

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—

村上俊祐<sup>1)</sup>, 北村哲<sup>2)</sup>, 高橋仁大<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> 鹿屋体育大学大学院

<sup>2)</sup> びわこ成蹊スポーツ大学

<sup>3)</sup> 鹿屋体育大学

キーワード:トラックマン, 打球データ, ゲーム分析

**【要 旨】**

本研究は大学テニス選手を対象に, ゲーム状況におけるフォアハンドストロークの打球データを取得し, その打球の速度と回転数の分布を明らかにするとともに, フォアハンドストロークについて速度と回転数を基にした評価の可能性について検討することを目的とした. ゲーム状況におけるフォアハンドストロークについて, 選手 A の打球速度の平均値は 108.56km/h, 回転数の平均値は 1610rpm, 選手 B の打球速度の平均値は 115.41km/h, 回転数の平均値は 2126rpm, 選手 C の打球速度の平均値は 114.26km/h, 回転数の平均値は 2491rpm であった. 3 選手それぞれのゲーム状況におけるフォアハンドストロークについて, 攻撃場面, 守備場面と実験状況の打球速度と回転数の分布を比較したところ, それぞれ異なる傾向がみられた. 選手 C のゲーム状況における攻撃場面において, 打球速度と回転数の間に有意な負の相関( $p < 0.05$ )がみられたが, 選手 A の守備場面や選手 B の攻撃場面における打球速度の高いケースなど, 一定のスイング速度で打球できていない状況がみられた. ゲーム状況と実験状況における打球の分布を比較することで予測・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.

スポーツパフォーマンス研究, 10, 83-100, 2018 年, 受付日: 2017 年 9 月 5 日, 受理日: 2018 年 5 月 29 日  
責任著者: 村上俊祐 〒893-0064 鹿屋市西原 1 丁目 33-11 ポライトリ- M.T 102 号 m147009@sky.nifs-k.ac.jp

\*\*\*\*

**Evaluation of ground strokes in actual tennis matches:  
Relation between ball speed and ball spin rate of forehand strokes  
by collegiate male tennis players**

Shunsuke Murakami<sup>1)</sup>, Tetsu Kitamura<sup>2)</sup>, Hiroo Takahashi<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Graduate School, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

<sup>2)</sup> Biwako Seikei Sport College

<sup>3)</sup> National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: TrackMan, tennis, ball data, game analysis

**[Abstract]**

The present study examined distribution of ball speed and ball spin rate of forehand strokes in tennis games and evaluated the forehand strokes based on the relation between ball speed and ball spin rate. Three university student tennis players participated in the study. The results were as follows: the average ball speed of player A was 108.56 km/h, and his average spin rate was 1610 rpm; the average ball speed of player B was 115.41 km/h, and his average spin rate was 2126 rpm; the average ball speed of player C was 114.26 km/h, and his average spin rate was 2491 rpm. When the 3 players' forehand strokes in a game were compared, differences were observed in the distribution of ball speed and ball spin rate in the offensive and defensive phases. Moreover, a significant negative correlation ( $p < 0.05$ ) was found between ball speed and the spin rate of player C's forehand strokes in the offensive phases of games. However, when players did not hit the ball, player A's swing speed was fast in the defensive phases, and that of player B was high in the offensive phases. Furthermore, when the distribution of ball speed and spin rate in games was compared to the experimental situation, differences in the relation of ball speed and ball spin rate were found among the 3 players. These results suggest that it may be possible to evaluate technical level in games on such measures as ability to anticipate and make decisions, success and failure of tactics, and a player's condition.

## I. はじめに

テニスをはじめとした競技スポーツでは、目標とする大会・競技会において各試合に勝ち抜き、より良い成績を残すことを目標に日々の練習を行っている。この練習の質を高めることが非常に重要であり、試合と同様の強度や緊張感をいかに保つか、コーチや指導者が苦心するところである。そのために、映像によるチェックや運動感覚・イメージによる主観的な情報収集に加え、数値化したデータによる客観的な情報収集による評価が必要であり(吉田, 2013), 練習はもちろん試合を評価し、比較検討するための指標を作成することが必要であろう。

近年、トップ選手の試合中には、ハイスピードカメラを利用したライン判定システム“Challenge System (Hawk-Eye 社)”で取得した打球速度や回転数、インパクト位置などの打球データが示されることも多くなってきている。同様に、ドップラーレーダーを利用し、即時的に打球データを取得することのできるボール挙動測定器トラックマンテニスレーダー (TrackMan 社; 以下, トラックマン) を用いて、様々な競技レベルのサービス、グラウンドストロークの測定が進められている(村上ら, 2016; 村上ら, 2017; 高橋ら, 2016)。村上ら(2018)は「トップスピン」「フラット」「ヘビースピン」と回転数をグレーディングして打球するフルスイングできる状況を想定したヒッティングテストにより、フォアハンドストロークの打球の「質」を打球速度と回転数を基に評価することで、選手の技術レベルや特徴や課題を抽出できる可能性があることに言及している。しかし、これは実験的環境における基礎的な能力といえるものであり、試合に近い状況でどのように打球し、それがパフォーマンスとして発揮されているのか評価することがより重要となる。相手の動きに対してどのように戦うかということがテーマとなるテニスのような対人競技のパフォーマンスについて、対峙する相手の存在を前提とした戦術上の課題を解決できる、合目的な可変性のある技術としての戦術力の獲得が必要である(日本コーチング学会, 2017)。測定機材の設置場所の問題や選手への配慮から、実際のトーナメントにおける試合中の打球のデータを取得することは難しいが、より実際の試合に近いゲーム状況における打球データを取得することで、対戦相手に対する戦術の評価や、練習中の打球との比較により、練習と試合のギャップを埋める客観的指標と成りうると考えている。

これらのことから本研究では、大学テニス選手を対象に、ゲーム状況におけるフォアハンドストロークの打球データを取得し、その打球の速度と回転数の分布を明らかにするとともに、対象とする選手の実験状況における打球とゲーム状況における打球を比較し、これら打球速度と回転数の関係に基づいた評価の可能性について検討するものとする。

## II. 研究方法

### 1. 被検者

健常な男子大学生テニス選手 3 名(身長; 体重—選手 A: 164.7 cm; 65.9 kg, 選手 B: 180.5 cm; 66.7 kg, 選手 C: 179.5 cm; 70.5 kg)を対象とした。対象の選手は地方学生テニス連盟に所属しており、それぞれ全国大会の出場経験がある。守備的なスタイルであるカウンターパンチャー(選手 A)、プレーバランスの良いオールラウンダー(選手 B)、強力なサービスから早い展開で勝負するハードヒッター(選手 C)、それぞれ異なるプレースタイルの選手である。

## 2. データ収集

それぞれの選手同士で対戦し、トラックマンにより、ゲーム時の打球データを2セットずつ、全6セット分のデータを取得した(図 1(1)).トラックマンは機器の説明書に基づき、機器の中心がセンターマークの延長線上になるようにし、レーダーがコート全体を捕捉するよう、可能な限り後方に設置した.トラックマンで取得した打球データについて、デジタルビデオカメラで撮影した映像を確認しながら、ショットを分類した(図 1(2)).今回、フォアハンドストロークを対象とし、スライスと判断したショットは除外した.また、ショットの成否について、「in」、「winner」、「net」、「out」に分類し、それぞれの結果を示した.

