



# テニスにおけるフォアハンド ジャンピングショットの動作特性

山田 洋 (体育学部体育学科) 内山秀一 (体育学部体育学科)

遠藤慎也 (健康学部健康マネジメント学科) 長尾秀行 (国立スポーツ科学センター)

小河原慶太 (体育学部体育学科)

Performance characteristics of the forehand jumping shot in the tennis

Hiroshi YAMADA, Shuichi UCHIYAMA, Shinya ENDO, Hideyuki NAGAO and Keita OGAWARA



## Abstract

The purpose of this study was to examine difference between ball speed, accuracy and how to use body in jump shot and normal shots. We examined characteristics of the jump shot from the viewpoint of ball speed, accuracy, how to use body. The obtained main results are as follows.

1. The ball speed was significantly faster in jump shot than a normal shot ( $p < 0.01$ ).
2. The accuracy was significantly higher in jump shot than a normal shot ( $p < 0.05$ ).
3. The swing speed and the trunk twist angle were not different from jump shot between normal shots.
4. The Hit point position was higher in jump shot than a normal shot ( $p < 0.01$ ), and the arrival time to hit point was early.
5. The swing of the jump shot had the track of "the lateral swing" along the horizontal plane as compared with a normal shot.

From these results, it was suggested that jump shot was a more aggressive shot than a normal shot and that the normal shot was the stable shot that was high in accuracy.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 32, 23-29, 2020)

## I. 緒言

近年、テニスに用いられる器具の進歩や選手の技術向上により、試合展開に変化が見られてきた。より簡単にボールが飛ぶように器具が改良され、速い球を打つことが求められるようになり、多くの移動が必要なネットプレーよりもベースライン付近でのプレーが重要になってきている。特にフォアハンドストロークはバックハンドストローク

に比べて攻撃的に打つことができるため、使用頻度が高いショットである。ストロークが主体となっている中で、フォアハンドストロークを攻撃的に行うための技術として、ジャンピングフォアハンドストローク（通称エアーK）が注目されている。世界のトップで活躍する錦織圭選手が多用するショットで、ジャンピングショットを使用することで試合を有利に進め、高い競技成績につながっていると考えられる。

このジャンピングショットは、日本ではジャッ

クナイフと呼ばれ、主に両手バックハンドストロークで使われている。テニス関連のジャーナルにおいて、村上<sup>1)</sup>は、左膝を曲げて右足でジャンプし、曲げた左膝を後ろに伸ばす反動パワーをスイングに結び付けて打つのがジャックナイフと述べている。また原田<sup>2)</sup>は、力の入りづらいバック側の高い打点に対し、前足一本に加重することで後ろ足をフリーにし、腕を高く上げた状態でも身体のバランスを保つことができ、打球方向へ力を発揮し、攻撃的なボールが打てるショットだと述べている。

このように複数のジャーナルにおいて、ジャンピングショットの有用性については述べられているものの、実際にその有効性について定量的な検討はなされておらず、動作解析等に関する研究は少ない。さらに、これまでバックハンドストロークでしかジャンピングショットがあまり使われていなかったため、近年生まれた技術であるフォアハンドストロークでのジャンピングショットを研究対象として検討することは、今後のテニス界の発展のためには急務であるといえる。そこで本研究は、チャンスボールにおいてジャンピングショットと一般的な打ち方（以後普通打ち）を比較検討し、ボールスピード・正確性と体の使い方の観点から、ジャンピングショットの特性を検討することを目的とした。

テニスはオープン型（開放型）のスキルのスポーツである。相手やボールの位置、スピードなど絶えず変化する外的な状況に対応して、様々なショットを選択し、効果的にスキルとして発揮しなければならない。ジャンピングショットを、チャンスボールを打つ局面での1つの選択肢として、指導現場に役立てるための基礎的知見を得たいと考えた。

## II. 方法

### 1. 被験者

東海大学男子硬式庭球部10名（年齢 $19.9 \pm 1.0$ 歳、

身長 $169.8 \pm 6.0$ cm、体重 $64.2 \pm 5.3$ kg、競技歴 $11 \pm 1.6$ 年）で全員右利きであった。被験者にはあらかじめ実験の趣旨を十分に説明し、文書を用いて同意を得た。なお、本実験は当該機関の倫理規定に則り、倫理委員会の承認を得て実施した。

