

# 大学卓球選手におけるトップスピン量の測定

## Measurement of quantity of top spin in college table tennis players

牛山 幸彦\*・玉木 徹\*\*・五十嵐久人\*・橋本 修\*

Yukihiko USHIYAMA・Tohru TAMAKI・Hisato IGARASHI・Osamu HASHIMOTO

### 1. はじめに

スポーツにおける球技では、ボールのスピンはパフォーマンスを左右する大きな要因である。たとえば野球においては投手が変化球を投球する際のボールスピンの量、回転軸の角度によって球種が大きく異なることになる。特に卓球競技においては、その種目特性としてボールのスピードとスピンにあるといわれる。卓球におけるボールのスピンは空中期における変化だけでなく、バウンドの仕方やラケットとの衝突後における反射角に大きく影響を与える。従って、ボールのスピン量を定量化し、提示することで卓球指導における客観的な指標を与えることが可能になると考えられる。

Wu Huan Qun らは中国ナショナルチーム12選手のドライブで平均8094(rpm)、同じくユースチーム11選手で平均7872(rpm)というデータを示している。このように、卓球競技におけるトップアスリートの打球によるスピン量は8000(rpm)を超えており、一般に定量化することは難しく、あまり頻繁に行われていない。

また、2000年4月のルール改定で卓球ボールの規定が変わり、ボールの直径が38(mm)から40(mm)になっている。(国内では2000年全日本選手権大会、高校生以上の大会は2001年4月施行、2002年4月か

ら中学生を含め完全移行) この改定の目的は、卓球競技の特性であるボールのスピードとスピンを抑さえ、ラリー回数を多くして観客が見て楽しめる競技にしようというものである。

2000年度の全日本卓球選手権大会において(財)日本卓球協会スポーツ医科学委員会がラリー回数をカウントした結果、攻撃型の選手同士の試合の場合、男子3.70回、女子4.12回であった。(攻撃型の選手と守備型の選手の試合では男子6.80回、女子9.12回) 1994年で調査した38(mm)ボールでの試合の平均ラリー回数は男子3.05回、女子3.74回であり、それぞれ平均で0.6回以上の増加となっている。これは明らかにボールの直径が変わった影響によるものである。Zhang X.によると、38(mm)ボールと比較し、40(mm)ボールではスピードが最大13%、スピン量が最大21%の減少になっていると報告している。

このようにボールの直径が大きくなると、スピン量が減少し、相手のミスを誘発しにくくなると考えられるが、40(mm)ボールになってからのスピン量のデータはまだそれほど多くは見あたらない。

そこで本研究では一つの指標として大学卓球選手におけるスピン量を計測することを目的とした。

2002. 11. 29 受理

\* 新潟大学教育人間科学部

\*\*新潟大学工学部

## 2. 分析対象選手（被験者）

分析の対象は新潟大学学友会卓球部に所属する男女各8名とした。新潟大学学友会卓球部は関東甲信越大学体育大会卓球の部において平成14年現在まで男子3連勝、女子6連勝中であり、平成14年度全国国立大学卓球大会において男子個人戦シングルスおよびダブルス優勝、女子団体戦優勝を果たしている。また、女子は6年連続全日本大学対抗卓球大会にも出場しており、国立大学ではトップクラスの戦績を持つ。

各選手の特性および測定結果は表1および表2に示す。卓球競技の経験年数は男子 $9.5 \pm 1.35$ 年、女子 $9.25 \pm 4.62$ 年であった。

## 3. 測定方法

測定には高速度デジタルビデオカメラを用い、ドライブ打法について撮影を行った。用いた高速度デジタルビデオカメラは図1に示すものであり、その特性は以下の通りである。

## ■本体

日本ローパー社製 Motion Meter 500  
録画レート 最高1/500 sec  
シャッタースピード 最高0.1 msec  
(実験時 0.5 msec)

## ■レンズ

Canon 社製 V6X 16-1.9 MACRO  
焦点距離 16~100 mm (6倍)  
絞り F1.9~Close  
撮影の設定およびその様子については図2および

