科学的知見を援用した卓球におけるサービスの技術水準向上のための実践的研究： 回転が異なる2種類のサービスを対象にして

Practical Study on Improving Service Skills Applying Scientific Knowledge to Increase
Competitiveness of Table Tennis Players: As for Two Kinds of Service with Different Spin

吉 田 和 人：Kazuto YOSHIDA¹
山 田 耕 司：Koshi YAMADA²
玉 城 将：Sho TAMAKI³
池 袋 晴 彦：Haruhiko Ikebukuro⁴
加 賀 勝：Masaru KAGA⁵

- 1 静岡大学教育学部：Faculty of Education, Shizuoka University
836 Ohya, Suruga-ku, Shizuoka, Shizuoka 422-8529
- 2 NPO 法人卓球交流会：Table Tennis Friendship Club
190-2 Ikeda, Suruga-ku, Shizuoka, Shizuoka 422-8005
- 3 慶應義塾大学大学院理工学研究科：Graduate School of Science and Technology, Keio University
3-14-1 Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama, Kanagawa 223-8522
- 4 筑波大学大学院人間総合科学研究科：Graduate School of Comprehensive Human Sciences,
University of Tsukuba
3-29-1 Otsuka, Bunkyo-ku, Tokyo 112-0012
- 5 岡山大学大学院教育学研究科：Graduate School of Education, Okayama University
3-1-1 Tsushima-naka, Kita-ku, Okayama, Okayama 700-8530

Abstract

The purpose of this study was to clarify practical knowledge of improving service skills to increase competitiveness level of table tennis players using sport sciences. The practice of sport science support has been ongoing for three years, focusing on players from 13 years to 18 years who belonged to the Japanese Olympic Committee elite academy team. Two experiments per year were conducted. A high-speed camera (1000Hz) was used to measure the rotation speed of the service ball and two normal speed cameras (30Hz) were used to measure players' movements. A meeting was held on the day after each experiment to discuss the results, during which each player, his/her coach, and staff who analyzed the experimental data clarified the technical challenges for the player. 9 male players and 7 female players participated at least once in both the experiments and the meetings during the 3-year period. The main results were as follows.

- 1) Range of rotation speed for the male players' services was from 35.7rps to 83.3rps, and that of the female players' services was from 16.4rps to 66.7rps. No-spin services were not included in these

measurements.

- 2) Mode of rotation speed for the services was greater than or equal to 50rps but less than 60rps for the male players and female players, respectively.
- 3) For movement of servers as seen from the receiver's viewpoint, differences between two kinds of the most performed type of forehand service with different spin only for the several players were observed in racket movement, elbow movement, free hand movement, trunk movement, stance, head movement and first bound position on the server's court. Among these, differences of racket movement after impact were the most frequently observed.

It seemed that these results were practicable as a reference standard of rotation speed and as points of qualitative assessment concerning movement in table tennis services.

I. 緒言

1. 実践的研究を実施するまでの経緯

平成20年4月に、日本オリンピック委員会エリートアカデミー事業がスタートした。この事業の目的は、将来、オリンピックをはじめとする国際競技大会で力を発揮し、かつ、日本を代表し、社会でも活躍できる存在となる選手を育成することである（財団法人日本オリンピック委員会，2008）。このエリートアカデミーに所属する卓球選手は、全員が国立スポーツ科学センターと併設された味の素ナショナルトレーニングセンターに寄宿し、日本卓球協会に所属する指導スタッフの下、日々の練習に励んでいる。平成25年1月1日時点の所属選手数は、男子が10名、女子が8名である。

日本卓球協会強化本部では、この事業による選手の育成において、スポーツ科学を活かした指導を導入することになった。この主な背景として、1) 卓球などのスポーツ科学的研究の中に、競技力向上に役立てられると思われる成果がみられる、2) 卓球の指導内容の中には、スポーツ科学の手法を応用することにより、選手への伝達がスムーズになると思われるものがある、などがあった。

