

令和 2 年 5 月 26 日現在

機関番号：17702

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01727

研究課題名(和文) テニスにおけるボール速度とボールの回転数に基づくパフォーマンス評価

研究課題名(英文) An evaluation of tennis performance on ball speed and ball spin

研究代表者

高橋 仁大 (Takahashi, Hiroo)

鹿屋体育大学・スポーツ・武道実践科学系・教授

研究者番号：50295284

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、筆者ほかこれまで研究を進めてきたテニスの電子スコアブック(高橋ほか、2006)を用いたパフォーマンス評価に、近年研究が進みつつある、打球の速度と回転数を基にした打球の評価を加えることで、打球の評価を基にプレーヤーのゲームパフォーマンスを評価しようとするものである。本研究の結果、打球の速度と回転数を用いてプレーヤーのゲームパフォーマンスを評価することができた。具体的には、競技レベルにより打球の速度と回転数の傾向は異なること、「回転数を用いたコントロール」に競技レベルの差が見られること、サーブにおいてはコースによって得失点に関わる速度と回転数の傾向が異なることなどが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、テニスにおける打球の評価とゲームパフォーマンスの評価に関連がみられることを学術的に明らかにした。テニスプレーヤーの評価を打球の速度と回転数という客観的な数値から行えるということを示したことから、従来から行われてきた指導者による質的な評価に加え、打球の速度と回転数というプレーヤーの技術を示す量的な評価を用いることで、これまでよりも明確なプレーヤーの評価につなげることを可能にした。本研究の結果を踏まえて、量的な評価の基準を示すことにより、テニスプレーヤーの競技レベルを段階的に示すことによって、指導場面への貢献に繋がることが期待される。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to evaluate tennis players combined with the data of computerized scorebook of tennis (Takahashi et al., 2006) and the data of the ball speed and the ball spin of each shot. As a result, we could evaluate tennis players with the data of the ball speed and the ball spin of each shot. The major results were as follows: (1) the trends of the ball speed and the ball spin was different among the players' level, (2) there was clear difference in the ball control with the ball spin among the players, (3) the trends of the ball speed and the ball spin of the serve was different depending on the direction and the point acquisition.

研究分野：スポーツ科学 ゲームパフォーマンス分析

キーワード：ゲームパフォーマンス分析 テニス ゲーム評価 コーチング

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

筆者らはこれまでの研究から、テニスのゲーム中の各種データを収集できる電子スコアブック(高橋ら、2006; 以下、スコアブック)を開発するとともに、近年はスコアブックで得られるデータを基に、標準化プロファイリング手法(O'Donoghue, 2005)を用いて、プレイヤーのパフォーマンスを視覚的に示してきた。一方で筆者らの開発したスコアブックでは、ポイントの最終結果(どのようなショットでポイントが終わったか)が主な評価の対象であり、その最終結果に至る過程は、ラリー中の各ショットの時間間隔を測定することで行っていた。ショットの時間間隔によって、ラリー中の攻守の判断は可能であるが(Takahashi et al., 2013), どのようなショットを打ったかという観点での分析が難しく、より詳細な分析の必要性が指摘されてきた(北村ら、2015)。

近年、このようなラリー中の各ショットを詳細に分析する機器(図1; 以下、トラックマン)が開発され、その精度も確認された(村上ら、2016)。トラックマンを用いることにより、テニスのゲーム中の各打球に関するパラメータを数値化することが可能となり、プレイヤーのパフォーマンスを新たな観点から評価できるものとして注目されている。特に打球の速度と回転数に関する研究が進められており(村松ら、2015; 村上ら、2016)、ゲーム中のプレイヤーの打球の速度と回転数の関係が様々な競技レベルで明らかになりつつある。村松ら(2015)は、速度と回転数による回帰直線をグラフで示した時に、競技レベルが高いほどグラフの右上に回帰直線が位置するという仮説を立てている。また村上ら(2016)は、世界トップ選手、日本トップ選手ならびに日本のジュニアトップ選手のサービスの打球速度と回転数を比較し、それぞれの競技レベルの回帰直線が、高い順にグラフの右上に位置することを示した。これらの結果は、打球の速度と回転数がプレイヤーを評価する指標として有意義であることを示しているといえる。



