©NSCA JAPAN
Volume 26, Number 3, pages 2-10

特集 feature

社会人・学生テニス選手の競技力向上に資するゲーム分析

西島 吉典,[1] Ph.D.　**林 準平,**[2] Ph.D.　**黒田 岳志,**[3] 日本スポーツ協会スポーツ指導員, 柔道整復師
[1]大阪教育大学教育学部
[2]太成学院大学人間学部
[3]大阪教育大学非常勤講師

1. はじめに

TV放映によるトッププロの試合は、セット終了と共にマッチサマリー（試合の分析結果）の詳細が示される。その内容は、取得ポイント数はもとより、1st・2ndサービスイン率とそれらのポイント取得率、サービスエース数、各ストロークによるエースとミス数、当該ポイントのラリー数などのゲーム内容・結果を数値化したものと、ボールのヒット位置やコート落下地点、ラケットとボールのヒットポイント、打球速度、選手の移動距離、打球の軌跡や回転数など様々である。これらは、複数台のカメラ映像を3次元的に合成することや、速度、軌跡や回転数などを解析するシステム（例えばトラックマン）などから得られたデータであり、このシステムの処理能力・機能の進化・変遷は目を見張るものがある。

通常、プロの大会で見かける打球成否の判定、いわゆる、チャレンジはこれらのシステムによる成果の一つであり、選手の要請に従ってボール落下位置の判定を10秒とかからずに可視化する。つまり、ゲーム経過のデータなどは、おそらく人による入力（例えばタグづけ）が一定程度求められるが、これらのデータの多くは各々のシステムがすべて自動的に算出していると思われる。しかし、このようなシステムは当然高額であるため、トッププロの大会会場においてもすべてのコートに常設されているわけではない。

一方、我々が指導にかかわる地域の大学テニス選手においては、国内最高の大会である全日本テニス選手権においてすらこのようなシステムは配置されていないことからも、ゲームの終了とともにマッチサマリーが主催者、あるいは放映権取得者などから示されることは稀である。よって、国内で活動する社会人や学生選手は、自らのサマリーをトッププロのそれと対比させて内省するためには自らゲーム内容を分析するしかない。しかも、トッププロの大会と同様の機材を準備しない限り、その分析可能な項目はゲーム結果に関する人為的入力が可能なデータに限定される。

そこで今回、まず我々は高価な機材がなくても分析可能な項目を特定した。そしてこれらに対応するトッププロや国内選手のデータをネット上および独自に現地で入手し、トッププロの分析結果を範とした場合、全日本・インカレ・関西学生の結果がいかようであるかを把握できるようにしようとした。つまり、紙と鉛筆があれば、1st・2ndサービスの成功率およびポイント取得率、ゲームおよびセットの取得率が、ストップウォッチがあれば、サービスインパクトからレシーブインパクトまでや、各ラリーの所要時間、あるいはサービスにおけるボールリリースからインパクトまでの時間などが、さ

らにスピードガンがあれば、サービス速度、各種のストローク速度が計測できる。著者らは、大学テニス部員総勢17名を動員し、国内社会人と学生選手のこれらのデータを現地で収集し、サービス優位性に関してトッププロのそれと対比するためのデータベースの作成を試みた。これらのデータを競技力の異なる群間で比較することは、活用次第では、敗者が勝者に、下位者が上位者に挑戦していくための情報として活用できる可能性があると考える。

2. データ入手・分析方法

(1)分析対象試合

いずれも平成25年度に開催された、全米オープン(以下、全米)、全豪オープン(以下、全豪)、ニッケ全日本テニス選手権(以下、全日本)、全日本学生テニス選手権(以下、インカレ)、関西学生春季テニストーナメント(学生春季)および関西学生テニス選手権(学生選手権)の男子と女子シングルスを分析対象試合とした。なお、全米と全豪(以下、トップ)、および学生春季と学生選手権については一群(以下、関西学生)として扱った。これらはすべてハードコートで開催された大会であった。またトップについてはベスト32以上、その他の大会についてはベスト16以上の試合を分析対象とし、その中から可能な限り多くのデータを収集した。その結果、採取できたデータ数は**表1**(男子)、**表2**(女子)のようになった。なお、いずれの大会もトーナメント方式であるため、同一選手のデータが複数回にわたって含まれるが、ここではそれらをすべて独立のデータとして用いた。

(2)データの採取および算出方法

トップはTV放映による試合映像を複数名が分担して分析し、一方、全日本は8名、インカレおよび関西学生については試合会場へ16名の記録員を派遣し、各ポイントに関する結果(サービスの成否、ポイント取得者、ポイント決定までのラリー数、サービスインパクトからレシーブインパクトまでの所要時間など)を記録シートに記入させた。その後、前述の分析項目に関する各群の平均値などを算出するとともに、各群の勝ちセット(以下、WS)および負けセット(以下、LS)別に同様の集計を行なった。なお記録シートからデータを採取する際、記入漏れの箇所や数値の識別が困難であったポイントは分析対象から除外した。

(3)分析項目：イン率、取得率およびサービスからレシーブの間合い

分析項目は、全米および全豪の公式ウェブサイト(10,11)で示されたサービスの成功率およびポイント獲得率にかかわる以下の項目とした。

①1stサービス成功率(以下、1st in%)
②1stサービス成功時のポイント獲得率(以下、1st won%)
③2ndサービス成功率(以下、2nd in%)
④2ndサービス成功時のポイント獲得率(以下、2nd won%)