そこで今回の実践では、映像を利用した卓球の研究（Leeら，2004；牛山ら，2003；Weiら，2002；吉田ら，1995，1997，2009）、およびスポーツにおける視聴覚教材の利用に関する研究（小澤ら，2003；内山ら，2003）などを参考に、指導者から選手に主に言葉で伝えられていた打球時の課題、あるいは打球時の課題克服の状況などに関し

て、量的・質的データを提示することとした。

これまで、卓球における動きの指導では、スポーツ科学を積極的に利用した例はみられないことから、これは新しい試みと言える。この試みはまた、日本の卓球指導の質的向上のための実践的研究としても位置づけられ、進められることになった。

以上のような経緯から、卓球のスポーツ科学サポートの実践的研究は、エリートアカデミーの練習に組み込まれて実施された。

2. なぜ、サービスの技術水準の向上か？

卓球では、多くの指導書で、サービスの技術水準を向上させることの重要性が指摘されている（河野ら，2012；公益財団法人日本卓球協会，2012；Geskeら，2010；宮崎，2012；Molodtsoff，2008；吉田，2002）。その理由として、吉田（2002）は、全てのラリーがサービスから始まる卓球では、サービスが使用頻度の最も高い技術であることを指摘している。

卓球のサービスでは、ボールの回転数の大小や回転方向について、対戦者が判別困難となるような、ボールの回転操作が重要とされている。この回転操作では、ボール上のラケット接触位置をわずかに変化させるなど、身体の巧みなコントロールが必要となる。エリートアカデミーの選手は13歳から18歳であり、神経系の発達がほぼ完了すると見込まれる時期にある。また、国際大会への出場が増える時期でもある。そのため、巧みな動きによるボールの回転調節により、サービスの技術水準を世界レベルに引き上げることを意識して練習し、国際大会などに臨むことの重要性は高

いと考えられる。

以上のことなどから、今回の実践的研究では、サービスの技術水準の向上に焦点を当てることになった。

3. 科学サポートによるデータの提供

日本卓球協会強化本部との検討によって、サービスの技術水準向上のための科学サポートとして、以下のデータを参加選手に提供することになった。

その一つは、サービスのボールの回転数（以後、「サービスの回転数」とする）の大小を客観的に評価するためのデータである。打球を自領コートで1回バウンドさせた後に相手コートにバウンドさせる卓球のサービスには、相手コートに直接バウンドさせるスマッシュなどと比べ、球速を大きくすることが難しいという特徴がある。このことから、サービスの威力を増すために、ボールの回転が重要とされている。しかし、ボールの回転については、肉眼で十分な観察ができないため、その大小に関する評価は、実際に打球した対戦者の主観に委ねられてきた。サービスの回転数をデータとして提供できれば、どのように打球すると回転数が増すかなどがわかり、サービスの技術水準の向上に資すると考えられる。

もう一つは、対戦者の視点に映る自身の動きを把握するためのデータである。吉田ら（1995）は、世界トップ選手のサービスを対象にした実験により、実際には異なる動きを、対戦者に同様の動きに見せかけることの重要性を示唆している。卓球のサービスに関して、「自分がどう動くか」ばかりではなく、「対戦者にどのように動きを見せるか」も意識できるようになれば、サービスの技術水準は向上すると考えられる。

4. 研究目的

本研究の目的は、エリートアカデミーの選手を対象に、卓球におけるサービスの技術水準の向上を目指して3年間継続してきたスポーツ科学サポートの実践から、サービスの回転操作の指導に役立つ実用的な知見を明らかにすることである。

なお、本稿ではこれ以降、科学サポートの方法（概要、実験）、実験の結果と考察、実践への示唆、

本研究の限界と今後の課題を示した。

II. 科学サポートの方法

1. 概要

平成21～23年度において、選手のサービスに関する各種データを測定するための実験を、各年度2回ずつ計6回実施した（以後、各年度の第1回実験を「実験1」、第2回実験を「実験2」とする）。各年度2回の実験は、選手らの大会参加などの予定を考慮して実施日を決定した。年度ごとの2回の実験実施日の間隔は、3～4.5ヶ月程度であった。各実験については、エリートアカデミーにおける卓球事業を統括している日本卓球協会からの実施要請を受けた。場所は、味の素ナショナルトレーニングセンターの専用卓球場であった。