図1 トラックマン

2. 研究の目的

本研究は、筆者らがこれまで研究を進めてきたスコアブックを基にしたパフォーマンス評価に、ラリー中の各打球の速度と回転数の評価を加えることで、プレイヤーのゲームパフォーマンスを新たな観点から評価しようとするものである。

3. 研究の方法

平成29年度から平成30年度にかけて、様々な競技レベルを対象にトラックマンによる打球速度と回転数のデータ収集ならびにスコアブックを用いたデータ収集を行い、スコアブックによる競技レベルの評価と打球データとの関係性についての分析を行った。

令和元年度は、ゲーム中の各打球の速度と回転数のデータとスコアブックから得られるパフォーマンス評価との関係性について検討した。具体的には、プレイヤーの打球の評価とポイント取得の関連性、ポイントの最終結果との関連性、ゲーム全体の流れと打球データとの関連性など、多様な視点からプレイヤーのパフォーマンス評価につなげる指標を導き出すことを目指した。

4. 研究成果

平成29年度は様々な競技レベルを対象に、トラックマンによる打球速度と回転数のデータ収集ならびにスコアブックを用いたデータ収集を行った。トラックマンによるデータ収集の精度を確認し、これまでのデータ収集の方法と同等の精度で測定できることを確認した。さらに、サービスの打球速度と回転数について、日本トップ選手と日本ジュニアトップ選手のデータを村松ほか(2015)の世界トップ選手のデータと比較し、世界トップ選手、日本トップ選手、日本ジュニアトップ選手の順番で同じ速度では高い回転数を示すこと、また同じ回転数では速い速度を示すことが明らかになった(Takahashi et al., 2017)。さらに、女子学生選手のグラウンドストローク時のエラーの傾向について、スコアブックのデータをもとに世界トップ選手のデータと比較し検討を行った。その結果、エラーの割合については世界トップ選手と学生選手に異なる傾向は見られなかったが、学生選手においてはフォアハンドにおいてサイドアウトの割合が高くなること、フォアハンドによるネットとサイドアウトのエラーを犯すときは、他のエラーに比べて打球前の時間が長くなっていることが明らかになった(図2; Takahashi et al., 2017)。これらの研究実績をもとに、次年度以降はトラックマンによるデータならびにスコア

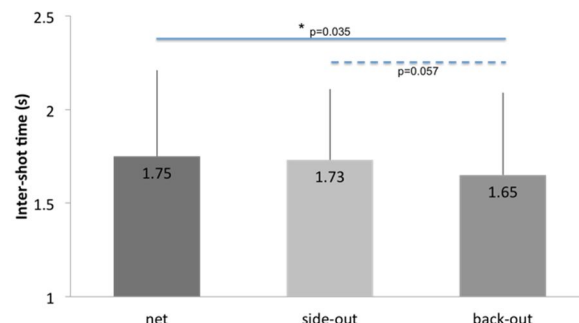


図2 Average inter-shot time of forehand strokes in collegiate players

ブックによるデータを用いて、双方のデータの関係性についての分析を行うこととした。具体的には、スコアブックにより競技レベルが高いと評価されるプレーヤーは、トラックマンによる打球速度と回転数の分析においても高い評価がなされるか、という点についての検証を行った。