## 3. データの分類と比較

また、本研究で取得したゲーム状況におけるフォアハンドストロークの打球データについては、対象とする選手の実験的状況における打球データ(村上ら, 2018)との比較を行った.この実験的状況における打球データはベースライン付近からフルスイングできる状況を想定しており、ボール出しマシンより出されたボールを「トップスピン」「フラット」「ヘビースピン」と回転数をグレーディングして打球したものである.被検者には、ラリー中、最もよく用いる回転レベルの打球をトップスピン、回転数を少なくコントロールした速い打球をフラット、軌道が高く回転を多くコントロールした打球をヘビースピンと説明し、選手それぞれが回転数をグレーディングし、ヒッティングテストの際には、それぞれの球種を「ターゲットを狙って、できるだけ強く」打球するよう教示した.フラットの打球を測定することにより速度の高い打球の分布、ヘビースピンの打球の測定により回転数の多い打球の分布を計測することを目的としており、これらの結果は選手のフォアハンドの技術の基礎的能力を表していると考えられる.

さらにゲーム状況におけるフォアハンドストロークの打球データを攻撃場面と守備場面とに分類した(北村ら, 2015;北村ら, 2017).攻撃場面と守備場面の分類は、北村ら(2015)の攻撃場面の分類をもとに、1)コンフォートプレー:選手がスイング動作のためにスタンスを作れた場面、2)インサイドプレー:選手がコート内でグラウンドストロークを打球している場面、3)回り込みフォアハンドプレー:回り込みフォアハンドグラウンドストロークを打球している場面、の3つのいずれかの場面を含む打球を攻撃場面、それ以外を守備場面とし、デジタルビデオカメラで撮影した映像を確認しながら、それぞれの場面に分類した.

## 4. データの分析方法

分析方法について、選手それぞれにおいて、ゲーム状況の攻撃場面、守備場面および実験状況を独立変数、速度と回転数を従属変数とした2要因の分散分析を行い、平均値の差を検討した(SPSS(ver. 19)).速度と回転数の関係については、ゲーム状況の攻撃場面、守備場面それぞれにおいて、従属変数 $y$ を回転数、共変数 $x$ を打球速度とした回帰直線を算出し、回帰の有意性はSPSS(ver. 19)により求めた.



図 1(1) 打球測定の様子 (トラックマンによるデータ収集)



図 1(2) 打球測定の様子 (同時に DV カメラで撮影)

### Ⅲ. 結果

表 1 にそれぞれの選手の試合結果を, 表 2 にトラックマンで取得できた打球数を示した. また, 表 3 ~5 に 3 選手それぞれのフォアハンドストロークの打球の速度および 1 分間当たりの回転数の平均値 ± 標準偏差, 最大値, 最小値を示した.

全試合におけるインプレーの総打球数 772 球中, トラックマンにより取得できた打球数は 674 球 (87.3%) であった. ゲーム状況におけるフォアハンドストロークについて, それぞれ 69 球 (選手 A), 82 球 (選手 B), 28 球 (選手 C) の打球データを取得した. 3 選手のフォアハンドストロークの打球速度と回転数について, それぞれ選手 A の打球速度の平均値は 108.56km/h, 回転数の平均値は 1610rpm, 選手 B の打球速度の平均値は 115.41km/h, 回転数の平均値は 2126rpm, 選手 C の打球速度の平均値は 114.26km/h, 回転数の平均値は 2491rpm であった. また, 打球速度の最大値は選手 B の 157.2km/h

(in), 回転数の最大値は選手 C の 3874rpm(out)であった。

表 1 試合結果

	選手A	選手B	選手C
選手A		2-6, 6-3	2-6, 2-6
選手B	6-2, 3-6		0-6, 3-6
選手C	6-2, 6-2	6-0, 6-3	

表 2 トラックマンで取得できた打球数

	総打数	取得できた打球数
選手A	271	240
選手B	333	293
選手C	168	141
全試合	772	674
割合(全試合)	100.0%	87.3%

表 3 選手 A のフォアハンドストロークの打球速度および回転数

選手A		n	速度 (km/h)			回転数 (rpm)		
			平均±標準偏差	最大値	最小値	平均±標準偏差	最大値	最小値
フォアハンドストローク	in	59	107.5±11.3	131.5	81.9	1620±649	3804	217
	winner	1	115.7	-	-	1581	-	-
	net	5	113.3±14.2	128.8	97.9	1413±178	1720	1256
	out	4	117.2±11.4	133.8	107.6	1714±136	1880	1579
	Total	69	108.6±11.6	133.8	81.9	1610±604	3804	217

表 4 選手 B のフォアハンドストロークの打球速度および回転数

選手B		n	速度 (km/h)			回転数 (rpm)		
			平均±標準偏差	最大値	最小値	平均±標準偏差	最大値	最小値
フォアハンドストローク	in	64	113.6±17.5	157.2	77.0	2125±673	3795	767
	winner	7	123.8±12.9	139.9	101.9	2489±550	3304	1698
	net	3	120.2±16.7	139.3	108.5	2347±870	3234	1494
	out	8	121.0±17.6	150.2	97.4	1732±900	3142	522
	Total	82	115.4±17.2	157.2	77.0	2126±701	3795	522

表 5 選手 C のフォアハンドストロークの打球速度および回転数

選手C		n	速度 (km/h)			回転数 (rpm)		
			平均±標準偏差	最大値	最小値	平均±標準偏差	最大値	最小値
フォアハンドストローク	in	20	113.5±14.1	137.6	89.7	2482±489	3303	1276
	winner	3	115.6±31.1	137.3	80.0	2055±563	2625	1499
	net	4	116.0±17.8	134.1	95.6	2517±765	3656	2018
	out	1	118.9	-	-	3874	-	-
	Total	28	114.3±15.8	137.6	80.0	2491±591	3874	1276

表 6 にゲーム状況における攻撃場面、守備場面と実験状況におけるフォアハンドストロークの速度と回転数の平均値を、図 2 にゲーム状況における攻撃場面と守備場面の 3 選手のフォアハンドストロークの打球速度と 1 分間当たりの回転数の分布を示した。3 選手の打球の分布の範囲について、選手 A の打球速度は 81.87km/h~133.76km/h の範囲、回転数は 217rpm~3804rpm の範囲、選手 B の打球速度は 77.00km/h~157.22km/h の範囲、回転数は 522rpm~3795rpm の範囲、選手 C の打球速度は 80.00km/h~137.60km/h の範囲、回転数は 1276rpm~3874rpm の範囲であった。また選手 C のゲーム状況における攻撃場面においてのみ、フォアハンドストロークの打球速度と回転数の間に、有意な負の相関(p<0.05)がみられた。

分散分析の結果、選手 A の打球速度において、ゲーム状況の攻撃場面と守備場面、ゲーム状況の攻撃場面と実験状況の間に、有意な差がみられた(p<0.01)。選手 B の打球速度において、ゲーム状況の攻撃場面と守備場面、ゲーム状況の攻撃場面と実験状況の間に、有意な差がみられた(p<0.01)、回転数においては、ゲーム状況の攻撃場面と実験状況、ゲーム状況の守備場面と実験状況の間に有意な差がみられた(p<0.01)。選手 C の打球速度において、全ての条件間に有意な差がみられた(p<0.05)。

表 6 攻撃場面、守備場面と実験状況におけるフォアハンドストロークの速度と回転数

	選手A n		選手B n		選手C n	
	平均速度(km/h)	平均回転数(rpm)	平均速度(km/h)	平均回転数(rpm)	平均速度(km/h)	平均回転数(rpm)
攻撃場面 (ゲーム状況)	111.9 守備実験	1717	123.0 守備実験	2167 実験	125.7 守備実験	2372
守備場面 (ゲーム状況)	100.9 攻撃	1363	104.6 攻撃	2062 実験	102.8 攻撃実験	2610
実験状況	100.5 攻撃	1601	103.4 攻撃	2927 攻撃守備	116.7 攻撃守備	2287