実験はいずれも連続した3日間とした。実験の日程は、1日目が初めて参加する選手に対して実験の目的や方法を伝えるミーティング、2日目がサービスの回転数、サーバーの動きなどの測定、3日目が測定データのフィードバックのための参加選手ごとのミーティングであった。

1回の実験への参加選手は6～9名であった。6回の実験に1回以上参加した選手は、男子9名、女子7名であった。

2. 実験

2.1 測定方法

試技については、回転のみが異なる2種類のサービス（スピードとコースは同じ）を、試合時と同様に、対戦者に判別されないことを意識して行なうこととした。選手には、2種類のサービスを交互に行ない、平成21年度の実験1では、2種類のサービスでいずれも5回成功するまで、平成21年度の実験2以降では、3回成功するまで継続するように指示した。測定対象のサービスについては、それぞれの選手が各実験の時点で、競技力向上のために重要と考えているものとする必要があった。そこで、選手自身が測定前日までに選択した。

図1には、各カメラの配置を示した。サービスの回転数を明らかにするため、卓球台のセンターラインの延長線上に高速度ビデオカメラ（Vision Research, PHANTOM MIRO4）を敷設した。高

図1 各カメラの配置

速度ビデオカメラでは、ボールにマジックで書き込んだマークの動きを観察できるように、毎秒1000コマで撮影した。サーバーの動きとしては、サービス動作に、ボールトスの高さ、サービスの第一バウンドの位置も含めて検討することとした。2種類のサービス間でのこれらの違いを明らかにするため、右利き選手のレシーバーの視点位置に家庭用ビデオカメラ (SONY, DCR-TRV70) と、選手のラケットハンド側のエンドラインの延長線上に家庭用ビデオカメラ (SONY, DCR-TRV70) を敷設した。レシーバー視点のカメラでは対戦者の目に映るサーバーの動き、選手のラケットハンド側カメラでは対戦者にとっての前後の動きを、いずれも毎秒30コマで撮影した。

2.2 分析方法

2.2.1 打球方法や主要な動きによるサービスのタイプの分類

卓球サービスの回転数やサーバーの動きについては、打球方法や主要な動きによりサービスをいくつかのタイプに分類し、タイプごとに検討する必要がある。しかし、これまでのところ、卓球サービスのタイプを分類するための方法は確立されていない。そこで今回は、卓球サービスについて、1) 打球方法、2) 上肢の主要な動き、3) 下肢の主要な動き、の3項目に関する以下の観点を考慮し、それらの組み合わせでタイプを分類した。この分類は、卓球の競技経験および指導経験がいずれも豊富な2名の験者が行なった。

1) 打球方法について

(1) 身体に対する打球サイド

打球位置がサーバーの正中矢状面よりラケッ

トハンド側 (フォアハンドサイド)、フリーハンド側 (バックハンドサイド)

(2) ラケットの打球面

フォアハンドで主に打球する面 (フォア面)、バックハンドで主に打球する面 (バック面)

(3) ボール上のラケット接触位置 (図2参照)

ボールの進行方向に対して、サーバーの身体に近い内側、遠い外側、これらの間の中間部

2) 打球時の上肢の動きについて

(1) 肩関節の主要な動き (屈曲、伸展。内転、外転。内旋、外旋。水平屈曲、水平伸展)

(2) 肘関節の主要な動き (屈曲、伸展)

(3) 手関節の主要な動き (屈曲、伸展。尺屈、橈屈)

3) 打球時の下肢の動きについて

(1) 膝関節の主要な動き (屈曲、伸展)

図2 ボール上のラケット接触位置

選手とボールを上から見た図を示した。図中、ボールの進行方向を矢印で示した。ボール上のラケット接触位置については、ボールの進行方向に対して、サーバーの身体に近い部分を「内側」(左側斜線部)、遠い部分を「外側」(右側斜線部)、これらの間を「中間部」(中央の白い部分)とした。