これらについて、各集団の平均値を算出することから各群の特徴を明らかにするとともに、WSとLSの比較から4群間におけるセット取得者らの特徴も明らかにすることとした。

さらに、トップ(映像を基に)と国内3群の対象試合(現地にて)における各々のポイントについて、⑤サービスインパクトからレシーブインパクト(以下、S-R)までの所要時間をストップウォッチ(1/100秒)を用いて手動的に計測した。それを、男女別、群別に各々の時間計測データすべてを0.05秒刻みで区分し、当該所要時間区分においてポイントを取得した率(ポイント取得率)を算出し、また、全取得ポイント数に対する当該所要時間区分でポイントを取得した数(ポイント取得数)の分布(率)を求めた。

表1　男子における各分析対象試合から採取されたデータの概要

	試合数	選手数	セット数	ポイント数
トップ	30	60	116	6,771
全日本	7	14	15	934
インカレ	15	30	35	2,146
関西学生	21	42	48	2,673

表2　女子における各分析対象試合から採取されたデータの概要

	試合数	選手数	セット数	ポイント数
トップ	13	26	28	1,683
全日本	6	12	14	845
インカレ	15	30	35	2,049
関西学生	28	56	63	3,789

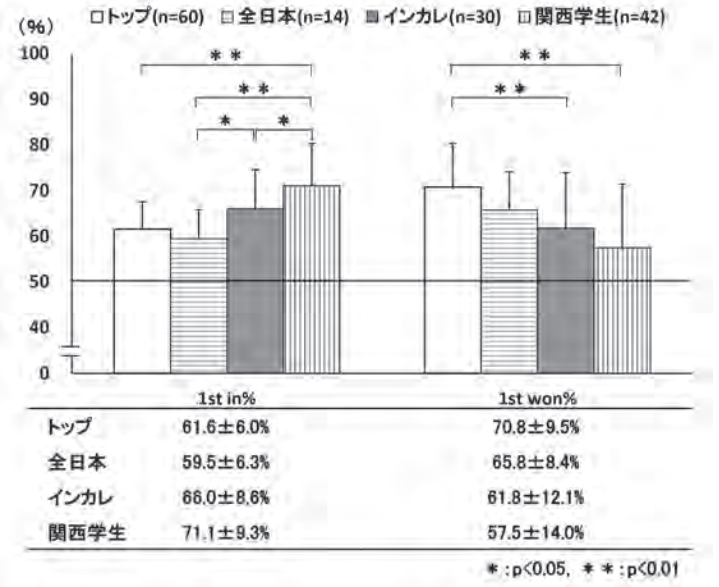
3. データが示す現状および検討の観点

(1) サービスin%とwon%の男女差、群間差（図１～４）

言うまでもなく、サービスにおける攻撃性を担保する要因は、打球スピード、厳しいコース、球筋を変える回転、およびこれらを総合した配球の妙などである。一般的に、同レベル内の対戦において、サービスがポイント取得に何ら影響力をもたず、両者のストローク力が拮抗しているとすれば、ポイント取得率は限りなく５割に近づく。サービス力とレシーブ力のバランスの偏りが、この拮抗するポイント取得率を崩しにかかる一因とすれば、レシーブ力を上回る攻撃性の高いサービスがあれば取得率が５割を上回り、レシーブ力を下回るサービス力であればそれは５割を下回る。ここでは、攻撃性を担保するこれらの要因に関する情報分析ではなく、上述した分析項目を男女別、群間別に差違を検討し、国内社会人、学生選手特有のネガティブなサービス力の傾向が認められないかを明らかにしようとした。

まず、男女４群の１stおよび２ndサービスがポイント取得に及ぼす影響力を概観する。男女とも１stサービス（**図1、2**）ではwon％が５割を上回ったことから、１stサービスの攻撃性は高く、２ndサービス（**図3、4**）は５割をほぼ下回ったことから攻撃性は低いことが共通して認められる。いずれにしても、１stサービスと２ndサービスでは、サービス力とレシーブ力とのバランスは明確に違うことが共通してわかる。

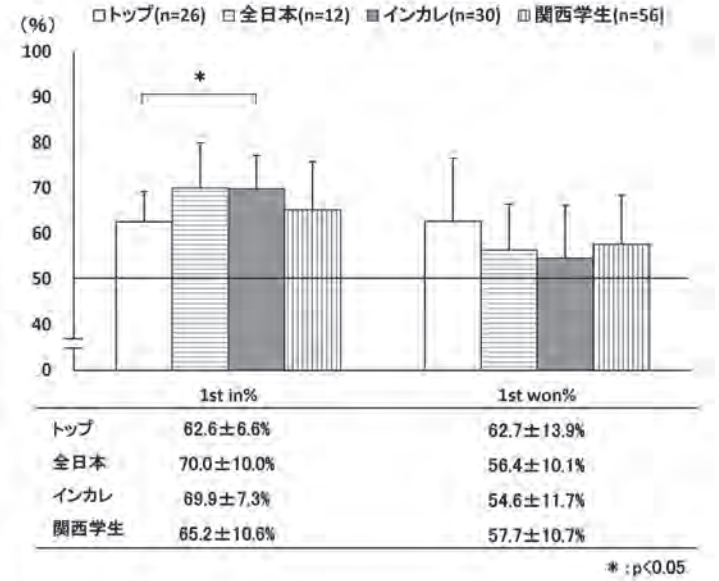
男子（**図1、3**）は、トップ、全日本、インカレ、関西学生の順に１stおよび２nd won％が高く、２nd in％も同傾向を示した。しかし、１st in％のみ逆順を示したことから、トップの１stサービスのin％は低いが、これは、単に入れにいくのではなくより攻撃性の高いショットであるため、ポイントwon％が非常に高くなったことを裏付ける。これに対し、インカレと関西学生はin％が高いが、トップと比較してより低いポイントwon％になったことから、比較的攻撃性の低いサービスであると推察される。一方、男子トップの２ndサービスは、他の３群と比較して、最も高い確率でサービスを入れたにもかかわらず約５割のポイント取得率を維持したことは、レシーブで攻撃されない程度に拮抗したサービスをより高い確率で行なったことを示す。これに対し、他の３群は、in％を下げて