条件間で有意な差がみられたものについては、値の右上に有意な差がみられた条件(攻撃、守備、実験)を示した。

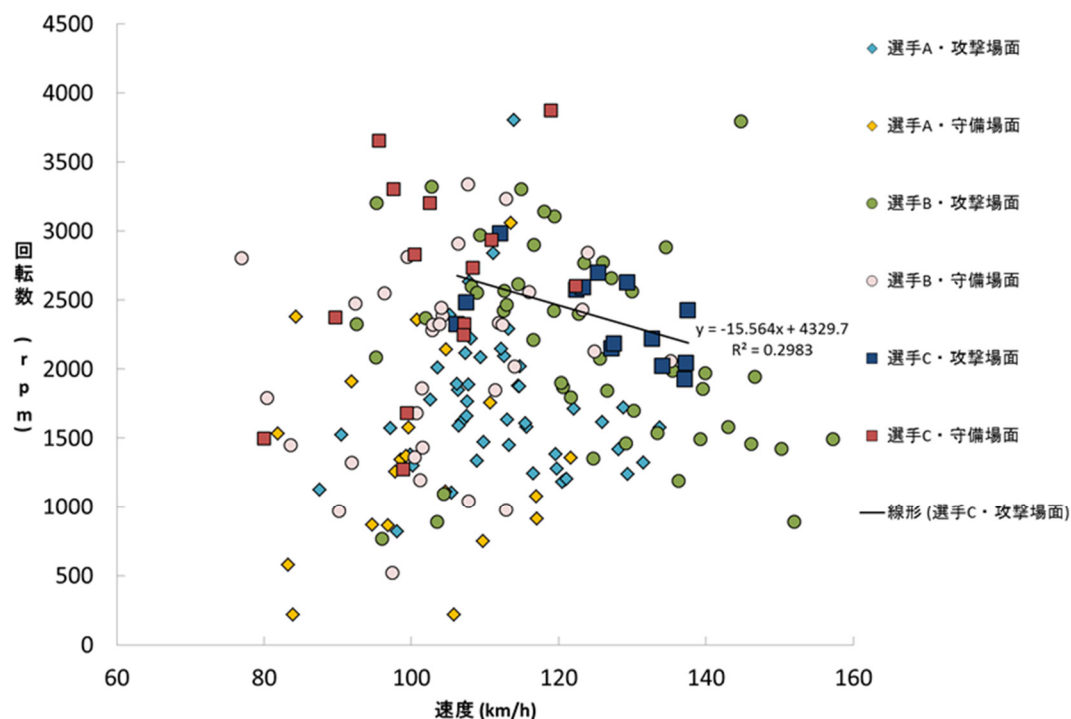


図2 ゲーム状況における攻撃場面と守備場面の3選手のフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布

#### IV. 考察

##### 1. 本研究の意義

ある一定以上のレベルの競技者であれば、自身のサービスの速度について目にする機会があるが、一般のレベルでは自身の打球の速度がどのくらいであるか、数値で見ることが少ないのが現状である。打球速度や回転数といった打球データを測定するような試みは、どのレベルの選手がどういった打球でプレーしているかという情報と比較することで、その選手の現状を把握するとともに、モチベーションを高める意味でも有効であると考えられる。また、一度そういった測定を行えば、センサーを利用した測定機器によって得られた打球データも理解しやすいものとなると考えている。

最近では、加速度計やジャイロ計を利用し簡易的に打球データを取得することのできる Babolat Play (Babolat 社製) やソニースマートセンサー (Sony 社製) などの機器が安価で購入できるようになってきており、民間のスクールにおいても、そうした機器を利用した指導が導入されてきている (日経テクノロジーonline, 2017)。しかし、コーチや選手自身が取得したデータをどのように評価し、どの部分を比較検討するのか、どのように競技力向上に役立てていくのかといった議論ができていないのが現状である。どのレベルの選手がどの程度の速度・回転数で打球しているのか指標を示すとともに、取得したデータはどのように解釈できるのかといった考察も示すことが選手や指導者の一助となると期待され、実際にコーチ養成のテキストであるテニス指導教本 (2015) にもボールコントロール能力について、速度と回転数についての記述がみられる。また、高橋 (2016) はコーチやマネージャー、トレーナー以外の「アナリスト」の必要性にも言及している。コーチの質的なゲーム評価に加え、アナリストが測定した打球に関する情報を見やすい形に加工・提供することで、選手のプレーやレベルを評価し、目標を明



確に定めやすくなるだろう。このプロセスが道上(2016)の述べるような科学的側面からの選手の教育につながり、競技力向上に繋がると期待したい。

## 2. ゲーム状況におけるフォアハンドストロークの打球速度と回転数について

図 2 において、3 選手のフォアハンドストロークにおける打球速度と回転数の間には、選手 C の攻撃場面を除いて、相関はみられなかった。ゲーム状況におけるフォアハンドストロークでは、サービスと違い、相手の打球を予測・判断し、ボールのバウンドに対応しながら返球する必要があり、一定のスイング速度では打球できない状況が多く表れている可能性が考えられた。村松ら(2015b)は、試合状況の男子トップ選手のフォアハンドストロークについて、決定係数( $R^2$ )は低かったものの負の相関がみられたとしているが、この研究の結果がその選手の傾向を表していない可能性に言及している。ハイスピードカメラで回転数を測定するためには 1000fps を越えるような撮影速度で撮影する必要があり、画角が小さくなるために収集できるデータが少なくなる。つまり、固定したハイスピードカメラで収集できたデータは選手があまり動かずに打てる状況で打球していると考えられる。全 16 ショットの平均速度は 132km/h、平均回転数は 3486rpm と、比較的スイング速度が高い打球を多く収集していた可能性が考えられる。本研究では、ネットに詰めた状況やサイドに追い出された状況ではドップラーレーダーが届かず、打球データが収集できないケースがみられたものの、ゲーム中の全打球 814 球のうち、674 球(87.3%)のデータを収集できており、ゲーム状況におけるフォアハンドストロークの一般的な傾向が示されていると考えられる。本研究において選手 C の攻撃場面に関してのみ負の相関がみられた理由は、実験状況のように回転を多くかけたり、打球速度を上げたりと自在にボールコントロールができる、一定のスイング速度で打球できる場面のデータが多かったためと考えられる。

表 6 において、ゲーム状況における攻撃場面、守備場面と実験状況におけるフォアハンドストロークの速度と回転数の平均値について比較したところ、選手によって異なる傾向がみられた。また、実験状況におけるそれぞれの打球のデータと合わせて見たところ、攻撃場面では速度の高い打球が多くみられ、実験状況におけるフラットにあたる打球が多くなっていると考えられた。守備場面では実験状況におけるトップスピンやヘビースピンといった打球にあたる回転数の多い打球が多くみられた。

## 3. ゲーム状況における打球速度と回転数の分布と実験状況のデータとの比較

3 選手それぞれの対戦毎のゲーム状況における攻撃場面と守備場面のフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布、および実験状況におけるフォアハンドストロークの打球速度と回転数のデータ(村上ら, 2018)を合わせて図 3~10 に示した。選手 A と選手 B の対戦においてはセット毎に勝敗が異なったため、1st セット(図 3, 6)、2nd セット(図 4, 7)と別に示した。ボール出しのボールを打球した基礎的な能力と考えられる実験状況におけるフォアハンドストロークの打球データと、ゲーム状況におけるフォアハンドストロークのデータを比較し、それぞれのフォアハンドストロークの技術的な特徴や課題を検討する。

(1) 選手 A について

選手 A のゲーム状況における打球速度と回転数の関係について、実験状況のデータと比較すると、速度・回転数ともに幅広く分布していることがわかる(図 3~5)。試合毎の打球速度と回転数の分布を見ていくと、選手 B との対戦において、2-6 で落とした 1st セット(図 3)では、攻撃場面、守備場面でも打球データが右上に分布しており、実験状況よりもスイング速度が高い打球が多くなっていると考えられる。選手 A 自身も「相手に先にサイドに振られてしっかりスイングできない状況が多かった。自分からスイングできるときにも、相手がニュートラルに返球してきて良いポジショニングを取っているにも関わらず、若干無理をして強めに打ってしまった感覚がある。」とコメントしている。