2.2.2 サービスの回転数

サービスの回転数については、高速度ビデオカメラの映像において、サーバーの打球からサーバーコートでの第一バウンドまでの間に、ボールに書き込まれたマークが1回転する間のコマ数を計測することにより算出した。その際、計測ミスが生じないように、計測は2名で行なった。2名の計測結果が異なったサービスについては、新たに1名が計測した。この新たな計測結果が先の2名の計測結果と異なった試技については、さらに新たな1名が計測した。いずれの計測者にも、他の計測結果を伝えなかった。このような手順により、2名の測定者の計測結果が同じとなることによって、各サービスの回転数を決定した。

2.2.3 サーバーの動き

サーバーの動きについては、インパクトの1.5秒前からインパクトの1秒後を抽出し、1) レシーバーの視点からの映像、2) 2種類のサービスの映像を横に並べた映像（レシーバーの視点からの映像を並べたものと、選手のラケットハンド側からの映像を並べたものの2種類）、3) 同じサービスについて異なるアングルから撮影した映像を横に並べた映像、を作成した。2) と3) の映像については、横に並べた映像間で、打球時あるいは打球直後のコマを同期した。これらの映像を用いて、選手自身、コーチ、および観客が、2種類のサービス間におけるサーバーの動きの違いを質的に分析した。

今回の動きの違いに関する分析は、選手が各実験で行なった2種類のサービスの組み合わせの中で、動きが類似している同タイプのサービスの組み合わせを対象とした。これは、異なるタイプの

サービス間では、動きが大きく異なり、同タイプのサービス間と比べ、動きの類似性を高めることの重要性が低いと考えられるためであった。

2.3 フィードバックの方法

練習に組み込まれて実施された今回の実践的研究では、選手やコーチが測定結果を理解し、その後の練習で利用できるようにフィードバックする必要があった。そこで、サービスの回転数については、選手の行なった全サービスの1本ごとの数値を表にまとめ、サーバーの動きについては、既述の通り作成された3種類の映像をDVDに収録して、いずれも選手自身とコーチに配布した。

測定結果をフィードバックするための実験3日目のミーティングでは、サービスの回転数とサーバーの動きに関するデータを提示しながら、選手、コーチおよび観客間での意見交換を行なった。そして、各選手のサービスの修正点や試合での注意点などを明らかにした。

Ⅲ. 実験の結果と考察

1. 打球方法や主要な動きによるサービスのタイプの分類

全6回の実験で選手が選択したサービスは、打球方法や主要な動きにより、表1に示す通り6タイプに分類された。

延べ49人の参加選手が行なった98種類のサービスをタイプ別に分類すると、男子ではAが28、Bが16、Cが6、Dが6、Eが6、Fが0であった。女子については、Aが20、Bが1、Cが3、DとEが0、Fが12であった。男女ともにタイプAが最も多かった。一方、タイプDとEは男子のみ、タイプFは女子のみであった。

表1 全6回の実験でみられたサービスのタイプの分類

サービスタイプ	打球方法			打球時の上肢の主要な動き			打球時の下肢の主要な動き	指導書などの名称
	身体に対する打球サイド	ラケットの打球面	ボール上のラケット接触位置	肩関節	肘関節	手関節	膝関節	
A	フォアハンドサイド	フォア面	内側、中間部	内旋、内転	屈曲	屈曲、尺屈	-	フォアハンドサービス
B	フォアハンドサイド	フォア面	外側	外旋	-	伸展、桡屈	-	YG サービス
C	フォアハンドサイド	フォア面	外側	屈曲	-	-	-	フォアハンド逆横サービス
D	フォアハンドサイド	バック面	内側	伸展	伸展	尺屈	屈曲	しゃがみ込みバック面サービス
E	フォアハンドサイド	フォア面	外側	伸展	伸展	尺屈	屈曲	しゃがみ込みフォア面サービス
F	バックハンドサイド	バック面	内側、中間部	外転、水平伸展	-	尺屈	-	バックハンドサービス