	1st in%	1st won%
トップ	61.6±6.0%	70.8±9.5%
全日本	59.5±6.3%	65.8±8.4%
インカレ	66.0±8.6%	61.8±12.1%
関西学生	71.1±9.3%	57.5±14.0%

＊:p<0.05, ＊＊:p<0.01

図１　男子４群における１st in％およびwon％　林ら(7)より引用



	1st in%	1st won%
トップ	62.6±6.6%	62.7±13.9%
全日本	70.0±10.0%	56.4±10.1%
インカレ	69.9±7.3%	54.6±11.7%
関西学生	65.2±10.6%	57.7±10.7%

＊:p<0.05

図２　女子４群における１st in％およびwon％　西島ら(9)より引用

まで2ndサービスの攻撃性を高めたにもかかわらず、結果的にはレシーブ力を上回れず、ポイント取得率が5割を大きく下回ったと推察される。つまり、トップと比較して、他の3群は、同群内での拮抗する対戦であるにもかかわらず、レシーブで攻撃されない程度の2ndサービスを高い確率で打つことができない未熟さがあると推察される。

これに対し女子**(図2、4)**は、トップのみ1stおよび2nd won%が他群よりわずかではあるが高く、他の3群のそれはほぼ横並びである。一方、1st in%は、トップが他より低値を示したものの、2nd in%はほぼ4群で差異はなかった。つまり、女子においては男子でみられたような顕著なin%における4群間差は認められず、in%およびwon%のデータのみでは同群内におけるサービス力とレシーブ力のバランス関係に顕著な群間差は認められなかった。

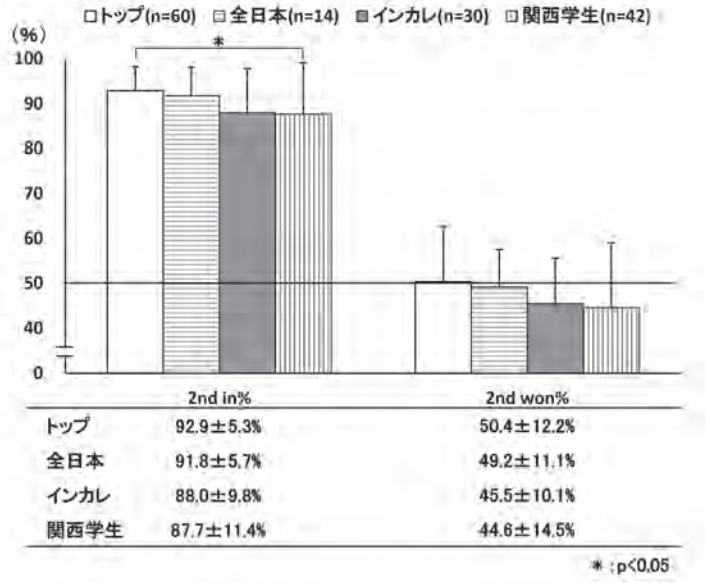


図3　男子4群における2nd in%およびwon%　林ら(7)より引用

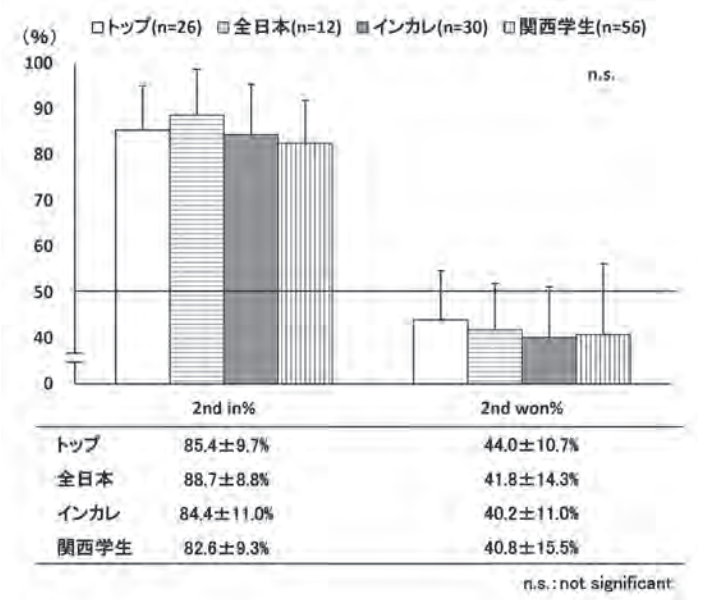


図4　女子4群における2nd in%およびwon%　西島ら(9)より引用

(2)勝者と敗者にみるin%とwon%の差違(図5、6)

次に、勝者と敗者の間にみられるin%とwon%の差違を男女、4群について検討する。論じるまでもないが、勝者は敗者の結果を上回るから勝者であることは明らかである。しかし、その上回り方に男女差および群間差がないかを検討し、今後の対策を講じる材料としたい。