選手 C との対戦(図 5)で多く見られる左下の分布についてはスイング速度を落として打球していると考えられる。このように相手に先に攻められてスイング速度を落として打球するケースを増やしたくないという気持ちから、ゲーム状況においては打球を適切にプレースメントできず、自分の能力以上の打球を強いられ、右上の分布のような打球が多くなっている可能性がある。

ゲーム状況における攻撃場面の打球速度は、守備場面と実験状況の打球速度よりも高いという統計的な差も認められた( $p < 0.01$ )。比較的余裕のあるボール出しのボールを打球する実験状況においては、安定して打球の回転数をグレーディングできていたものの、ゲーム状況においてはオーバーペースの打球が多くなってしまふことから、ボール出し練習やラリー練習においても、ゲーム状況と同じ速い打球のペースで練習する必要があると考えられる。また、6-3 で取った 2nd セット(図 4)では、守備場面においては回転数を多くし、攻撃場面の打球も実験状況の打球に近いところに分布しており、落ち着いてプレーできるようになったとも考えられる。この選手 B との対戦の 2nd セットのように相手に対応して自分の打球のペースを保てるようにする練習を並行して行っていく必要もあるだろう。

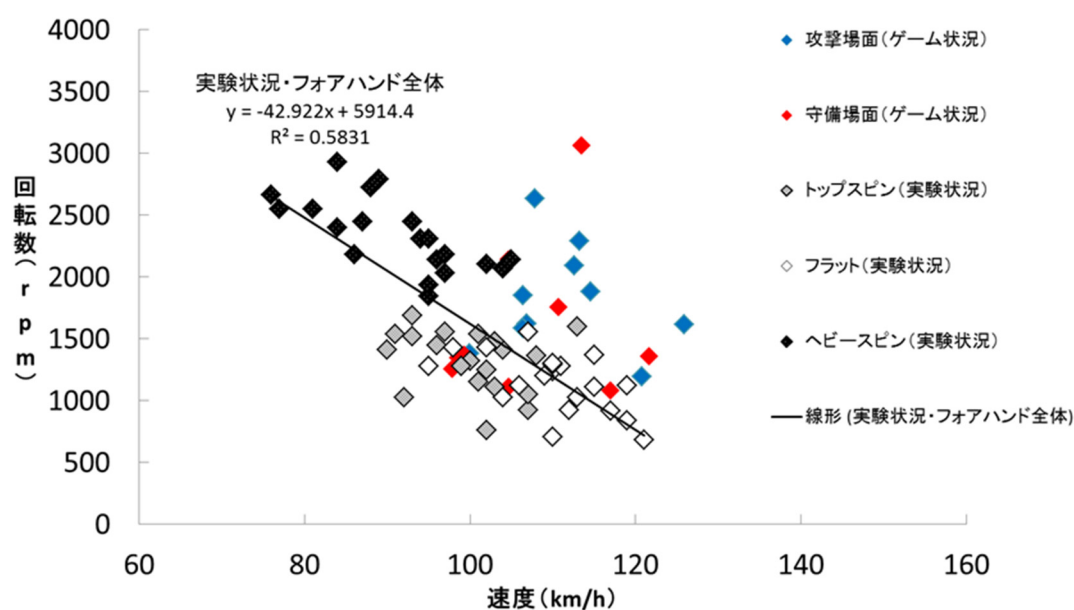


図 3 ゲーム状況における攻撃場面、守備場面と実験状況における選手 A のフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布 (vs 選手 B 1st セット 2-6)

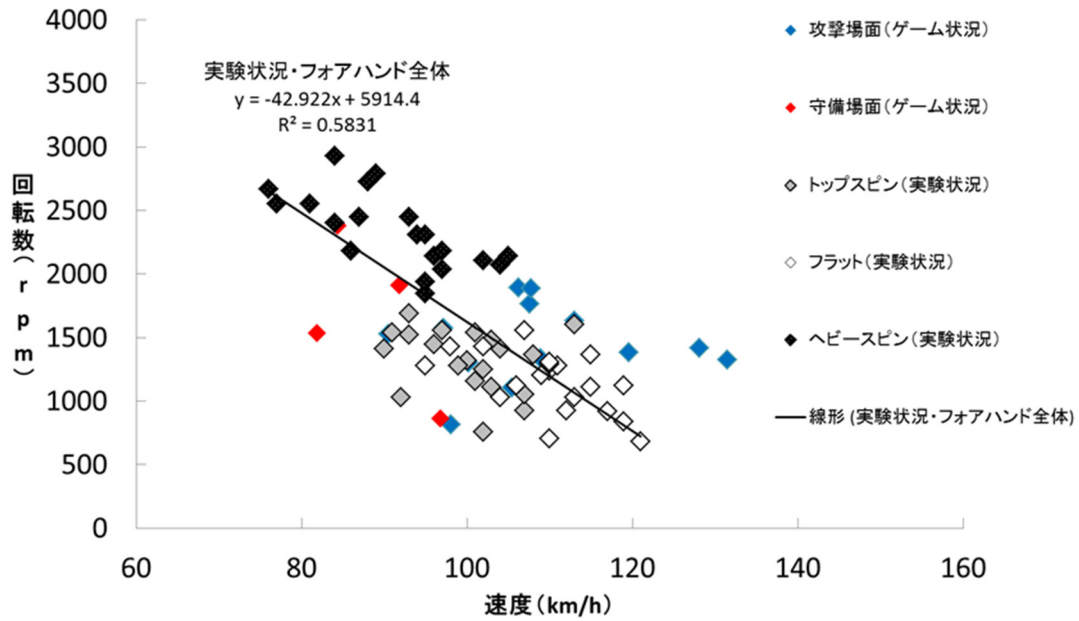


図4 ゲーム状況における攻撃場面、守備場面と実験状況における選手Aのフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布 (vs 選手B 2ndセット 6-3)

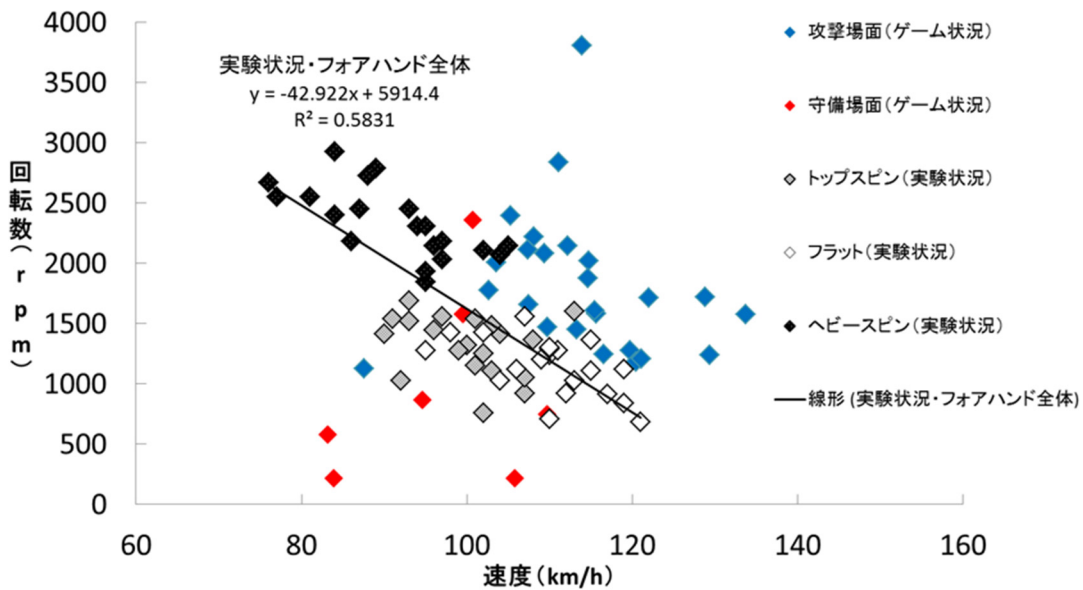


図5 ゲーム状況における攻撃場面、守備場面と実験状況における選手Aのフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布 (vs 選手C 2-6, 2-6)