平成 30 年度は競技レベルによる打球速度と回転数に関する分析を行った。特に競技レベルによるサービスの打球速度と回転数の関係、また競技レベルによるグラウンドストロークの打球速度と回転数との関係について検討した。競技レベルによるサービスの打球速度と回転数の関係について、学生選手を対象に検討した。14 名の学生選手を上位群と下位群に分類し、ゲーム状況における 1st サービスと 2nd サービスの速度と回転数の関係について分析した。その結果、上位群は 1st サービスの速度が有意に速く、2nd サービスの回転数が有意に多かった。2nd サービスが入った時の回転数において、上位群は下位群よりも有意に多くなっていた。これらの結果を考察すると、上位群に比べて下位群は速い速度や高い回転数を獲得するためのスイングスピードを発揮できていないために、打球自体が上位群に比べて劣っているといえる。また打球の分布を確認すると、下位群は回転にかかわらずエラーを犯しているといえ、「回転を用いたコントロール」という技術に劣っていると考えられる (図 3 ; Takahashi et al., 2018)。

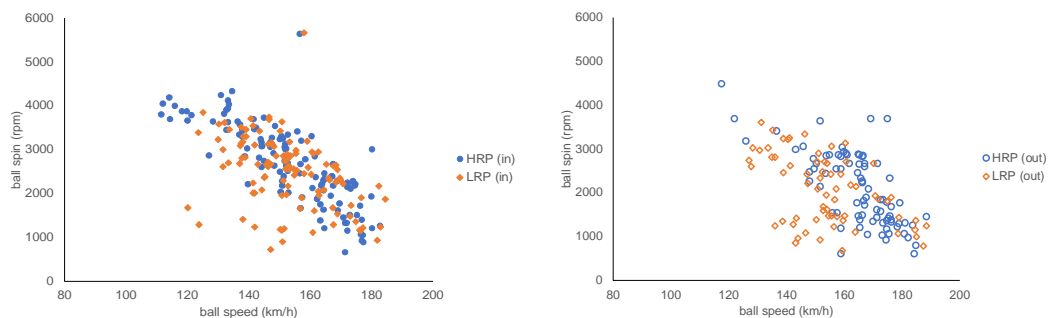


図 3 Relationships between ball speed and ball spin of successful 1st serve (left) and unsuccessful serve (right)

競技レベルによるグラウンドストロークの打球速度と回転数の関係についても、学生選手を対象に検討した。3 名の学生選手によるゲームと実験状況を対象に、フォアハンドストロークの打球速度と回転数を分析した。その結果、打球状況をゲーム状況での攻撃場面と守備場面、および実験状況とに分類して比較した結果、選手によって速度と回転数の傾向が異なることが明らかとなった。強い打球による攻撃的なプレーを得意とする選手は、実験状況と同じようにゲーム状況でも打球できている可能性が示唆された。またこれらの比較を行うことにより、予測・判断の能力や戦術の成否、調子の良し悪しなどのゲーム状況における技術レベルを評価できる可能性が示唆された (村上ほか, 2018)。

令和元年度は、2 つの研究を中心に行った。第一は、サービスのコースとポイントの結果について検討したものである。世界ランキングを持つ右利きの選手による実際の試合を対象に、データを収集した。その結果、デュースサイドではワイドのコースにおいて、回転数の多いサービスでポイント取得率が高くなることが示された (図 4)。またアドサイドのワイドのコースでは、スピードの速いサービスでポイント取得率が高くなることが示された (図 5)。これらの結果は、ゲーム中のサービスコースの選択やその際の打球の選択に関する方略に示唆を与えるとともに、サービスのトレーニングにおいてコースによって注目する要素を明ら

