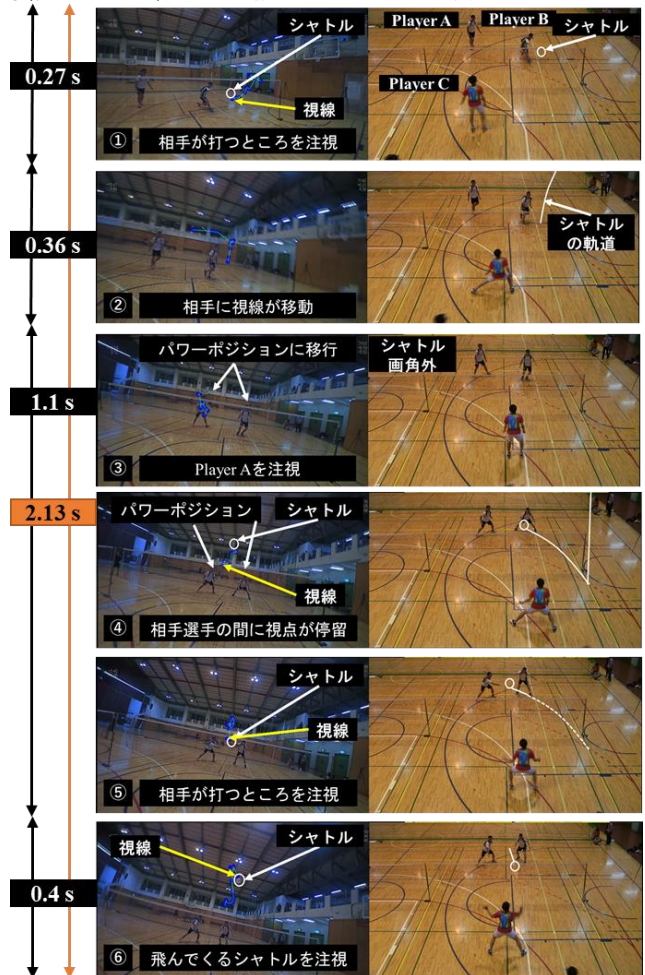


図 8 Player C の前衛時の視線とコートの様子

4. おわりに

今回は、ワイヤレス眼球運動測定装置と超高精細映像を用いた解析法を用いて、バドミントンのシングルスとダブルスにおける、アスリートの眼球運動や動作について、解析を行った。

まず、シングルスにおいては、高く打ち上げたシャトルを追従し続けるのではなく、放物線の頂点に達した辺りから、シャトルを先行して視線が動いていることが確認された。自分が打ってから相手が打つまでの 1.97 (s) のうち、1/3 以上の 0.7(s) を相手選手の注視に割いていることが分かった。このことから、相手の動作から次の打球の予測を行っていることが示唆される。また、動作に関しては、視線が先行し、相手視線が停留している時に腰を落としたパワ

一ポジションという姿勢をとって相手の打球に備えていることが確認された。

次にダブルスの時、前衛のポジションにいる選手は、相手選手が打ったシャトルを 0.27(s)という短時間で、自分が打つべきボールか判断し、自分が打たないと判断した場合は相手選手の注視に移行していることが確認された。この打球の判断の速さは、戦略上重要なスキルではないかと考えられる。また、相手選手の注視に関しても、味方の打つシャトルがどちらの相手選手に飛ぶか分からないため、相手選手の間辺りに視線をおき、広い視野を保っていることが示唆された。これは、剣道などで、「遠山の目付け」と呼ばれるような見方に通ずるものがあると考えられる[9]。また、相手が打ってから、再び相手が打つまでの 1.73 (s)のうち、およそ 2/3 の 1.1 (s)を相手選手の注視に割いていた。シングルスと比べると、打球から早く視線を外し、相手選手を注視していたため、注視時間が長くなったと考えられる。一方、後衛のポジションにいる選手は、前衛の選手とは違い、味方が打つシャトルも注視していることが確認された。また、後衛の選手は、シングルの選手と同じように高く打ち上げた打球の時に、シャトルを先行する視線の動きが確認された。この時、味方が打ってから、相手が打つまでの 1.5 (s)のうち、1/3 以上の 0.47 (s)を相手選手の注視に割いていた。この割合は、シングルスに近い割合であり、後衛の選手はシングルの選手と近い眼球運動を用いていることが示唆された。これらのことから、注視時間には、ポジションの特徴が現れており、シングルス/ダブルスの違いやポジションの違いを視線の動きから解明できる可能性を示すことができた。動作に関しては、ダブルスにおいても、パワーポジションの構えをとっていることが確認された。

これらのことから、シングルスとダブルスにおいて、シャトルを先行する視線運動のように、共通する視線運動はあったが、前衛においては、あえてシャトルを追従せずに相手を注視することで、次の打球に備えるなど、ダブルス特有の視線運動も確認された。