### 2. 測定方法

図1に実験の設定を示す。バットイング練習用ボール出し器（PROMARK、株式会社サクライ貿易社製）でボールを出し、「ジャンピングショット」と「普通打ち」を各5球ずつ打たせた。打ち方はランダムとし、ターゲットエリアを狙わせた（図2）。被験者には試技前に試技と同じ形で練習を納得がいくまで行わせた。試技は全力で行うように指示し、スピードガン（ミズノコードレススピードガン、Mizuno社製）を使用してボールの速度を計測した。ターゲットエリアを用いて点数をつけ、正確性についても検討した。

被験者の右側面、背後面からハイスピードカメラ（EXILIM FX-F1、CASIO社製）を3台使用し、動作全体が映るように撮影した。カメラの設定は、撮影速度300fps、シャッター速度 $1/500 \sim 1/1000$ 秒とした。被験者から打球方向に向かって前後方向をY軸、左右方向をX軸、鉛直方向をZ軸と定義した。キャリブレーションは高さ2.5mのボールに0.5cm間隔で6個のコントロールポイントを取り付け、サービスラインから前後2m、デュースサイドシングルスラインから4mを1m間隔で順に撮影した。

### 3. 分析方法

3次元DLT法を用いて映像解析（FrameDIAS IV、DKH社製）を行った。デジタイズポイント<sup>3)</sup>は、右手先、右手首、右肘、左手先、左手首、左肘、右つま先、右母指球、右かかと、左つま先、左母指球、左かかと、耳珠点、右肋骨下、左肋骨下、頭頂、右肩、左肩、右大殿子、左大殿子、右膝、左膝、右足首、左足首、胸骨上縁、ラケット右、ラケット左、ラケット下、グリップエンド、ラケット先端、ボールの計31点であった（図3）。

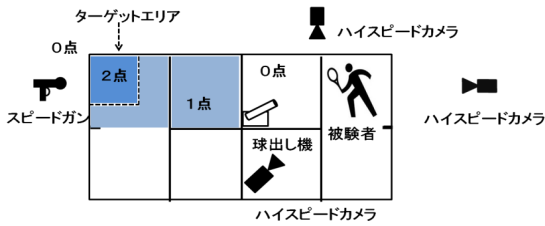


図1 実験設定  
Fig. 1 Experimental settings

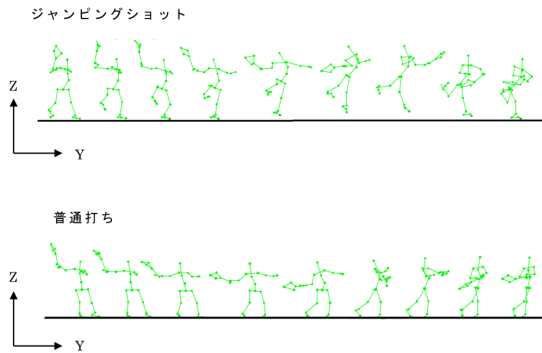


図2 ジャンピングショットと普通打ち  
Fig. 2 Jumping shots and normal shots

フィルターはバターワース型を用い、ジャンピングショットとノーマルショットについて以下の項目を算出した。

1) ボールスピード

スピードガン（ミズノコードレススピードガン、Mizuno 社製）を使用して速度（km/h）を計測した。

2) 正確性

打球がターゲットエリアに入れば2点、アドバンテージサイド半面に入れば1点、それ以外のアウトやネットなどは0点とした（図1）。

3) スイングスピード

ラケット先端の合成速度をスイングスピード（m/s）とした。

4) 体幹の捻り角度変化量

体幹のひねり角度はY軸を基準にし、右肩峰から左肩峰を結んだ線が回転した大きさ（度）とした。

5) 打点位置

ボールがインパクトされるまでのボールのZ軸方向成分（m）を算出した。

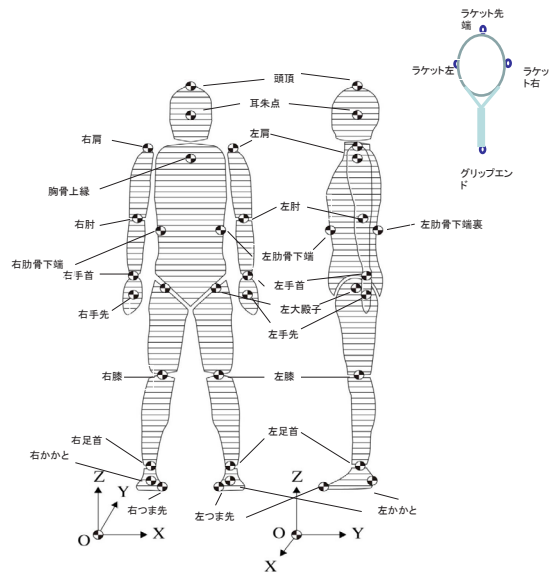


図3 マーカー位置  
Fig. 3 Body surface marker

6) スイング軌道

右肘のZ軸方向成分の変位をラケットの上下方向のスイング軌道とし、インパクトまでの変位（m）を算出した。

4. 統計処理

得られたデータは、統計処理ソフト（Excel 2010、Microsoft 社製、および PASW Statics18、日本 IBM 社製）を用いて統計処理を行った。測定項目の比較には対応ある t 検定を行い、有意水準は 5%未満とした。