表1 男子選手の特性およびスピニング量









No.	被験者	卓球競技年数(年)	ラケット・ラバー種	主な競技歴	インパクト直後	スピニング量 (rpm)	備考
1	T. K.	10	右ペン・裏ソフト	平成13年度全日本学生卓球大会シングルス3回戦進出・平成14年度全日本国立大学卓球大会単複優勝		4,715.2	
2	K. H.	9	右ペン・裏ソフト			4,792.0	インパクトがラケット面下方
3	A. Y.	8	右ペン・表ソフト			3,958.8	
4	I. M.	12	右シェーク・裏裏	平成13年度全日本卓球選手権大会シングルス出場		4,592.6	
5	T. W.	9	右ペン・表ソフト	平成13年度夏季北信越学生卓球選手権大会ダブルス優勝		3,908.5	
6	K. T.	10	右シェーク・裏粒高			4,412.3	インパクトがラケット面下方
7	H. K.	8	左シェーク・裏裏			4,910.7	インパクトがラケット面下方
8	H. Y.	10	左シェーク・裏裏	平成13年度夏季北信越学生卓球選手権大会ダブルス優勝・平成14年度全日本卓球選手権大会ダブルス出場		4,429.0	
平均		9.50				4,464.87	
標準偏差		1.31				369.24	
最大値		12.0				4,910.7	
最小値		8.0				3,908.5	



図1 高速度デジタルビデオカメラ

図3に示す。これらの図に示すとおり、選手の利き腕側方よりハロゲンランプ照明を施し、同方向から高速デジタルビデオカメラで打球点の撮影を行った。被験者にはフィーダーから送り出されたトップスピンボールに対してドライブ技術を用いてトップスピンで打ち返すという試技を行うよう指示した。

図4は撮影に用いたマーク付きの卓球ボール(直径40(mm)公式球)である。このマークは不定形、不規則なマークをつけてある。これは、このマークのコマ毎の写り方からボールのスピンの様子を検出するためのものである。

撮影されたデジタル画像データは図5に示すとおりの流れによって処理を行った。高速デジタルカメラではメモリ上に画像が残されるため、多くの画像を保存するには適さない。そこで、その都度一般のデジタルビデオカメラに成功試技を保存し、次の計

表2 女子選手の特性およびスピン量

No.	被験者	卓球競技年数(年)	ラケット・ラバー種	主な競技歴	インパクト直後	スピン量 (rpm)	備考
1	N.E.	1	右シェーク・裏裏			3,172.0	
2	Ko. Y.	8	右シェーク・裏表	平成14年度全日本大学対抗卓球大会出場		4,151.1	インパクトがラケット面下方
3	Su. A.	8	右シェーク・裏表	平成14年度全日本卓球選手権大会ダブルス出場		4,036.9	
4	Sh. A.	9	右ペン・裏ソフト	平成14年度全日本卓球選手権大会ダブルス出場		4,690.7	インパクトがラケット面上方
5	W. Y.	10	右シェーク・裏裏	平成14年度全日本大学対抗卓球大会出場		3,888.2	インパクトがラケット面上方
6	W. H.	10	右シェーク・裏裏	平成14年度全日本大学対抗卓球大会出場		4,618.8	
7	T. N.	18	右ペン・裏ソフト	平成13年度新潟県卓球連盟硬式女子ランキング8位		4,403.8	インパクトがラケット面上方
8	Ki. Y.	10	右シェーク・裏表	平成13年度全日本大学対抗卓球大会出場		4,296.8	
平均		9.25				4,157.29	
標準偏差		4.62				483.36	
最大値		18.0				4,690.7	
最小値		1.0				3,172.0	