ワイヤレス眼球運動測定装置を複数台用いて、バドミントンダブルスの全選手の視線検出を行った。その結果、競技中の相手との視線での駆け引きや味方との連携を解明することができることを示すことができた。今後、より多くの被験者を対象に実験を行うことで、アスリート特有の眼球運動や動作をデータベース化することができ、それらを AI に学習させることで、AI による指導にも役立てられると考えている。

謝辞

本研究の一部は放送文化基金の助成を受けたものである。ここに深く謝意を表す。また、バドミントンの実験の実施にあたり、快くご協力いただいた、本学 高輪校舎 バドミントン部、並びに、本学 海洋学部 体育会 バドミントン部の先生方、選手の方々に深く感謝致します。

参考文献

- [1] 総務, “4K 放送・8K 放送 情報サイト”, http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/housou_suishin/4k_8k_suishin.html, 2020/06/15 アクセス
- [2] 野尻裕司, “スーパーハイビジョンの概要”, 映情学誌, Vol.61, No.5, pp.599-602, April, (2007)

- [3] Takuya Sarugaku, Reiko Koyama, Yasuyoshi Kobayashi, Shinya Mochiduki, Mitsuho Yamada, “A new gaze analysis method during playing sport using the high definition of the 4K picture”, IDW'18, VHFp5-3
- [4] 枝川 宏/編, “スポーツ眼科 A to Z”, OCULISTA, 58, 全日本病院出版会 (2018)
- [5] S. Hüttermann, B. Noël, D. Memmert, “Eye tracking in high-performance sports: Evaluation of its application in expert athletes”, IJCSS – Volume 17/2018/Issue 2, (2018)
- [6] Sérgio T Rodrigues, Joan N Vickers, Andrew Mark Williams, “Head, eye and arm coordination in table tennis”, Journal of Sports Sciences, 20, pp.187-200, April, (2002)
- [7] Greg Wood, Mark R Wilson, “Gaze behaviour and shooting strategies in football penalty kicks: Implications of a ‘keeper-dependent approach”, International journal of sport psychology 41(3): pp.293-312, November, (2010)
- [8] 竹井機器工業株式会社, “Talk Eye Lite”, <http://www.takei-si.co.jp/en/productinfo/detail/65.html> (2018)
- [9] 長谷川 聖修, 松永 尚久, 金木 悟, 吉村 哲夫, “打突動作時の注視点に関する研究--剣道における目付けに着目して”, 東海大学紀要 体育学部 (16), p55-60, (1986)

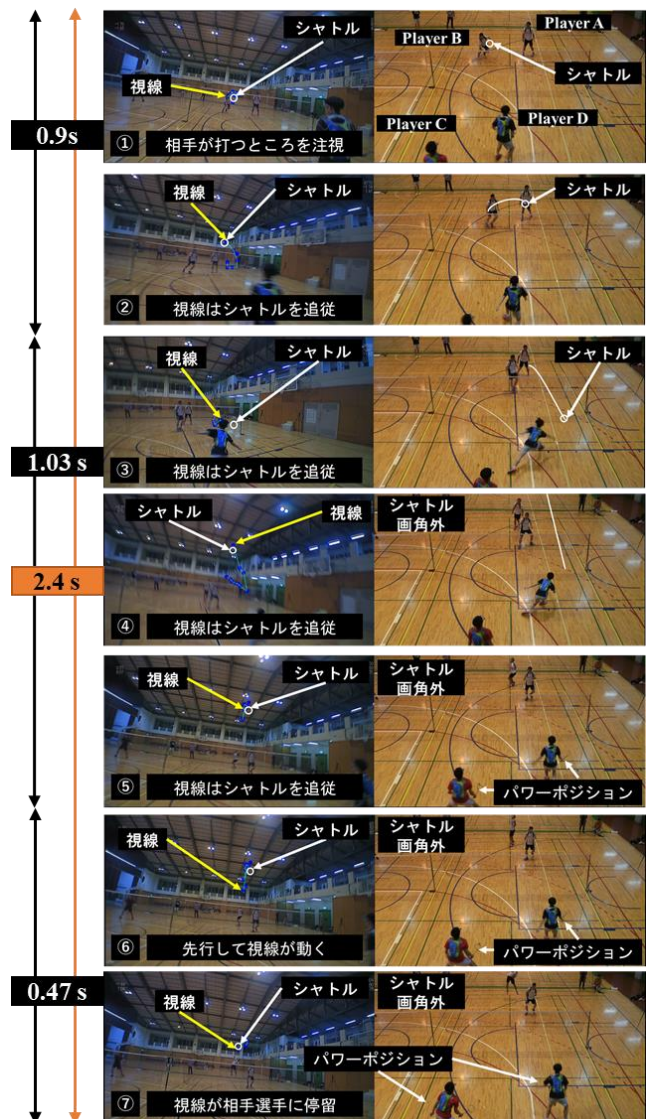


図 9 Player C の後衛時の視線とコートの様子