Ⅲ. 結果

1. ボールスピード・正確性について

図4（左）に被験者全員のボールスピードの平均値を示した。ボールスピードは、ジャンピングショットにおいて $114.8 \pm 7.2 \text{ km/h}$ 、普通打ちにおいて $121.3 \pm 7.5 \text{ km/h}$ であった。ボールスピードは、普通打ちと比較してジャンピングショットにおい

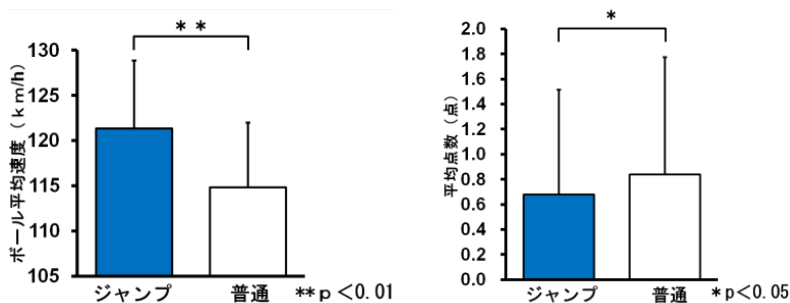


図4 ボールスピード (左) と正確性 (右)  
Fig. 4 Ball speed (left) and accuracy (right)

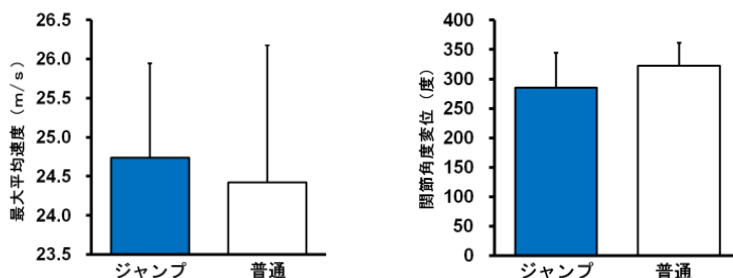


図5 スイングスピード (左) と体幹の捻り角度 (右)  
Fig. 5 Swing speed (left) and trunk twist angle (right)

て有意に高値を示した ( $p < 0.01$ )。

図2 (右) に被験者全員の打球点数 (正確性) の平均を示した。ジャンピングショットで  $0.7 \pm 0.8$  点、普通打ちで  $0.8 \pm 0.9$  点であった。打球点数は、ジャンピングショットと比較して普通打ちにおいて有意に高値を示した ( $p < 0.05$ )。

## 2. スイングスピードと体幹の捻り角度について

図5 (左) に被験者全員のスイングスピード最大速度の平均値を示した。スイングスピードは、ジャンピングショットにおいて  $24.7 \pm 1.2$  (m/s)、普通打ちにおいて  $24.4 \pm 1.8$  (m/s) であった。スイングスピードに関しては、ショット間において有意な差は認められなかった。

図5 (右) に被験者全員の肩の捻り角度 (体幹捻り角度) の平均値を示した。ジャンプショット時の肩関節角度変位は  $299.6 \pm 78.8$  度、普通打ち時では  $298.8 \pm 82.7$  度であった。肩関節角度での平均値では有意な差は見られなかった。

## 3. 打球位置と重心位置の比較について

図6に、ボールの軌跡におけるインパクト時のボールZ軸座標、すなわちインパクト時の打点の高さを示した。打点の高さは、普通打ちと比較して、ジャンピングショットで有意に高値を示した ( $p < 0.01$ )。インパクト時刻を比較すると、ジャンピングショットのほうが普通打ちよりも早く、ボールのワンバウンド後の最高到達地点付近で打っていた。

## 4. スイング軌道について

図7に被験者全員の右肘Z軸変位、すなわち上下方向のスイング軌道の経時変化を示した。実線はジャンピングショット、破線は普通打ちを示し、上下の細い線は、それぞれのスイングの範囲を示す。ジャンピングショットにおけるスイングは、緩やかに上昇しており、横振りのスイングを行っていたことを意味していた。一方、普通打ちにおけるスイングは、一旦下降してから再び上昇