(2) 選手Bについて

選手Bについて、ゲーム状況の打球が実験状況の打球の左下に多く分布していることがわかる(図6~8)。これは先述の通り、ゲーム状況では実験状況に比べ、フルスイングまたはフルスイングに近い形で打球できる状況が限定されるからであると考えられる。実際に守備場面における打球が左下に多く分布しているように見受けられる。選手Bは、「相手に展開されると、次のショットで攻められないように自分の打球をコントロールすることに思考がいき、しっかりスイングできていない。」と述べており、選手Aと同様に相手に攻められることでスイング速度を落として打球しているケースが、より多くなってい

ると考えられる。

また、ゲーム状況の攻撃場面において、実験状況の打球の分布の右側に、回転が少なく打球速度の高い打球が多く見られ(図 7, 8)、ゲーム状況の攻撃場面の平均打球速度は守備場面、実験状況よりも高く( $p < 0.01$ )、回転数においても、その平均値は実験状況よりもゲーム状況で低いことが統計的にも認められた。実験状況の打球データの考察においても、実際のプレーの評価について、指導者は「自分から回転の少ない速い打球で優位に展開しようとするときにエラーが多く出る印象である。」と述べており、ゲーム状況においては、プレースメントできる範囲を越えて、速い打球で展開しようとしている可能性も考えられる。

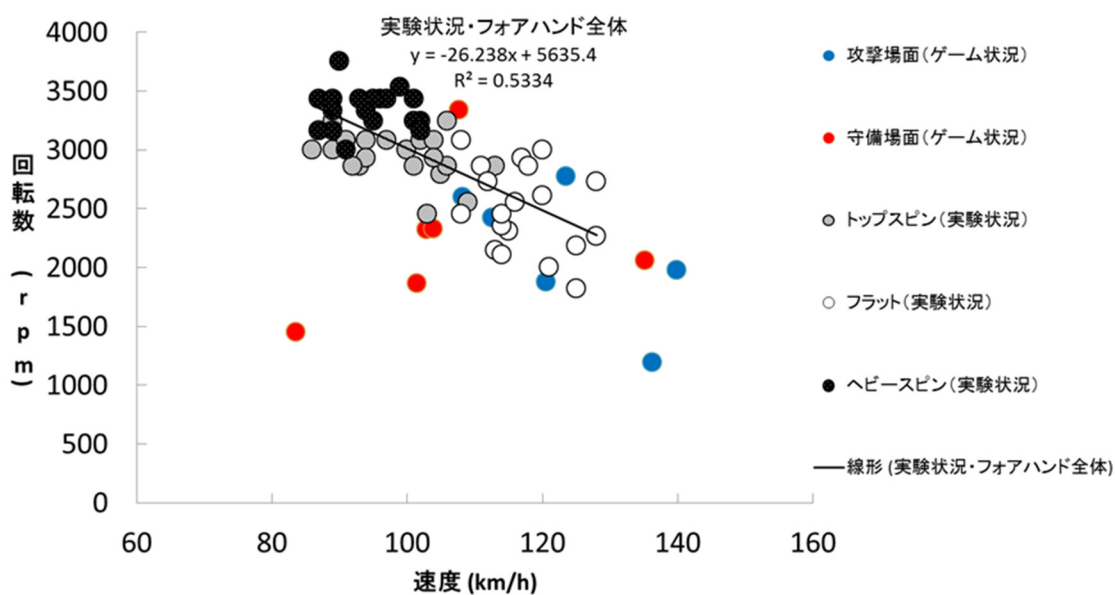


図 6 ゲーム状況における攻撃場面、守備場面と実験状況における選手 B のフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布 (vs 選手 A 1st セット 6-2)

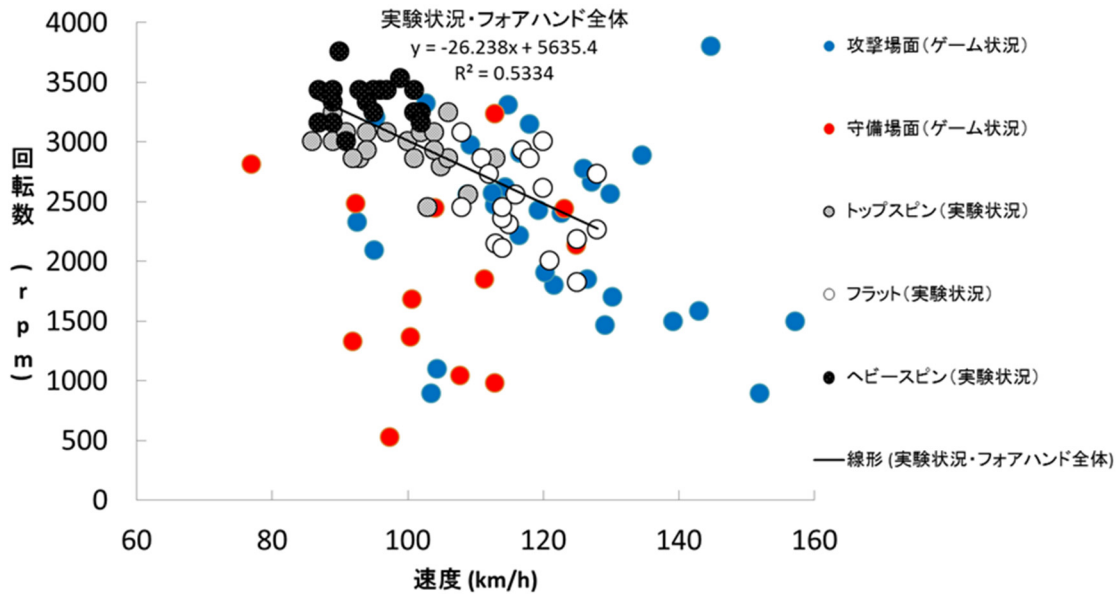


図7 ゲーム状況における攻撃場面、守備場面と実験状況における選手 B のフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布 (vs 選手 A 2nd セット 3-6)

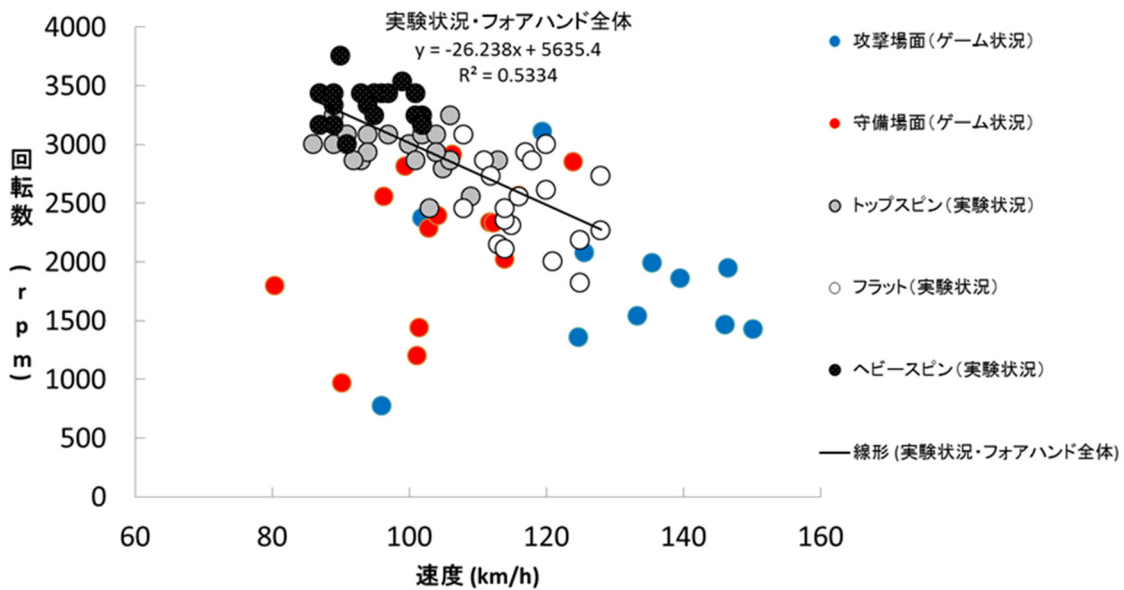


図8 ゲーム状況における攻撃場面、守備場面と実験状況における選手 B のフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布 (vs 選手 C 0-6, 3-6)