表中、「-」は大きな動きがないことを示した。

各実験での選手ごとの2種類のサービスの組み合わせは、男子が全31組のうち21組、女子が全18組のうち16組が同タイプであった。

2. サービスの回転数

ボールに回転を与えたサービスの回転数の範囲は、男子で35.7～83.3rps、女子で16.4～66.7rpsであった。選手ごとの回転数の最大値の範囲は、男子で55.6～83.3rps、女子で50.0～66.7rpsであった。

これらのサービスの回転数の分布については、実測された度数では、実験への参加回数の多い選手の影響が大きくなる。このことを考慮して、図3には、回転数の分布について、選手ごとの相対度数から求めた男女別相対度数を示した。最頻値は男女いずれも50rps以上60rps未満であった。さらに、70rps以上の回転数のサービスは男子のみ、30rps未満は女子のみであった。なお、女子の試技では、意識的にボールに回転を与えないサービス（以後、「無回転サービス」とする）を1

図3 サービスの回転数の分布（無回転サービスは除く）

選手ごとの相対度数から求めた男女別相対度数を示した。男子の総サービス数は196本、女子の総サービス数は125本であった。

名の選手が行っていた。その3本のサービスの回転数はそれぞれ、6.3rps、8.1rps、11.5rpsであった。これらの無回転サービスのデータは、図3のグラフには含まれていない。

これまで、世界トップレベルの選手を対象にした実験により、卓球サービスの回転数を測定した研究がいくつかみられる。Leeら(2004)は、シンガポール代表選手5名(男子選手2名、女子選手3名)の様々な種類のサービスの回転数を測定し、「できるだけ回転を与えない」という試技を

除けば、男子で44.3～59.4rps、女子で42.6～72.3rpsであったことを報告している。また、Weiら(2002)は、シンガポール代表選手5名(男女比は不明)のサービスの回転数について、48.9～63.1rpsと報告している。

以上のことから、エリートアカデミーの選手のサービスの回転数は、シンガポール代表選手とはほぼ同程度であると考えられた。

図4には、各タイプのサービスの回転数の分布について、選手ごとの相対度数から求めた男女別

図4 サービスタイプごとの回転数の分布(無回転サービスは除く)

各タイプのサービスについて、選手ごとの相対度数から求めた男女別相対度数を示した。人数は、それぞれのサービスを行なった選手の数、延べ人数は、それぞれのサービスを行なった選手の延べ数、総サービス数は、それぞれのサービスが打ち出された総本数を示した。

相対度数を示した。図4でも図3と同様に、無回転サービスは除いた。男子では、いずれのタイプも最頻値は50rps以上60rps未満であった。女子の最頻値は、タイプA、B、Fで50rps以上60rps未満、タイプCで30rps以上40rps未満と小さかった。今後、分析対象を増やす必要があるが、女子のタイプCの回転数は、やや小さいと推察された。

3. サーバーの動き

サーバーの動きについては、同タイプのサービスの組み合わせであった37組を対象として、異なる回転のサービス間における違いを明らかにした。

図5には、同タイプのサービスの組み合わせが、男女いずれも複数名でみられたタイプAのサー

図5 2種類の回転のサービス (タイプA) の組み合わせにおける動きの相違点
 図中、具体的な動きの違い (違いがみられた選手数、度数) を示した。

ビスについて、各組でのサーバーの動きの主な違いを男女別に示した。回転の異なるサービスにおいては、インパクト時点のラケットとボールの状態を完全に同一にすることは不可能であると考えられるため、サーバーの動きにみられた主な違いに、「インパクト時点のラケットの動き」は含めないこととした。サーバーの動きの違いは、ラケット、肘、フリーハンド、体幹、サービスの第一バウンドの位置、スタンスおよび頭部の7項目で観察された。それらの中では、ラケットと肘に多くの違いがみられた。また、ボールの回転操作には直接的な関連が小さいと思われるフリーハンド、体幹、あるいは第一バウンドの位置にも、違いが観察されるケースがいくつかみられた。