しており、上から下、下から上にスイングが行われていたことを意味していた。

図8にスイング軌道のピーク間の差分、すなわちスイング軌道の変化量を示した。スイング軌道の変化量は、普通打ちと比較して、ジャンピングショットにおいて有意に低値を示し ( $p < 0.01$ )、横振りのスイングを行っていた。

## IV. 考察

### 1. スイングスピード・体幹の捻り角度がショットに及ぼす影響

ボールスピードは、普通打ちと比較してジャンピングショットにおいて有意に高値を示した ( $p < 0.01$ )。このボールスピードに影響を与える要因として、スウィングスピード・体幹の捻り角度を算出し、両ショット間で比較した。スイングスピード最大値はショット間において有意な差が認められなかった。また、ジャンプショット時体幹の捻り角度もショット間において有意な差は見られなかった。

藤澤ら<sup>4)</sup>らは、硬式テニス部に所属する群とテニスサークルに所属する群を対象として、テニスのストローク時の胴・肩・肘のモーメント（回転力）を調べ、ボールスピードの速い人ほど、胴と肩が強い回転力を生み出していることを報告している。本研究では、ジャンピングショットにおいてボールスピードが速かったが、スイングスピード・体幹捻り速度にはショット間で違いが見られなかった。したがって、これら以外の要因が関係していると考えられる。そのため、インパクトの場所（空間的位置）およびタイミング、スイング軌道について検討を行った。

### 2. インパクトの位置（打点の高さ）とタイミングからみたジャンピングショットの特徴

本実験の結果において、打球点数は、ジャンピングショットと比較して、普通打ちにおいて有意な高値を示し ( $p < 0.05$ )、正確性が高かった。こ

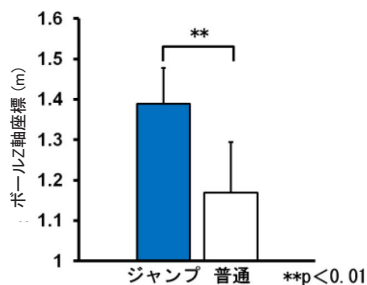


図6 インパクト時の打点の高さ  
Fig. 6 Height of impact point

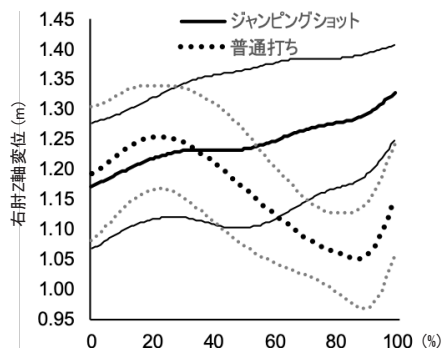


図7 スイング軌道  
Fig. 7 Swing trajectory

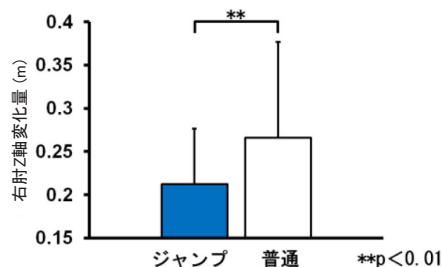


図8 スイング軌道の垂直方向の変化量  
Fig. 8 Vertical change of swing trajectory

れらに影響を与える要因として、ボールの軌跡から算出したインパクトの位置（打点の高さ）とタイミングを比較すると、ジャンピングショットのほうが普通打ちよりも早く、ボールのワンバウンド後の最高到達地点付近で打っていることがわかった。したがって、ジャンピングショットにおいてはインパクトの位置が高く、空中でボールを捉えていることからバランスを取る事が困難であったこと、およびタイミングが早いためボールを捉えるまでの調整時間の短いことが、正確性の低さ

に繋がった可能性が考えられる。さらに、本研究では一般的なテニスの練習で行われるようにサーブスライン付近で、あまり移動せずに試技を行わせたため、正確性が低くなったと考えられる。

### 3. スイング軌道からみたジャンピングショットの特徴

スイング軌道を比較した結果、ジャンピングショットにおけるスイングは、緩やかに上昇しており、横振りのスイングを行っていた。これに対し、普通打ちにおけるスイングは、一旦下降してから再び上昇しており、上から下、下から上にスイングが行われていた。スイング軌道の変化量は、普通打ちと比較して、ジャンピングショットにおいて有意に低値を示し ( $p < 0.01$ )、上下動の少ない横振りのスイングを行っていた。