(3) 選手 C について

選手 C について、他の 2 選手に比べ、ゲーム状況の打球が実験状況の打球の分布に近いところに分布していることがわかる(図 9, 10). 本研究では結果を示していないが、サービスの打球の質が高く、サービスから有利に展開できることで、フォアハンドストロークにおいても予測・判断が容易な展開を多く作り出すことができ、一定のスイング速度を保って自在にボールコントロールできる状態で打球できていると考えられる. 攻撃場面においては打球速度と回転数の間に有意な負の相関( $p < 0.05$ )もみられた. 選手 A との対戦を見てみると(図 9), 攻撃場面においては実験状況のフラットの打球のよう

に比較的高い速度で打球しており、守備場面においては実験状況のヘビースピンの打球のように回転数を多くすることで、安定させようとしていると見受けられる。このようにゲーム状況における打球の分布と実験状況の打球の分布が近いことから、当然、選手 C の競技力は選手 A, B よりも高く、試合を有利に運んでいる状況であると考えられるが、異なる選手との試合ではどのような打球の傾向があるのかをみていく必要があると考えられる。

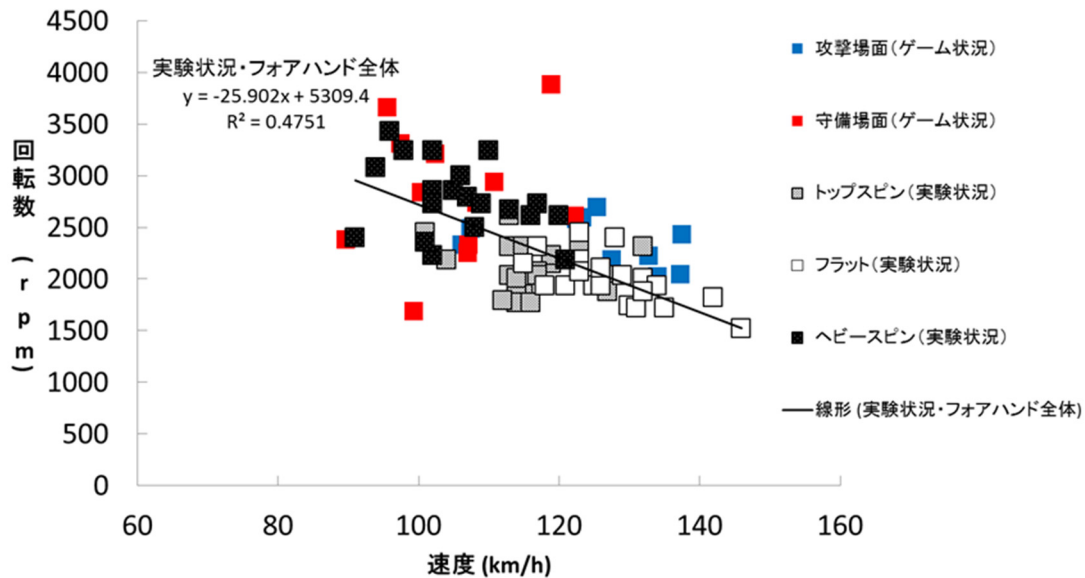


図9 ゲーム状況における攻撃場面、守備場面と実験状況における選手 C のフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布 (vs 選手 A 6-2, 6-2)

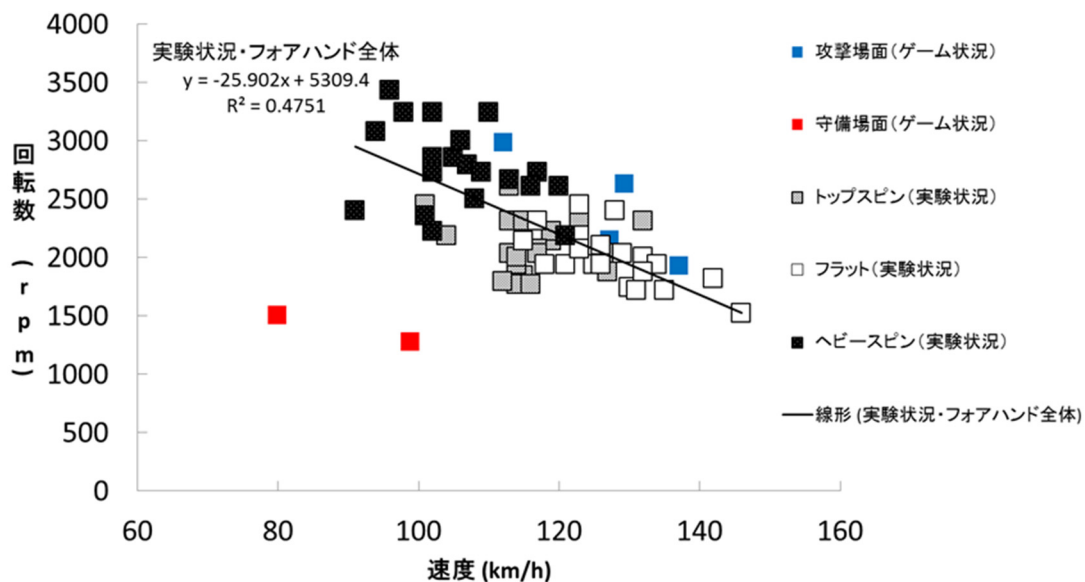


図10 ゲーム状況における攻撃場面、守備場面と実験状況における選手 C のフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布 (vs 選手 B 6-0, 6-3)

(4) ゲーム状況における打球データに着目した評価法の検討

3 選手それぞれのフォアハンドストロークについて、実験状況とゲーム状況の打球速度と回転数の

分布を比較したところ、それぞれ異なる傾向がみられた。その原因として劣勢の選手はスイング速度を落として打球してしまうといった状況が多くなること、若干無理をして、自分の許容範囲を越えた打球を強いられることにより、スイング速度が一定でないことが考えられた。前者のスイング速度を落として打球しているケースについては、ゲーム状況の守備場面で多く見られ、トップ選手のゲーム状況のフォアハンドについて、対戦相手の打球速度が高いほど、選手の打球速度が低くなるという傾向があったという村松ら(2015b)の先行研究を支持するものであると考えられる。また、後者の強く打ちすぎてしまうケースについて、余裕がないことでスイング速度を上げ過ぎたり、回転の少ない速い打球を打ったりしていると考えられる。山田ら(1999)は女子トップ選手のバックハンドストロークのミスの原因として、軸足を決めて踏み込むまでの時間が短く、フォワードスイング開始時、インパクト時のラケットヘッド速度が速くなることを挙げており、トップ選手においても状況判断の遅れやミスにより、無意識にスイング速度を上げすぎてしまうことに言及しており、ゲーム状況において強く打ちすぎてしまうケースについても、適切なスイング速度で打球できていない可能性がある。