まず男子**(図5)**について、トップ勝者の1stおよび2nd in%は敗者のそれより有意に高値を示した以外は1st・2nd in%においては両者間で顕著な差違は認められない。しかし、4群すべての勝者の1st won%は有意に敗者のそれより高値を示し、2nd won%も全日本のそれを除き、勝者は敗者のそれより有意に高値を示した。つまり、トップ以外のin%には顕著な勝者と敗者の差違はないが、won%においては、4群とも1st・2ndサービスともに顕著な勝者と敗者の差違が認められる。これは、サービスが入るか入らないかではなく、入ったときにどれだけの影響力が発揮されたかの違いを示すものである。

関西学生敗者は、1st won%が唯一5割を下回ったが、他の3群のそれはすべて5割を上回った。つまり、関西学生敗者の特徴として、彼らの1stサービス力ですら勝者のレシーブ力を下回ることが明らかとなった。

4群勝者の2nd won%はすべて5割

を上回ったが、4群敗者はともに5割を下回った。つまり、4群敗者の2ndサービス力は勝者レシーブ力に比し顕著に劣ることが明らかとなった。

次に女子(**図6**)の1stおよび2nd in%は、インカレの1st in%を除き他の3群の勝者と敗者間で有意差はないが、1stおよび2nd won%は、全日本の2nd won%を除き有意に勝者は敗者のそれを上回った。これら全体的な傾向は男子のそれと類似しているが、1st won%では全日本とインカレの敗者で、2nd won%では4群すべての敗者で、また、全日本とインカレの勝者においてすらも2nd won%が5割を下回った。したがって、女子は男子に比し、敗者のみならず勝者においてもサービス側が5割を下回る確率でしかポイントを取得できていないことがわかる。これは、サービス力とレシーブ力の相対的関係において、レシーブ力上位であることを示し、特に全日本とインカレ女子の特徴といえる。しかし、関西学生は、敗者の2nd won%のみが5割を大きく下回った以外は5割以上を維持しているが、これは、サービス力の高さではなくレシーブ力の低さを示唆すると考えられる。