男女別では、スイング動作開始後、インパクト前およびインパクト時点では、女子と比べて男子に多くの違いが観察された。こうした男女間の違いは、ボールに回転を与える際、打球前に様々なフェイント動作を加えることの多い男子と、少ないフェイント動作で、ラケットとボールの当て方の微妙な変化が重要な役割を果たしていることの多い女子の間の、技術的な特徴の違いとの関係が推察された。サービスインパクト後は、男女いずれも様々な動きの違いがみられたが、女子のラケットの動きの違いが最も多かった。

卓球のサービスでは、「ボールインパクト後の動きを類似させることが重要である」と指摘する指導書が多い（例えば、宮崎，2010；Tepper，2004）。これまでの研究では、サーバーのインパクトからレシーバーのインパクトまでの時間は0.75秒程度であると報告されている（吉田，1999；吉田ら，1991）。また、運動の素早い反応では、周辺視の視覚情報が用いられていることが明らかにされている（山田，2011）。これらのことから、卓球においてレシーバーが、飛来するボールを注視しながらも、サーバーのインパクト後の動きを周辺視などでとらえて球質判断に用いることは、時間的にも状況的にもあり得ると推察される。従って、今回の選手の中には、インパクト後の動きを類似させることが技術課題となっている者が多いと考えられた。

Ⅳ. 実践への示唆

今回の科学サポートでは、実験の結果のみならず、測定方法や分析方法にも、競技における実用的知見となるものがみられた。

1. サービスの回転操作の指導に関する実用的な知見

1.1 サービスのタイプの分類

既述の通り、卓球サービスのタイプについての分類法は確立されていない。そのため、指導書（例えば、公益財団法人日本卓球協会，2012；松下，2009）などでは、選手らが日常的に使う用語を、そのままサービスの名称として記述している。

しかし、同じサービスであっても、選手やコーチによっては使う用語が異なる場合もみられる。

また、卓球サービスの名称は「YG サービス」、「王子サービス」、あるいは「逆横サービス」など、サーバーの動きと無関係なものが多い。そのため、サービスの名称を知らない人にもその内容が伝わるように、打球方法や主要な動きによる今回のようなサービスタイプの分類法を確立していく必要があると考えられた。

卓球においてサービスは、選手自身がすべてをコントロールできる唯一のクローズドスキルである。そのため、サービスの選択は、選手のプレースタイルと密接に関係すると考えられる。サービスタイプの分類法が確立されれば、実際の大会場面におけるサービスのタイプごとの出現頻度を検討することにより、男女間、あるいは選手間のプレーの違いが明らかとなり、プレースタイルごとの技術・戦術課題の検討などに役に立つと考えられた。

1.2 サービスの回転数

今回の結果は、ジュニア期の日本トップレベルの選手の練習場面でのサービスの回転数に関するデータと位置づけることができる。近年、卓球のボールの回転数は、毎秒1000コマ程度での撮影機能が装備されている安価な家庭用デジタルカメラを用いることにより、簡便に測定できるようになった。そうした測定により得られた回転数を相対的に評価する際、今回の研究で明らかにされたサービスの回転数の範囲や分布などのデータは、

自身のサービスとジュニア期の日本トップレベルの選手を比較するための一つの参考基準として役に立つと考えられた。

1.3 サーバーの動き

一連の実験を通して、回転のみが異なる2種類のサービスにおいて、動きの違いが生じやすい箇所やタイミングに関するデータが蓄積された。それらの中で、今回の実験で使用頻度が最も高かったフォアハンドサービス（タイプA）については、その詳細を既に述べた。それらは、対戦者にとってボールの回転の判別が困難な動きを習得する際、サーバーの動きの質的評価に利用できると考えられた。

同じタイプのサービスにおいて、サーバーの動きの違いがみられた場合、課題克服の方法として、「動きを類似させる」と「動きの違いはそのままとし、その違いを利用する」の2つが考えられる。前者は、レシーバーが球質判断に利用できる情報を少なくすること、後者は、試合の重要局面などで、それまでと異なる動きでのサービスにより、レシーバーが球質判断を誤るようにすることを狙いとしたものである。これらにどのように取り組むかについては、コーチと相談した上で、選手自身が決定した。