平田ら(2007)はテニス選手が知覚、意思決定、出力という過程で「状況判断のよいプレー」を行っているとしており、どちらのケースについても、状況判断がうまくいかなかったことにより、スイング速度を一定にできていないケースが多くなっていたと考えられる。筆者らはこの出力の部分、つまりゲーム状況の打球の評価により、状況判断の能力を評価できるのではないかと考えている。選手 B はフルスイングまたはフルスイングに近いスイングで打球できる条件として、「余裕があり、完璧な準備ができてい」、「打点が高い」、「調子が良い」ときとコメントしている。

正しい状況判断ができ、スイング速度を落とし過ぎることもなく、またオーバースイングでもなく、正確に打球できる範囲のスイング速度を保って自在にボールコントロールできる状態で打球できていれば、その分布において速度と回転数の間にトレードオフの関係がみられると考えられる。選手 C の攻撃場面や、守備場面でも回転を多くして打球しているように、実験状況の打球の分布に近いところでボールをコントロールして打球できれば、試合を優位に進めることができ、選手 A, B のように実験状況の打球の分布から外れることが多くなると、ボールをコントロールしづらい状態で打球しているため、試合の展開が難しくなると考えられる。

こうして、ゲーム状況における攻撃場面の打球がどの程度現れているか、守備場面においては選手 C の選手 A との対戦(図 9)のときのように回転数を多くして、スイング速度を一定にして、いかに実験状況の打球の分布に近づけられているか、という視点で、村上ら(2018)の実験状況の打球のようなボール出し練習や基礎的なラリー練習のときの打球と、ゲーム状況の打球を比較することで、予測・判断といった状況判断の能力やゲーム状況における技術の評価を行うことができる可能性が示唆された。

また、選手 A の選手 B との対戦において、落としたセット(図 3)と取得したセット(図 4)の打球の分布では異なる傾向がみられ、選手 B のデータにおいても 2nd セットではスイング速度が低いと考えられる左下の分布と、右側の打球速度の高い分布が多くなったように見受けられる(図 7)。このようにゲーム状況における戦術の成否や調子の良し悪しなども評価できる可能性がある。こうした取得した打球データにおける各種ストロークの打球速度と回転数の関係を技術的な評価の指標とできると考えており、さらに明確な指標とするべく、様々な競技レベルの打球データを収集していく予定である。

さらに、図 11~13 にショットの成否別の打球速度と回転数の分布を示した。選手 B の左下の分布

のように守備場面でスイング速度が遅いために打球が短くなりネットミスが多くなるのか、選手 A の右上の分布のように、選手の能力を越えて強く打球するときにはネットするミスが多いのか、選手 B の右側の分布のようにしっかりと予測・判断できた状況でも回転数を少なくし過ぎてロングアウトが多くなるのかといった、打球データとポイント結果を結びつけたゲーム分析により、より詳細に選手の技術的な問題点を抽出できる可能性もある。これまでの方法を応用、発展させた評価やフィードバックの方法を検討していきたい。

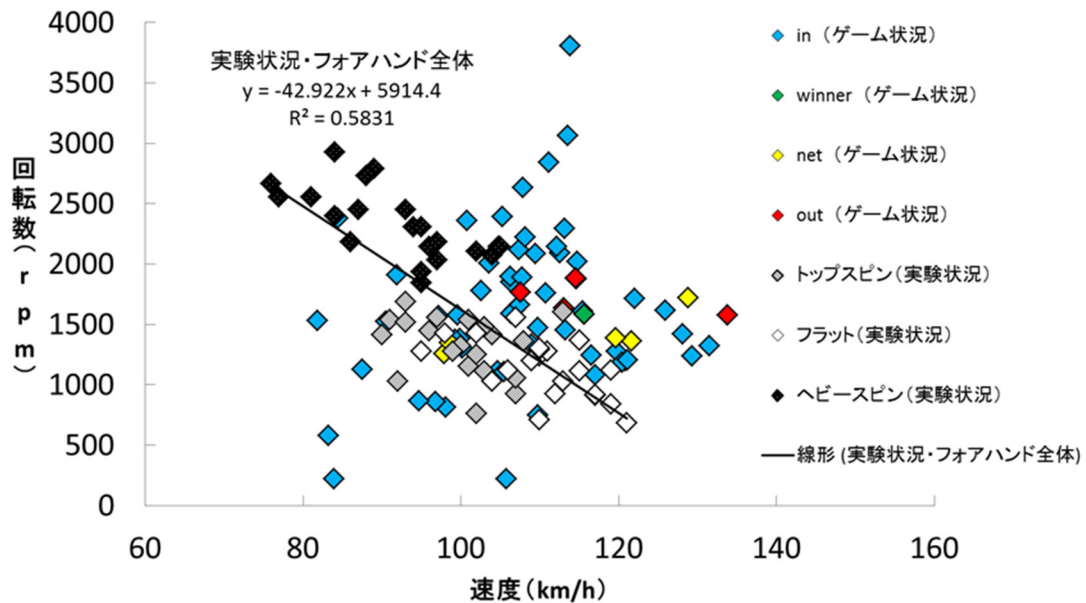


図 11 ゲーム状況における選手 A のフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布 (ショットの成否)

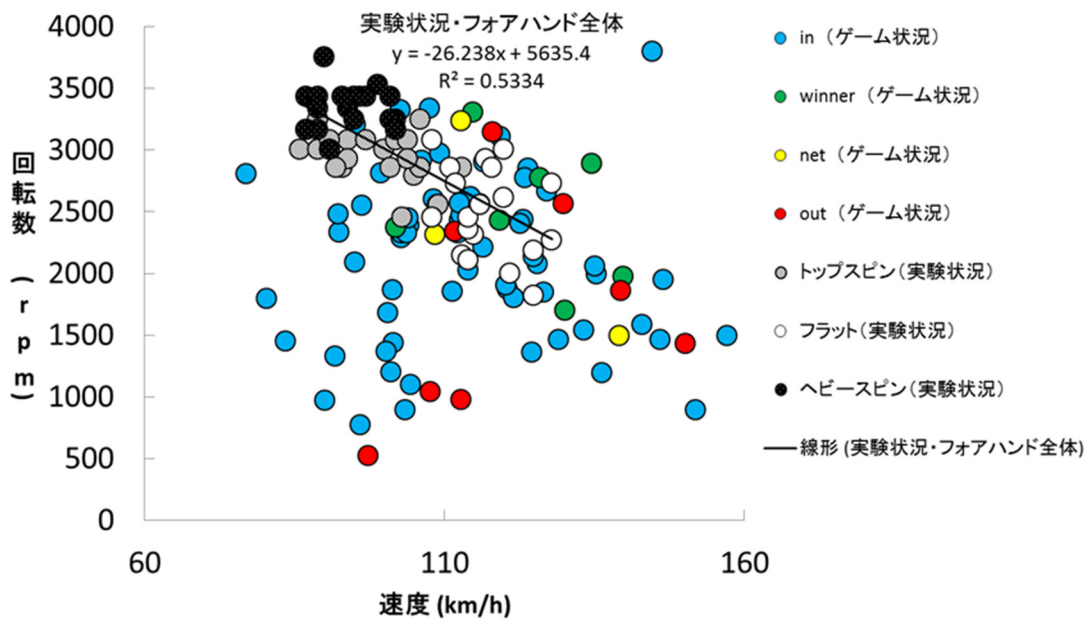


図 12 ゲーム状況における選手 B のフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布 (ショットの成否)