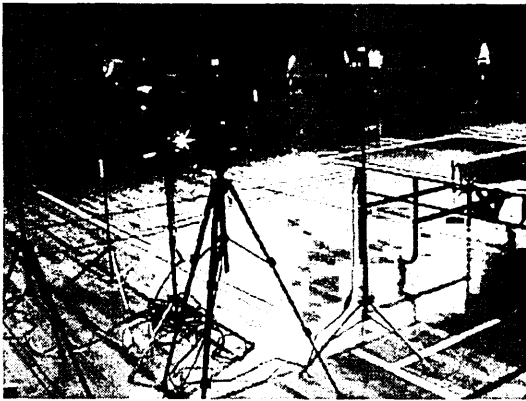


図2 高速度デジタルカメラによる撮影の設定

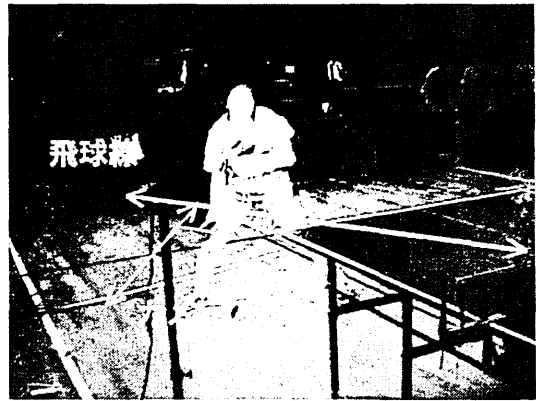


図3 高速度デジタルカメラによる撮影の様子



図4 実験に用いたマーク付き卓球ボール

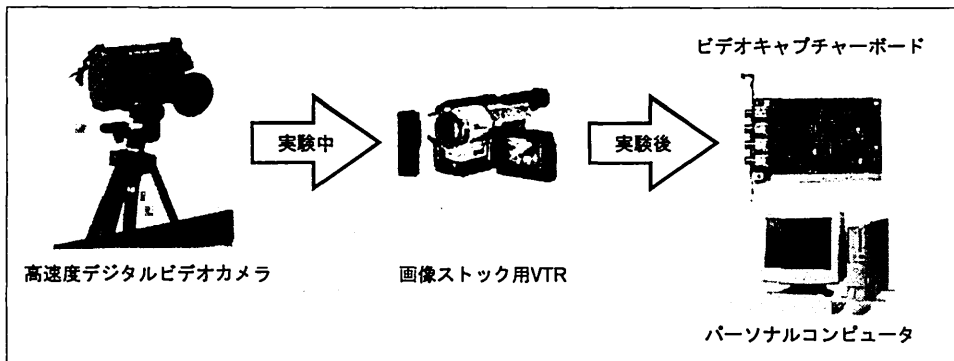


図5 デジタル画像データの流れ

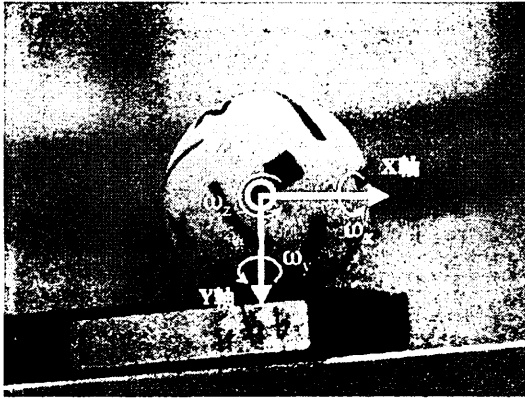


図6 卓球ボールの回転軸

X, Y, Z軸周りの回転角  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$

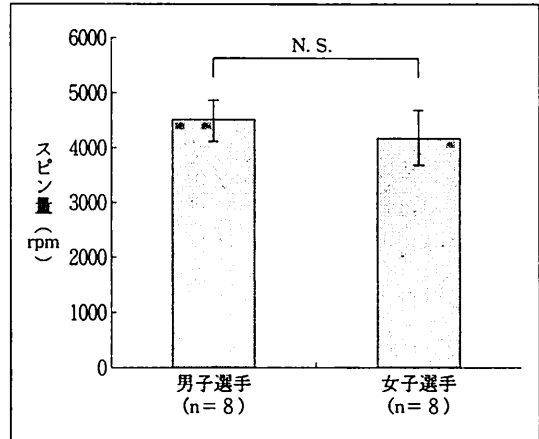


図7 男子選手と女子選手の平均値の差

測に備えることとした。一般のデジタルビデオカメラに保存された画像データは撮影後、データ処理段階においてビデオキャプチャボードを介し、パーソナルコンピュータに取り込み、コンピュータ上において保存した。

保存されたビデオ画像における、各被験者の打球前後の数フレームを抽出し、ボールのマークの特徴点をデジタル化して、画面上におけるマークの移動方向および距離からボールのスピン量の算出を行った。その際、カメラの光軸をZ軸とし、鉛直方向をY軸、水平方向をX軸とした。座標系を図6に示す。

#### 4. 結果および考察

各被験者のインパクトの様子と打球によるスピン量は表1および表2の通りである。備考欄にはラケットとボールのインパクト時における位置関係を記述した。ラケットの中心から外れた位置でインパクトしているケースが多いことがわかる。

各被験者のスピン量はインパクト後、数フレームから得た数値の平均値である。男子選手8名の平均スピン量は $4,464.87 \pm 369.24$  (rpm)であり、女子選手8名は $4,157.29 \pm 483.36$  (rpm)であった。平均値の差を図7に示す。平均値では男子選手が女子選手をわずかに上回っているが、対応関係のない両側t検定を用いて平均値の差の検定を行ったところ、両者に統計的な有意差は見られなかった。これは男子選手の中にトップスピン回転を主体として試合を行うタイプ以外の選手が混在していることが一つの要因と

して挙げられるが、主に他競技種目と比較して男女差が少ないという競技特性を表しているものと考えられる。また、38(mm)ボールで測定した中国ナショナルチームの平均スピン量、約8000(rpm)を元に40(mm)ボールでのスピン量を推定すると約6400(rpm)であり、これと比較すると、新潟大学卓球選手の場合はその約7割であることがわかった。