以上のことから、勝者と敗者にみるin%とwon%の高低傾向に顕著な男女差や群間差は認められないが、女子においては男子に比しサービス力の相対的低さが示唆される。

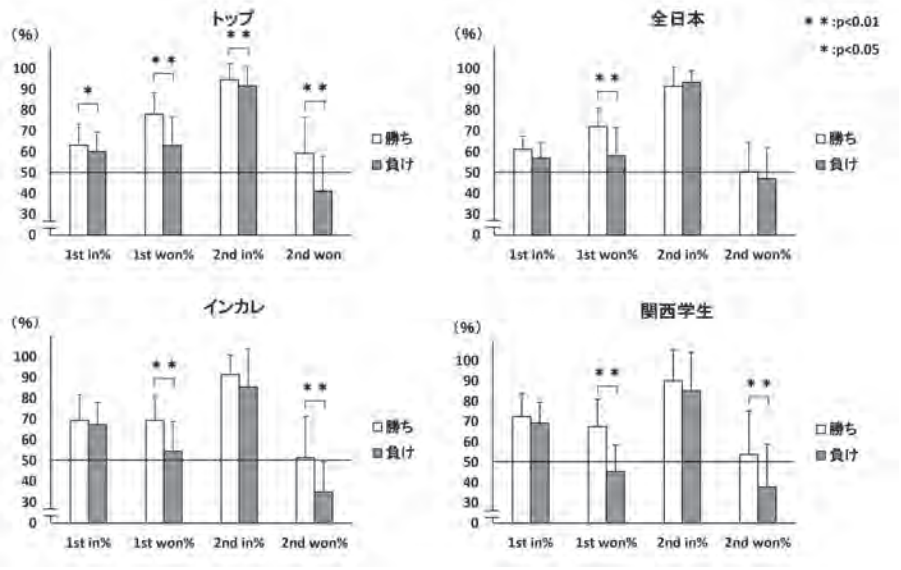


図5　男子4群の勝ち・負けセットからみたin%およびwon%　林ら(6)より引用

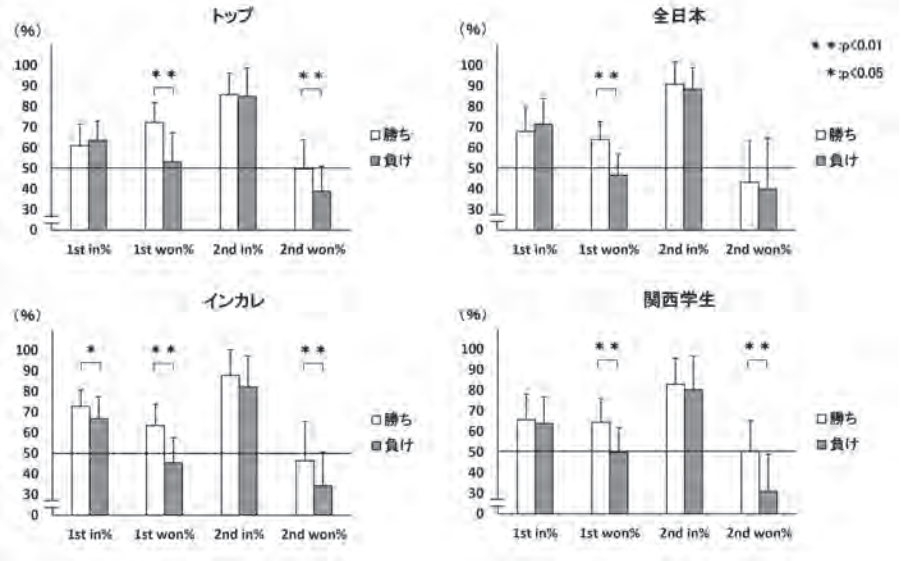


図6　女子4群の勝ち・負けセットからみたin%およびwon%　吉山ら(12)より引用

(3) S-R所要時間の差違

テニスの試合をストップウォッチ片手にそれとなくラリーやスイングに要する時間を計りながら観戦するのは容易で、著者らはそれを大いに推奨する。これによって、トップ選手のハードヒットによるラリー1往復は2.2秒程度で、サービス動作におけるボールリリースからインパクトには0.6秒程度から1.4秒程度までと選手間で所要時間に大きな開きのあることがわかる。このように、競技レベル、男女差や選手間差などがこの簡単な方法でうかがい知ることができる。本項では、サービスインパクトからレシーブインパクトまでの所要時間とポイント取得率のかかわりに関するデータを紹介する。

a. S-R所要時間区分別にみたポイント取得率(**図7、8**)

図7(男子)、**図8**(女子)は、あるポイントのS-R所要時間と、そのポイントをサーバー側が取得したかについて、1stと2ndサービスの区別をせずに0.05秒刻みで区分し、その区分におけるポイント取得率を算出し図示したものである。

S-R所要時間が短くなる（右偏する）に従って、ポイント取得率がわずかながら高まっていく傾向が男女とも共通して認められ、いずれも1.0秒区分前後を境として5割を徐々に上回ることがわかる。しかし、トップ男子は0.5秒区分までデータが存在するのに対し、インカレと関西学生は0.6秒区分までのデータしか認められない。これに対し女子はトップと関西学生が0.65秒区分まで、全日本とインカレは0.70秒区分までのデータに留まる。このことから、同等レベルにおける対戦結果においては、S-R所要時間とポイント取得率に大きな男女差やレベル間差はないが、唯一、そのデータの分布する所要時間区分帯が異なるようである。つまり、競技レベルの低い群はデータ分布が左偏する傾向が認められる。しかし、関西学生女子においてのみ、特筆すべきことと思われるが、**図8**中に注で示した1.15～1.30秒の4区分において、レシーブに時間的余裕があると思われるにもかかわらず、サーバーのポイント取得率が50%をわずかではあるが上回っていることから、サーバーの攻撃力の高さではなく前述したレシーブ力の低さがこのデータからもうかがえる。

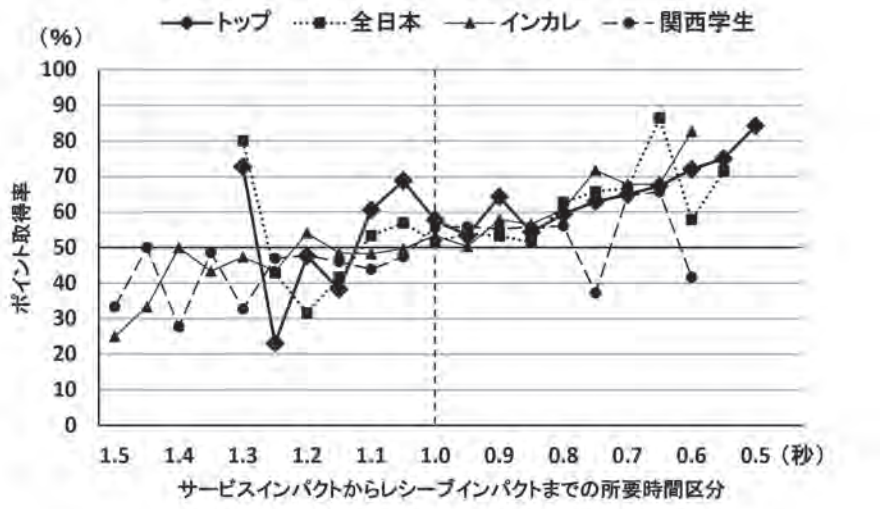


図7　男子4群のS-R所要時間区分別にみたポイント取得率　藤原ら(5)より引用

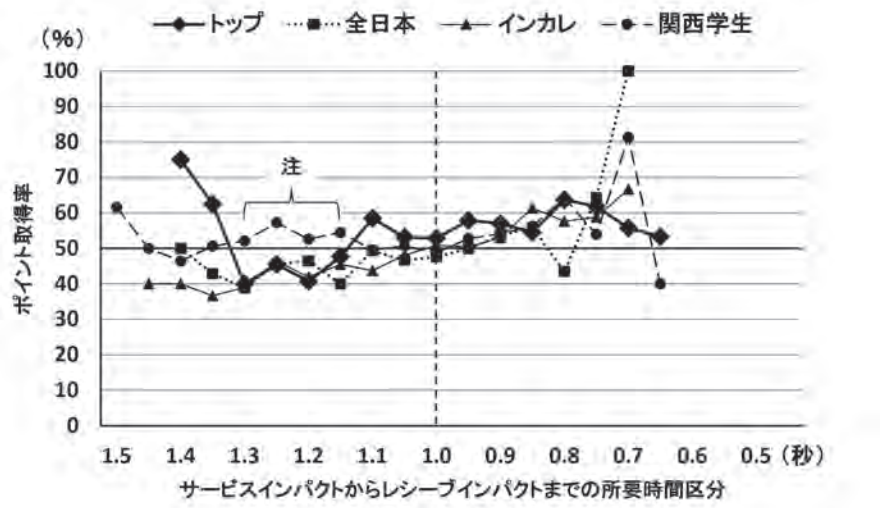


図8　女子4群のS-R所要時間区分別にみたポイント取得率　藤原ら(5)より引用

b. S-R所要時間区分別にみた取得ポイントの分布率（図9、10）

図9（男子）、**図10**（女子）は、サーバーが取得したすべてのポイントを対象として、それらが0.05秒刻みのS-R所要時間区分のいずれであったかを1stと2ndサービスの区別をせずに、その区分におけるポイント分布率を算出し図示したものである。