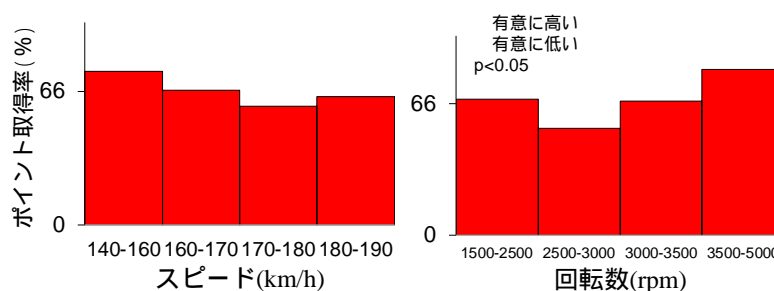


図 4 デュースサイドのワイドコースへのサービスのスピード、回転数とサーバーのポイント取得率

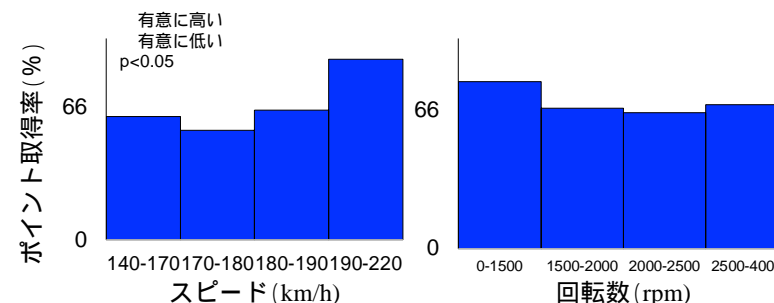


図 5 アドサイドのワイドコースへのサービスのスピード、回転数とサーバーのポイント取得率

かにすることにつながると考えられた。

第二は、ゲーム中のサービスのパフォーマンスに関して、直前のポイントのラリー数との関連について検討したものである。直前のポイントのラリー数が、次のポイントのサービスのパフォーマンスにどのように影響しているかを明らかにするために、世界ランキングを持つ選手による実際の試合を対象に、データを収集した。その結果、1st サービスのパフォーマンスは直前のラリー数の影響を受けていなかったが、2nd サービスのパフォーマンスは直前のラリー数により影響を受けていた。2nd サービスのスピードは、長いラリーの直後は遅くなり、短いラリーの直後は速くなっていることが示された。プレッシャーのかかる 2nd サービスでは、長いラリーの直後にスピードを落として精度を維持しているものと考えられた。このように、ゲーム中のサービスのパフォーマンスをゲームの構成要素との関連から検討することにより、プレイヤーのパフォーマンス評価につながる結果を得ることができた。

これらの研究成果は、テニスプレイヤーのパフォーマンスを新たな観点から評価することを可能にしたといえる。特にゲーム中の一打一打を評価することは、短時間で様々な技術が駆使されるテニスというスポーツの特性上、これまでは困難であるとされてきた。トラックマンによる打球データの数値化は、このゲーム中の一打一打を評価するための有益な情報を可視化するものであり、今後大きく進展する分野であるといえる。特にゲーム状況とこれらの打球データとを時系列に検討することで、どちらのプレイヤーがゲームの主導権を握っているかといった、これまで質的な評価しかできなかった観点からのプレイヤーの評価が可能になる。