打球位置の比較では、ボールがバウンドする過程で、ジャンピングショットにおいてボールが頂点付近の位置で打球され、普通打ちにおいてボールが頂点から落下した位置で打球されている。テニスの指導現場ではボールが頂点から少し落下したところで打球するように指導されるのが一般的である。そのためラケットを下から上にスイングすることが基本とされており、普通打ちのスイングにはその傾向が見られた。これに対し、ジャンピングショットではゆるやかな上昇をし、かつ高低差の少ないスイングとなっており、横振りにスイングが行われていたと言える。西山ら<sup>5)</sup>は、硬式テニスのフォアハンドストロークに関して、トスマシーンを用いて打点位置を低(膝)・中(腰)・高(肩)と変えて打球させ、その際の上肢・上肢帯の筋活動を検討している。主な結果として、打点が高くなるにつれて三角筋後部の筋放電が増大することを認め、これが肩関節の水平内転に加え、外転を行っていることを意味し、力の伝達が積極的に行われていると考察している。これらの報告をふまえ、ジャンピングショットでは、上下動が少ない、上昇軌道のスイングにより、力のロスを少なくして、効率的にボールを捉えている事が、ボーススピードの上昇に繋がったと推察

される。

### 4. テニスの実践場面での使い分けと指導・トレーニングへの示唆

本研究の結果から、ジャンピングショットでは、普通打ちと比較して、打点が高く、早いタイミングでボールを捉え、正確性にはやや劣るものの、ボールスピードを高めた攻撃的なショットであることが明らかとなった。

テニスでは打球するまでにラケットを後ろに引くテイクバックと呼ばれる準備時間がある。テニスは再現性の高さが要求されるスポーツで、スイングを安定させる必要があるが、そのテイクバックはテニスにおいて極めて重要な局面と言える。そのため試合では相手に十分な準備をさせないことが、ポイントを取るために重要な要素である。テニスにおいては、相手にポジションに戻る時間やテイクバックする時間を与えないためにライジングショット(バウンド後、頂点に到達する前に打つショット)と呼ばれるボールがある。このショットを用いる事により、打点のタイミングが早くなることで相手のコートへの到達時間を速くすることが出来るため、相手の準備する時間を奪うことができる。ジャンピングショットにおいても、普通打ちに比べて打点が高くかつタイミングが早いショットとなり、相手から時間を奪うことができるため、より攻撃的なショットだといえる。これに対し、正確性の高い普通打ちは、アプローチショットと呼ばれるネットプレーに繋げるためのショットとして使用すると効果的だと考えられる。

## V. まとめ

本研究の目的は、ジャンピングショットと普通打ちを対象として、ボールスピード・正確性と体の使い方の違いを検討することであった。我々は、ボールスピード・正確性、体の使い方の観点からジャンプショットの特性を検討した。得られた主な結果は以下の通りである。

1. ボールスピードは、普通打ちと比較して、ジャンプショットにおいて有意に速かった ( $p < 0.01$ )。
2. 正確性は、普通打ちと比較して、ジャンプショットにおいて有意に高かった ( $p < 0.05$ )。
3. スイングスピードおよび体幹ひねり角度は、ジャンプショットと普通打ち間で違いがなかった。
4. 打点位置は、普通打ちと比較して、ジャンプショットにおいて高く ( $p < 0.01$ )、到達時刻は早かった。
5. ジャンプショットのスイングは、普通打ちと比較して、水平面に沿った「横方向への振り」の軌道を有していた。

これらの結果から、普通打ちよりもジャンプショットの方がより攻撃的なショットであること、および、普通打ちは正確性が高い安定したショットであることが示唆された。

#### 謝辞

本研究を進めるに当たり、東海大学体育学部 齋藤優太氏、鈴木眞魚氏、竹内健人氏、ならびに体育会硬式庭球部の皆様に多大なるご協力をいただいた。記して、感謝の意を表する。

#### 参考文献

- 1) 村上武資：テニスクラシックブレイク別冊, pp. 32-33, 2009.
- 2) 原田夏希：テニスクラシックブレイク, pp. 24-25, 2007.
- 3) 阿江通良：日本人幼児およびアスリートの身体部分慣性係数, 15, pp. 155-162, 1996.
- 4) 藤澤朋子, 淵本隆文, 金子公宥：テニスのストローク動作における関節トルク：頭上から見た水平回転運動の解析, 体育学研究, 42, 436-445, 1998.
- 5) 西山潤, 久保田豊司, 徳原康彦, 岡本勉, 山下英明, 山根文隆, 後藤幸弘, 風井詔恭：硬式テニスフォアハンドグラウンドストロークにおける筋電図的研究, 日本体育学会大会号, 40, 374, 1989.