両図中の0.8秒区分に縦線を加筆し概観すると、男子トップは大半のポイントが、男子全日本は1/3程度のポイントが0.8秒より短い時間区分（右側）に存するのに対し、女子においてはトップのみ1/3程度がそのエリアに存在することがわかる。さらに、男子においては、トップ、全日本、インカレ、そして関西学生の順にポイント分布が序列的に左偏することがわかる。これに対し女子は、トップのポイント分布は他の3群のそれより明確に右偏するが、他の3群はほぼ同じ区分帯に存することがわかる。

この結果は、上述してきたサービスwon%に関する男女間差、および、4群間差で認められた傾向と対応している。つまり、男子は、トップ、全日本、インカレ、関西学生の順に1stおよび2nd won%が高く、4群は序列的な傾向を示した。これに対し女子は、トップのみ1stおよび2nd won%が他3群よりわずかに高く、他のそれはほぼ横

並び傾向であった。このことからS-R所要時間区分別にみた取得ポイントの分布率の違いは、なぜにwon％に関する結果の違いが生じたかを説明する要因のひとつと考えられる。

4. 今回のデータから学ぶこと

Brody(3)はテニスの試合を分析する際の分析項目として1st won％を挙げ、同時により高い1st won％を記録した際の1st in％は概ね低値を示す傾向にあると報告している。また、打球速度とのかかわりから、足立(1)やBrody(2)などは、サービス打球速度の高い選手はサービスゲーム時のポイント取得率が高いことを報告している。一方、Chowら(4)や日本テニス協会(8)などは、打球速度と正確性にはトレードオフ(二律背反)の関係があり、個体内で打球速度を高めるほど、フォルトのリスクが高くなることを報告している。

男子トップは、サービス速度とin％にはトレードオフの関係があることからも、1stサービスのin％は60％程度と高くはないが、入った際には70％程度でポイントする高いサービス力であることが他の3群と大きく異なった。同様に女子トップにおいても突出したサービス力の高さがうかがえる。それはS-R所要時間に関し、男子全日本に近似する所要時間区分帯に取得ポイントが分布するという結果を示したことからもわかる。言うまでもなく、サービス速度の高さがこれらの結果を導く第一の要因であることは間違いなく、これは我々が別途、トップ以外の国内男女選手の試合中の1stサービス速度をスピードガンで計測した結果からもうかがえる。それは、今回の分析対象者とは一部で異なるが、男子の平均値は、関西学生78名およびインカレ63名はともに150km/時後半、全日本32名は170km/時後半であった。一方、女子の平均値は、関西学生36名およびインカレ57名はともに130km/時後半、全日本31名は140km/時前半であった。これに対し、マッチサマリーで公表されるトップの1stサービス速度は、男子で200km/時以上が、女子では170km/時以上が多数を占め、男女ともにトップと全日本のそれらを比較しても約30km/時も異なる。この速度差こそが国内選手とトップ選手の間で大きなサービス力の違いを生んでいる要因であることは明白であり、周知のことである。