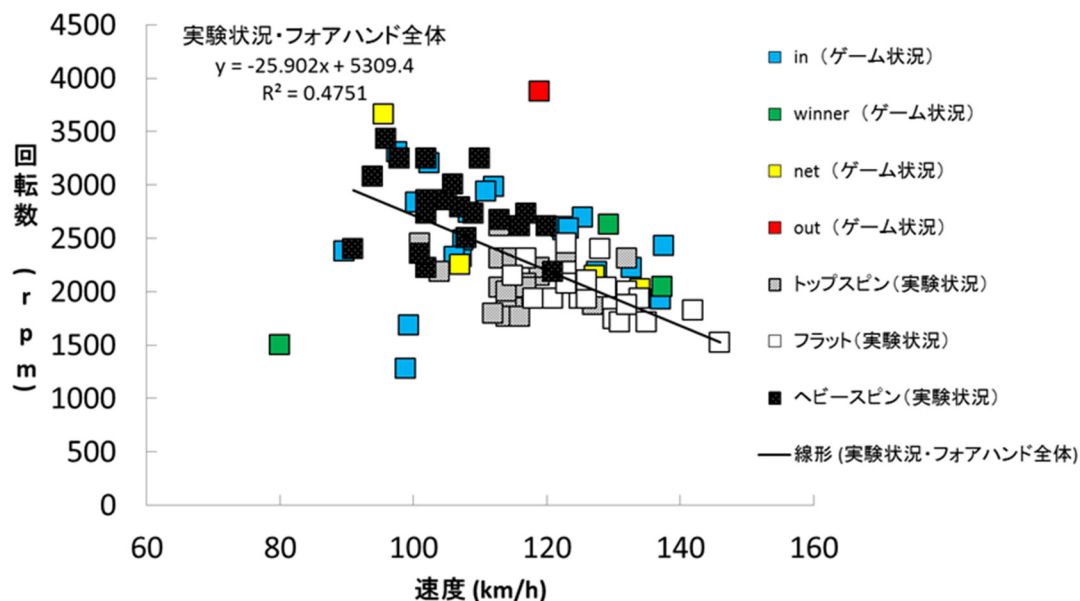


図 13 ゲーム状況における選手 C のフォアハンドストロークの打球速度と回転数の分布 (ショットの成否)

## VI. 結論

ゲーム状況におけるフォアハンドストロークについて、選手 A の打球速度の平均値は 108.56km/h (81.87km/h~133.76km/h の範囲)、回転数の平均値は 1610rpm (217rpm~3804rpm の範囲)、選手 B の打球速度の平均値は 115.41km/h (77.00km/h~157.22km/h の範囲)、回転数の平均値は 2126rpm (522rpm~3795rpm の範囲)、選手 C の打球速度の平均値は 114.26km/h (80.00km/h~137.60km/h の範囲)、回転数の平均値は 2491rpm (1276rpm~3874rpm の範囲)であった。3 選手それぞれのゲーム状況におけるフォアハンドストロークについて、攻撃場面、守備場面と実験状況の打球速度と回転数の分布を比較したところ、それぞれ異なる傾向がみられた。選手 C のゲーム状況における攻撃場面において、打球速度と回転数の間に有意な負の相関 ( $p < 0.05$ ) がみられたが、選手 A の守備場面や選手 B の攻撃場面における打球速度の高いケースなど、一定のスイング速度で打球できていない状況がみられた。このゲーム状況の打球の分布と実験状況の打球の分布を比較することで、予測・判断の能力や戦術の成否、調子のよ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。

## 文献

- ・ Cross, R. and Lindsey, C. (2005) Technical Tennis: Racquets, Strings, Balls, Courts, Spin, And Bounce. Racquet Tech Publishing: California.
- ・ Goodwill, S. R., Capel-Davies, J., Haake, S. J., and Miller, S. (2007) Ball spin generation by elite players during match play. In: Miller, S. and Capel-Davies, J., (eds.) Tennis science and technology 3. International Tennis Federation, 349-356.
- ・ 平田大輔・田中伸明・大嶽真人・佐藤雅幸・平田 聡・西條修光 (2007) テニス競技の状況判断に関する研究—指導者の考える状況判断のよいプレーとは—。専修大学社会体育研究所報, 55, 11-19.

- ・ 北村哲・高橋仁大・佐藤周平・松本健太郎・村上俊祐・前田明・西菌秀嗣(2015)テニスの攻撃場面におけるグランドストローク動作の評価尺度の作成. テニスの科学, 23, 9-18.
- ・ 北村哲・高橋仁大・佐藤周平・松本健太郎・村上俊祐・前田明・西菌秀嗣(2017)打球場面に着目した男子トップテニス選手のグラウンドストロークにおける攻撃パフォーマンスの検討. テニスの科学, 25, 73-90.
- ・ 道上静香(2016)私の考えるコーチング論:エリートテニス選手のコーチング. コーチング学研究, 29 (増刊号), 119-125.
- ・ 村上俊祐・北村 哲・高橋仁大(2016)大学生テニス選手のサービスおよびフォアハンドストロークの速度と回転数—ボール挙動測定器による測定結果—. テニスの科学, 24, 116-117.
- ・ 村上俊祐・北村 哲・有村純太郎・高橋仁大(2017)ジュニアテニス選手のサービスおよびグラウンドストロークにおける速度と回転数—K 県国体・競技力向上対策事業における測定結果—. テニスの科学, 25, 184-185.
- ・ 村上俊祐・北村 哲・前田 明・高橋仁大(2018)テニスのフォアハンドストロークにおけるボールの速度と回転数に基づく評価法の検討. テニスの科学, 26, 13-19.
- ・ 村松 憲・池田 亮・高橋仁大・道上静香・岩嶋孝夫・梅林 薫(2010)世界ランキング 50 位以内のテニスプレーヤーの国際大会におけるサービス回転量について. スポーツパフォーマンス研究, 2, 220-232.
- ・ 村松 憲・高橋仁大・梅林 薫(2015a)世界トップクラステニス選手のサービスにおける速度と回転量の関係について. テニスの科学, 23, 1-7.
- ・ 村松 憲・高橋仁大・梅林 薫(2015b)世界トップクラステニス選手のフォアハンドにおける速度と回転量の関係について. スポーツパフォーマンス研究, 7, 292-299.
- ・ 内藤 宏・宮本晃希・木村貴彦・篠原一光・三浦利章(2011)テニス熟練者の予測技能—フェイントが含まれる事態での検討—. Vision, 23(1), 115-119.
- ・ 公益財団法人日本テニス協会編(2015)テニス指導教本 I . 大修館書店:東京. p.133-134.
- ・ 日本コーチング学会編(2017)コーチング学への招待. 大修館書店:東京. p.77-78.
- ・ ショーンボーン:日本テニス協会監訳(2007)ショーンボーンのテニストレイニング BOOK. ベースボール・マガジン社:東京.
- ・ 高橋仁大(2016)テニスにおける映像・ゲーム分析の現状と最新の研究課題. Strength & Conditioning Journal Japan, 23, 3-9.
- ・ 高橋仁大・花木大樹・村上俊祐・三橋大輔・村松 憲(2017)テニスのゲームにおける打球速度と回転数の実態—国際大会の女子選手を対象として—. テニスの科学, 25, 158-159.
- ・ 対馬栄輝・石田水里(2013)医療系データのとり方・まとめ方—SPSS で学ぶ実験計画法と分散分析. 東京図書株式会社.
- ・ 山田幸雄・上田憲太郎・遠藤愛(1999)女子テニスのトッププレーヤーにおける両手打ちバックハンドストロークミスに関する事例研究. スポーツ運動学研究, 12, 95-104.
- ・ 吉田清司(2013)競技者育成のための指導法, トップアスリートの育成・強化の方法とその評価. 日本体育協会編, 公認スポーツ指導者養成テキスト共通科目Ⅲ. 日本体育協会:東京. p.153-156.