今回の実践的研究では、自身の動きについて、多くの選手が高い関心を持っていた。それらの選手は、対戦者の視点からの映像を観察することにより、自身の動きの癖を短時間に発見していた。このような映像の利用は、対戦者への動きの見せ方をデザインする必要がある卓球やテニスなどの対応型の競技において、重要であると考えられた。

2. 競技現場への科学的知見の浸透

実験に複数回参加した選手からは、1) ボールの回転軸を明らかにする、2) サービス打球後の2回のバウンドでの回転の変化を明らかにするなど、測定内容に関する様々な要望が寄せられるようになった。また、コーチからも、インパクト位置や、卓球台上のボールバウンド位置の量的な測定など、いくつかの提案がなされている。選手やコーチからの指摘は重要なものが多く、それらに応えるためのソフトの開発や、実験方法の改善を

進めている。

こうしたことから、今回の実践的研究は、競技現場への科学的知見の浸透という効果があったと思われた。将来、トップレベルの選手としての活躍はもとより、指導者などとしての活躍も期待されるエリートアカデミー選手に対して、今回のような科学的知見を援用したサポートを継続することは、スポーツ科学の基礎を学ぶ機会を提供するという観点からも重要であると考えられた。

V. 本研究の限界と今後の課題

今回の実験では、測定の翌日のミーティングまでに結果を出す必要があったため、一人当たりの試技数を増やすことが難しかった。また、実際の練習と同じ動きとなるように、ラケットや身体にセンサーを装着しなかったため、ラケットの位置や面の向き、身体各関節角度などの時系列変化を詳細にとらえることが難しかった。これらは本研究の限界であった。今後、今回と同様な実験を重ねることや、詳細な動作分析のための実験を適宜実施することなどが必要であると考ええる。

今回の実験ではまた、同一年度内でも異なるサービスが対象になることがあった。これは同一年度内の2回の実験の間が3～4.5ヶ月程度と長く、各選手の関心の高いサービスが変化したためと考えられた。今後、同一年度内の2回の実験の間を1週間程度にすることなどを検討したい。

今回の実践的研究に関して、複数のコーチから「選手のサービスの技術水準向上に寄与した」という旨の評価を得た。このことについては、実験に参加した選手を対象に、実際の大会におけるサービスエース率やサービスからのラリーの得点率などを測定し、実験前後でのそれらの変化から検証したいと考える。

VI. まとめ

本研究の目的は、エリートアカデミーの選手を対象に、卓球におけるサービスの技術水準の向上を目指して3年間継続してきたスポーツ科学サポートの実践から、サービスの回転操作の指導に役立つ実用的な知見を明らかにすることであった。

回転のみが異なる2種類のサービス（スピード

とコースは同じ)について、ボールの回転数と対戦者から見たサーバーの動きの測定を行なった。さらに、その翌日には、測定結果に基づいたミーティングを選手ごとに実施した。測定とミーティングの両方に3年間で1回以上参加した選手は、男子9名、女子7名であった。

主な結果を、以下に要約する。

- 1) ボールに回転を与えたサービスの回転数の範囲は、男子で35.7～83.3rps、女子で16.4～66.7rpsであった。
- 2) サービスの回転数の最頻値は、男女いずれも50rps以上60rps未満であった。
- 3) レシーバーから見たサーバーの動きについては、今回の実験で使用頻度が最も高かったフォアハンドサービス(タイプA)において、選手ごとの2種類のサービス間で、ラケット、肘、フリーハンド、体幹、サービスの第一バウンドの位置、スタンス、頭部に違いがみられた。これらの中でも、インパクト後のラケットの動きに違いがみられる選手が最も多かった。

以上の結果については、卓球サービスの指導において、ボールの回転数の参考基準、対戦者にとってボールの回転の判別が困難な動きを習得するための質的評価のポイントなどとして、広く活用できるものと考えられた。また、本研究で実施した科学サポートは、次世代選手に対して、スポーツ科学の基礎を学ぶ機会を提供するという観点からも重要であると考えられた。

付記

本研究は、平成21～23年度 toto スポーツ活動推進事業助成金(調査研究)、平成21～23年度日本卓球協会スポーツ医科学研究費、および平成24～26年度日本学術振興会科学研究費(課題番号24650384)を受けて行なわれた。