我々も地域学生選手の指導にかかわ

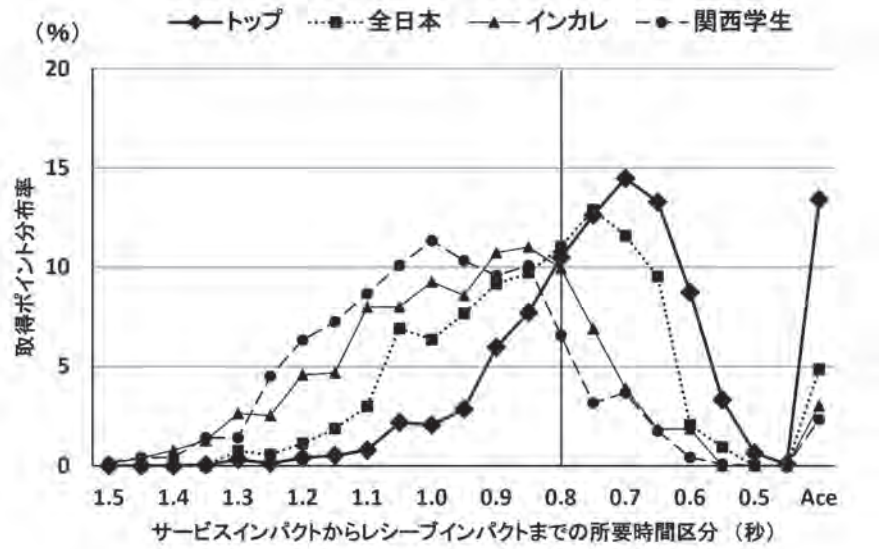


図9　男子4群のS-R所要時間区分別にみた取得ポイントの分布率　藤原ら(5)より引用

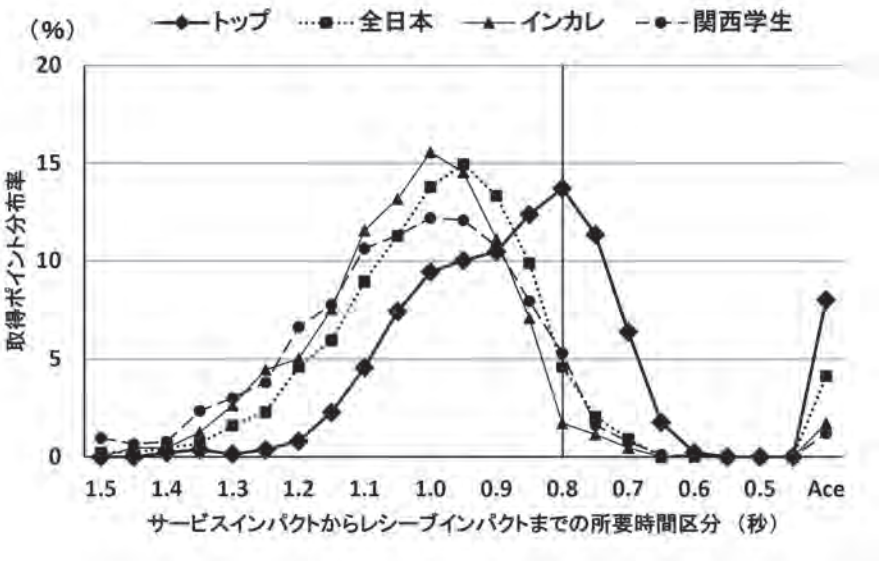


図10　女子4群のS-R所要時間区分別にみた取得ポイントの分布率　藤原ら(5)より引用

る者として、上述の現状を踏まえていかなる示唆を選手諸君に与えるべきかを常々模索してきた。つまり、同レベルでの再戦に向けて敗者はいかに対策を講じるべきか、さらには、関西学生勝者とインカレ敗者、インカレ勝者と全日本敗者、全日本勝者とトップ敗者などの対戦が今後成立するとした場合、これに向けて下位者はどのような対策を講じなければならないか。今回の統計結果は同レベルの対戦で得られたものであるから、今後に想定されるこのようなレベルの異なる対戦に向けての対応策が即導き出されるものではない。当然ながら選手自らもこのデータを基にどのように対策を講じるかが問われる。

以下に、現時点での我々の短期的な対応策を例示するが、これはあくまでもひとつの考えであり、選手や他の指導者は異なる考えをもってサービス力強化に励んでおられることであろう。

まず、サービス速度の向上を図ることに誰も異論はないと思われる。しかし、これを短時間で達成することの困難さをすべての者が痛感している。つまり、持って生まれた身体能力(capacity)なのか、生まれてから獲得した技能(ability)なのかが常に論議される。前者はある意味いかんともしがたいことであるが、後者は何らかの対応策が存するはずである。一方、我々は実践経験に基づく対応策のみならず、国内外から80本程度のサービスに関する研究報告書を紐解いた。その結果、体幹の捻転運動やそれを生み出す膝関節の屈伸運動がサービス速度を得る必須の動きであることがほぼ共通した見解であることを認めた。しかし、この知見を得ても、自らのサービス速度の即効的高まりは生じていない現実を残念ながら実感している。

(1)同レベルでの再戦に向けての短期的対策

敗者について：サービスゲームは、結果的に1st in％が10％程度低くなったとしてもそれが入った場合の攻撃性を高めなければ1st won％の高まりは生じない。より厳しいコースを突く意識をもつべきである。2ndサービスは、入れるだけでは確実に2nd won％が5割を下回るのだから、ダブルフォールトをおそれず攻撃性の高い2ndサービスを打つべきである。

レシーブゲームについては、レシーブ時のS-R所要時間区分が0.8秒を下回る(相手速度が高い)場合は、レシーブポジションを後方に位置しその時間を稼ぐこともひとつであろう。しかし、これには自陣コート前が広がりすぎるリスクが伴う。一方、現在の練習環境下で即時的に行なえる対策は、0.8秒以下でのレシーブを練習することである。練習相手に例えば2～4m程度ベースライン内からサービスを打ってもらうことや、自らがコート内に入り込んでボールバウンド後の間合いを詰めたレシーブを練習し、これをS-R所要時間を計りながら繰り返すことは今すぐにでもできる。

勝者について：今後のワンランク上の相手との対戦に備え、同レベルの相手には今まで以上にサービスを絡めてポイントを取得する意識を高めるべきである。厳しいコースを突いてサービスエースやレシーブミスをより多く奪うことや、オープンコートを作ることを意識すべきである。一方、レシーブはより短いS-R所要時間でも攻撃的に行なえるよう、すなわち、0.8秒以下の間合いで的確にレシーブできるようになるため、自らのレシーブ位置を平素からコート内にすべきである。

(2)上位群との対戦に向けての短期的対策

下位者について：男子は特に、サービス速度に上位者とは決定的差違があることを認識した上で、まず、レシーブ力を高める上述の練習に取り組むことが現実的と思われる。これとともに、短期的には困難かと思われるが、サービス速度獲得のためのフィジカルと技術の習得にすぐにでも取り組むべきである。試合時においては、サービスおよびレシーブゲームともに、ラリー戦に持ち込みポイント取得率を5割に近づけるべく勝機を待つことが当面の対策ではないかと考える。