一連の研究成果は国内外から注目されており、令和元年 8 月に韓国で行われた韓国体育学会において、「An evaluation for tennis players with ball speed and ball spin」というタイトルで招待講演を行なった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 村上俊祐, 北村哲, 高橋仁大	4. 巻 10
2. 論文標題 テニス選手のゲーム状況における打球評価の可能性 大学生テニス選手のフォアハンドストロークの速度と回転数を基に	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 スポーツパフォーマンス研究	6. 最初と最後の頁 83-100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiroo Takahashi, Shunsuke Murakami, Tetsu Kitamura	4. 巻 5
2. 論文標題 The relationship between inter-shot time and errors on groundstrokes in women's tennis	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Science and Racket Sports	6. 最初と最後の頁 47-53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shunsuke Murakami, Hiroo Takahashi, Akira Maeda	4. 巻 5
2. 論文標題 The relationship between ball spin rates and ball speed on ground strokes in collegiate male tennis players	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Science and Racket Sports	6. 最初と最後の頁 272-276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村上俊祐, 花木大樹, 村松憲, 三橋大輔, 高橋仁大	4. 巻 28
2. 論文標題 テニスのゲームにおける打球スピードと回転数の実態: ITF女子サーキット10000ドル大会に出場した選手を対象として	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 テニスの科学	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hiroo Takahashi, Ryogo Kashiwagi, Shuhei Okamura and Shunsuke Murakami	4. 巻 6
2. 論文標題 The relationship between the ball speed and the ball spin rate of serves in collegiate male tennis players	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science and Racket Sports	6. 最初と最後の頁 110-115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ryogo Kashiwagi, Shuhei Okamura, Shunsuke Murakami and Hiroo Takahashi	4. 巻 6
2. 論文標題 The ball speed and the ball spin created by ground strokes during the rallies in an actual tennis matches	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science and Racket Sports	6. 最初と最後の頁 65-69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Hiroo Takahashi, Ryogo Kashiwagi, Shuhei Okamura and Shunsuke Murakami
2. 発表標題 The relationship between ball speed and ball spin of serve in collegiate male tennis players
3. 学会等名 6th World Congress of Racket Sport Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋仁大, 柏木涼吾, 岡村修平, 村上俊祐
2. 発表標題 大学男子テニス選手による試合時のサービスの速度と回転数の関係
3. 学会等名 第30回テニス学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroo Takahashi, Shuhei Okamura, Ryogo Kashiwagi, Koki Numata, Shunsuke Murakami
2. 発表標題 Comparing ball speed and ball spin of tennis serve between game situation and practice in collegiate male tennis players
3. 学会等名 World Congress of Performance Analysis of Sports XII (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroo Takahashi, Shunsuke Murakami, Ryogo Kashiwagi, Shuhei Okamura
2. 発表標題 Analyzing ball speed and ball spin of tennis serve with Trackman tennis radar
3. 学会等名 2nd Asia-Pacific Conference on Performance Analysis of Sport (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shunsuke Murakami, Ryogo Kashiwagi, Shuhei Okamura, Hiroo Takahashi
2. 発表標題 Comparison of forehand strokes in collegiate male tennis players between on game situation and on experimental situation - The evaluation based on the relationship between ball speed and ball spin rates -
3. 学会等名 2nd Asia-Pacific Conference on Performance Analysis of Sport (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋仁大, 柏木涼吾, 岩永信哉, 村上俊祐
2. 発表標題 大学男子テニス選手のサービスのスピードと回転数の関係：重要なカウントでの1stサービスの特徴について
3. 学会等名 第31回テニス学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroo Takahashi, Ryogo Kashiwagi, Shinya Iwanaga and Shunsuke Murakami
2. 発表標題 Ball speed and ball spin of tennis serves in men's collegiate players: the characteristics of 1st serve on important scores
3. 学会等名 Asia-Pacific Conference on Performance Analysis in Sport (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryogo Kashiwagi, Shunsuke Murakami, Koki Numata, Shinya Iwanaga and Hiroo Takahashi
2. 発表標題 The relationship between speed and spin of serve and serve-return in tennis
3. 学会等名 Asia-Pacific Conference on Performance Analysis in Sport (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroo Takahashi
2. 発表標題 An evaluation for tennis players with ball speed and ball spin
3. 学会等名 31st Seoul International Sports Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 柏木涼吾, 村上俊祐, 沼田薫樹, 岩永信哉, 高橋仁大
2. 発表標題 テニスのサービスにおいてスピード及び回転数がポイント取得に及ぼす影響 サービスコースに着目して
3. 学会等名 日本コーチング学会第31回大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	和田 智仁 (Wada Tomohito) (70325819)	鹿屋体育大学・スポーツ人文・応用社会科学系・准教授 (17702)	
研究協力者	村上 俊祐 (Murakami Shunsuke)		
研究協力者	柏木 涼吾 (Kashiwagi Ryogo)		