文献

Geske, K.M. and Muller, J. (2010) Table tennis tactics. Meyer & Meyer Sport: United Kingdom, pp.71-77.
河野正和・倉嶋洋介(2012) 世界で戦っていくためのポイント～男子ジュニアナショナルチー

ム～. 2012 強化指導指針, 財団法人日本卓球協会編, pp.18-20.
公益財団法人日本卓球協会(2012) 卓球コーチング教本. 大修館書店: 東京, pp.66-73.
Lee, K.T. and Xie, W. (2004) The variation in spins produced by Singapore elite table tennis players on different types of service. International Symposium on Biomechanics in Sports, 22: pp.326-329.
松下浩二(2009) 松下浩二の必ず強くなる! 勝つ卓球!! . 卓球王国: 東京, pp.51-82.
宮崎義仁(2010) 絶対うまくなる! 卓球. 主婦の友社: 東京, pp.63-81.
宮崎義仁(2012) 世界で戦っていくためのポイント～男子ナショナルチーム～. 2012 強化指導指針, 財団法人日本卓球協会編, pp.13-15.
Molodtsoff, P. (2008) ITTF Advanced Coaching Manual. International table tennis federation: Switzerland, pp.105-107.
小澤治夫・石田譲・岡崎勝博・西嶋尚彦(2003) 鉄棒単元におけるスポーツミラーによる運動画像の即時フィードバックの効果. 北海道教育大学釧路分校研究報告, 35: pp.1-6.
Tepper, G. (2004) ITTF Level 1 Coaching Manual. International table tennis federation: Switzerland, pp.218-219.
牛山幸彦・玉木徹・五十嵐久人・橋本修(2003) 大学卓球選手におけるトップスピン量の測定. 新潟大学教育人間科学部紀要, 5(2): pp.231-236.
内山亮・小澤治夫・中西英敏(2003) 柔道における映像遅延装置を用いた技術指導(特集 運動・スポーツの技術と映像). 体育の科学, 58(3): pp.180-184.
Wei, X and The, K.C. and Qin, Z.F. (2002) Speed and spin of $\phi 40\text{mm}$ table tennis ball and the effect on elite players. International Symposium on Biomechanics in Sports, 20: pp.623-626.
山田憲政(2011) トップアスリートの動きは何かが違うのか. 化学同人: 京都, pp.174-179.
吉田和人・飯本雄二・牛山幸彦・加賀勝・鈴木健治(1991) DLT 法による一流卓球選手の移動解析. スポーツ教育学研究, 11(2), pp.91-102.

吉田和人・蛭田秀一・島岡みどり・竹内敏子・油座信男(1995)卓球サービスの3次元解析～回転の異なるサービスにおける動作について～.『生体・運動のシステム』日本バイオメカニクス学会第12回大会論文集, 永田晟編, pp.294-299.

吉田和人・村越真・杉山康司・河合学・峯村昭三(1997)卓球のフリック打法の動作分析～回転の異なるボールに対するラケットの動きの違いについて～.『身体運動のバイオメカニクス』第13回日本バイオメカニクス学会大会論文集, pp.318-323.

吉田和人(1999)なるほど卓球サイエンス～一流選手のすばやい動きには秘密がある～.卓球

王国1999年9月号:pp.80-81.

吉田和人(2002)生涯スポーツのための卓球テキスト. めいけい出版:東京, p.26.

吉田和人・前原正浩・辻裕・牛山幸彦・渡辺理貴・大岡巖・星野一朗・葛西順一・山田耕司・玉城将・黒川昂・五十嵐公一・飯塚進柱(2009)卓球のサービスにおけるボールの回転と動作. 国立スポーツ科学センタースポーツ医・科学研究事業プロジェクト研究B(競技種目別研究) 報告書 平成19～20年度, pp.88-93.

財団法人日本オリンピック委員会(2008)JOCエリートアカデミー事業. OLYMPIAN, 4: pp.23-25.

平成25年5月22日 受付

平成25年9月21日 受理