(3)サービス力を高める長期的対策

長期的対策としては、絶対的にサービス速度を高めることが重要であり、そのためには、ラケットヘッド速度をより高めなければならない。また、打点を可能な限りコート内(相手により近い)にすることや、回転をサイドとトップスピンで打ち分けられるようなラケット操作法を習得し、コントロール力も高めなければならない。そのために、よりコート内前上方向へジャンプするための膝の爆発的伸展力や、これに伴うシャープな体幹の捻り戻しを行ない、その結果、開放的運動連鎖としてより大きなエネルギーを腕およびラケット側へ効率良く伝えることが必要である。

5. まとめ

今回のゲーム分析は、特別な機材を所持しない者にも入手可能なデータについて、勝者は敗者よりいずれの分析項目において優っていたかを数値化したものであり、勝敗を分けた原因を直接追求したものではない。特に前半のin％、won％は真に4群の競技レベル

別に結果の違いを示したものにすぎない。これに対し、後半のサービスからレシーブまでの時間的間合いについては、プレーの質的違いの一端が含まれており、同じプレーならばいかに短時間で完結できるかが問われているといえる。勝者は、これらの項目において敗者のそれを上回ったというデータの提示は、敗者がなぜ負けたかを納得する上では貴重なものといえよう。しかし、これらのデータを見て敗者が次の対戦で勝者に勝つ材料とするには、より一層の分析力や考察力が求められる。このことからも、今回の著者らが提示した対策が最善であるとは思ってもおらず、より多数で意見を持ち寄る必要があると考える。

最後に、テニスのシングルスゲームをざっくりと捉えると、トップであろうが地域学生であろうが、男性であろうが女性であろうが、同群内での対戦に限定すると、勝者と敗者の示すマッチサマリーは近似する。しかし、群の異なる対戦になると、ラリーテンポや打球速度の違いにより、一方的で残酷な結果が示されるゲームの構造特性があり、これを踏まえて指導者および選手諸氏はいかにして上位群への進出を果たすべく対策を講じるかが問われている。データ収集法の新旧によらず、自ら対応可能なことはすべてやるという気構えが求められ、それが上達の鍵となるのではないだろうか。◆

参考文献

1. 足立長彦(1999)テニスの試合における勝敗に関する一考察－サーブの分析を中心として－. 武庫川女子大学紀要人文・社会科学編, 47:57-63.
2. Brody, H. (2003)Serving strategy. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 31:2-3.
3. Brody, H. (2004)Match statistics and their importance. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 32:11-12.
4. Chow, J.W., Carlton, L.G., Lim, Y.T., Chae, W.S., Shim, J.H., Kuenster, A.F. and Kokubun, K. (2003)Comparing the pre- and post-impact ball and racquet kinematics of elite tennis players' first and second serves: a preliminary study. *Journal of Sports Sciences*, 21(7):529-537
5. 藤原聖悟, 細川翔平, 西島吉典(2016)サービスインパクトからレシーブインパクトまでの所要時間とポイント取得率との関係. テニスの科学24：118-119.
6. 林準平, 細川翔平, 吉山佳織, 西島吉典(2015)テニス男子シングルスにおけるサービス成功率およびポイント取得率の群間差に関する研究. テニスの科学, 23：86-87.
7. 林準平, 細川翔平, 大原かの子, 吉山佳織, 加藤達雄, 西島吉典(2016)男子テニスシングルスにおける異なる選手層間でのサービス関連統計データの比較-関西学生男子選手のサービスゲームでの戦術構築を目指して-. テニスの科学, 24：11-19.
8. 日本テニス協会(2005)新版テニス指導教本, 初版, 大修館書店, 東京.
9. 西島吉典, 林準平, 加藤達雄, 細川翔平, 大原かのこ, 黒田岳志(印刷中)女子テニスシングルスにおけるサービス関連データの統計分析. 大阪教育大学紀要, 第Ⅳ部門, 教育科学.
10. Tennis Australia. (2013)Australian Open Tennis Championships 2013 - The official site of the Grand Slam. Scores, Completed Matches. URL:http://2013.ausopen.com/en_AU/scores/extrastats/index.html access date: August 13th, 2014.
11. United States Tennis Association. (2014) Official site of the 2014 US Open Tennis Championships. Scores & Stats, Match Statistics. URL: http://2014.usopen.org/index.html access date: September 28th, 2014.
12. 吉山佳織, 細川翔平, 林準平, 西島吉典(2015)テニス女子シングルスにおけるサービス成功率およびポイント取得率の群間差に関する研究. テニスの科学, 23：88-89.

謝辞

本データは、藤原聖悟、丸山薫、大原かのこ、森下博也、藤原玉穂(敬称略)、5氏の大阪教育大学卒業論文のデータを基とし、このデータの収集にご協力いただいた同大学テニス部の諸氏(敬称略：大西沙織、太田黒秋奈、長妻遙奈、笹山美佳、大越力毅、黒木紳太郎、下尾博紀、松岡和樹、阪本篤史、高田昌孝、藤本浩之、山本大智、井口航輝)に感謝申し上げます。

著者紹介

西島 吉典：
大阪教育大学テニス部顧問、全日本・関西学生テニス連盟部長監督会会長、大教大テニス・バイメカ研究室代表。

林 準平：
太成学院大学人間学部健康スポーツ学科助教、亀岡市テニス協会強化部戦力分析スタッフ、大教大テニス・バイメカ研究室スタッフ(キネティックス担当)。

黒田 岳志：
大阪教育大学非常勤講師(スポーツマッサージ担当：柔道整復師)、日本スポーツ協会スポーツ指導員、大教大テニス・バイメカ研究室スタッフ(キネマティックス担当)。