図8および図9に被験者H.Y.(男子選手)と被験者W.H.(女子選手)の解析結果を示す。被験者H.Y.は左利きであるため、画面に対してスピンの方向が被験者W.H.と逆転している。縦軸はスピン量であり、単位は(rpm)とし、毎分あたりのスピン量を表している。横軸は時間軸である。

$\omega_x, \omega_y, \omega_z$ は図6で示す回転軸周りのスピン量であり、 $\omega$ はボール全体のスピン量を表している。 $\omega$ は  $\omega^2 = \omega_x^2 + \omega_y^2 + \omega_z^2$  という関係から算出した。

それぞれの図中に示す縦線はインパクト時点を表している。これはZ軸周りのスピン量がプラス回転からマイナス回転(左利きの場合)またはマイナス回転からプラス回転(右利きの場合)に転じていることからおおそ推定することができる。

インパクト時点以前の回転はフィーダーによって送り出された打球のスピン量であり、インパクト時点以後の回転は被験者の打球によって与えられたスピン量と言うことになる。フィーダーから送り出された打球のスピン量は両被験者の場合とも約3,000(rpm)前後であり、ほぼ同程度であったことがわかる。そして、打球後のスピン量は約4,400~4,600(rpm)になっていたことがわかった。

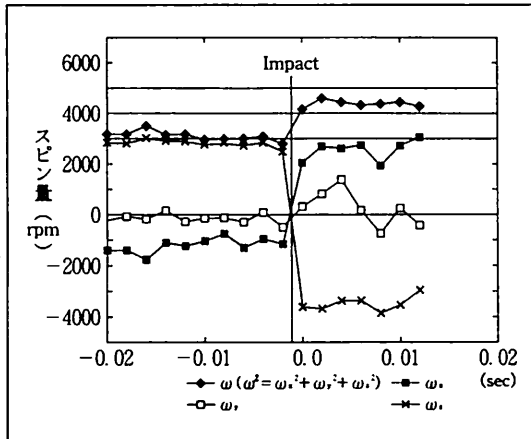


図8 被験者H. Y. (男子) のスピンの量

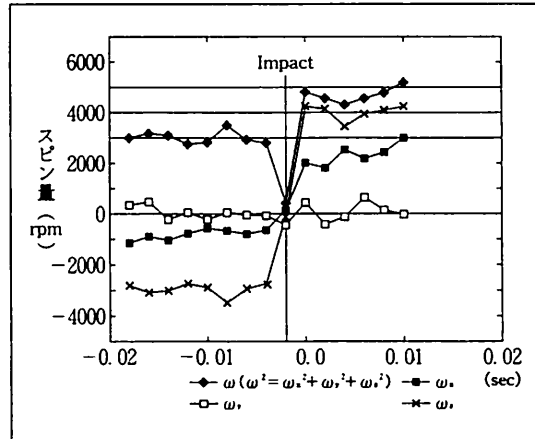


図9 被験者W. H. (女子) のスピンの量

## 6. 参考文献

- 1) Hai-peng TANG, Masato MIZOGUCHI et al., "Speed and spin characteristics of the 40 mm table tennis ball", TABLE TENNIS SCIENCES No. 4 & 5, pp. 278-284, 2002.
- 2) H.-Y. Shum, R. Szeliski, "Systems and experiment paper : Construction of panoramic image mosaics with global and local alignment," International Journal of Computer Vision, Kluwer Academic Publishers, vol. 36, no. 2, pp. 101-130, 2000.
- 3) 玉木徹, 山本正信 : 「CG を用いたカメラ校正法」, 平成13年度電子情報通信学会信越支部大会講演論文集, pp. 15-16. 長岡技術科学大学, 新潟, 2001.
- 4) Toru Tamaki, Tsuyoshi Yamamura, Noboru Ohnishi, "A Method for Compensation of Image Distortion with Image Registration Technique," EICE Transactions on Information and Systems, Vol. E84-D, No. 8, pp. 990-998, 2001.
- 5) 牛山幸彦, 玉木徹, 五十嵐久人, 橋本修 : 「デジタル画像解析によるボールスピンの測定方法の提案」, 新潟体育学研究第20巻, 2002.
- 6) Wu Huan Qun, Qin Zhifeng, et al., "Experimental Research in Table Tennis Spin", International Journal of Table Tennis Sciences No. 1, pp. 73-78.
- 7) Zhang X., "A technical investigation into the ITTF large ball tournament in Suzho", The 6th ITTF Sports Science Congress World Table Tennis Vol. 37, 6, pp. 61-64, 2000.