

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 上島 慶
学位 博士(学術)
学位記番号 新大院博(学)第73号
学位授与の日付 平成26年3月24日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名 卓球競技における競技力向上のための技術および戦術に関する研究

論文審査委員 主査 教授 牛山 幸彦
副査 教授 八坂 剛史
副査 准教授 大庭 昌昭

博士論文の要旨

我が国のスポーツ政策では、国際競技力の向上がスポーツ推進に大きく貢献するとして、競技力向上を図るための医・科学的なサポートが多面的に行われている。対人でボールを用いる競技は、相手に対する戦術立案や実行の方法が勝敗を大きく左右するため、競技現場で試合内容を即時的に定量化し、得られた客観的情報を基に技術や戦術を分析・評価している。

しかし、卓球競技は、ラリーが非常に速く試合内容を記録することが困難であり、競技現場で活用できる技術や戦術分析法は確立されていないため、現在も指導者の経験や主観的分析で選手にアドバイスが与えられているのが現状である。

本論文では、第1章において、卓球競技の発展段階を分析し、技術・戦術の要素を分類することを試みた。その結果、「飛行特性」、「配球特性」、「回転特性」の観点から客観的かつ定量的な情報を得るための方法論を確立することによって、技術および戦術の分析・評価を行う事が重要であるという結論を得た。

そこでまず、第2章では、飛行特性を即時的に定量化して提示できるシステムを開発し、そのシステムを用いて選手の打球を分析・評価した。その結果、卓球競技の競技現場において、飛行特性の観点から選手の打球を即時的に分析・評価することが可能になった。また、試合結果に応じた打球技術や試合内容も評価できると共に、飛行特性から選手の打球の特徴も把握できることが明らかになった。選手は、競技レベルが高いほど飛行特性に加えて、打球方向や打球の待ち時間などの要素を組み合わせて技術・戦術を立案して実行するため、技術・戦術要素を2次元からさらに3次的に分析・評価できる要素を定量化していくことで、より詳細な分析・評価が行えるものと考えられた。

そのため、第3章では、ボールが卓球台に落下した際の振動を計測し、記録されたその特性からボールの落下点の即時的な定量化を試みた。その結果、88%以上の高い確率でボールの落下領域を推定することが可能になり、選手が打球した配球特性を定量化することが可能になった。この方法論は、従来行われてきたものとは異なり、ボールの飛行時間も即時的に定量化することが可能であるため、

得点するまでの配球パターンに加え、それぞれの領域へどの程度の時間間隔で打球することが適切であるかも同時に分析・評価することが可能である。さらに、ボールの飛行時間は、打球されたボールの球種や戦術実行に用いた打法も推定できるため、この方法論を用いることで、選手が打球した領域、打球の時間間隔、用いた打法、回転軸を3次元的に分析・評価することが可能になった。これらの要素は、戦術立案や技術選択をするためには必要な資料となる。しかし、選手にアドバイスを与える際は、打球領域に加えて、どの程度のスピードと回転で打球するかが得点に大きく影響してくるため、選手の打球に関する行動指針を指示するには、回転特性を分析・評価していく必要性があった。

そこで、第4章では、回転特性について定量化し、分析を行った。卓球競技は、ボールに与えられる回転数が非常に大きく相手の回転に打球が左右されやすいため、戦術の立案や打球技術の選択には、相手の回転特性を把握する必要がある。しかし、卓球ボールの回転は、卓球台上でのバウンドや、空気抵抗によっても変化が生じるため、あらゆる回転の変化に応じた打球技術を習得するためには、相手が打球してから次の選手が打球するまでの間の回転の変化も把握する必要性があった。そのため、第4章の回転特性では、ボールがバウンドする前後の回転数とボールの飛行中における回転数の変化を定量化して、分析・評価を行った。その結果、バウンド前後の回転特性を定量化して分析することによって、相手の打球する回転特性や使用する卓球台のメーカーに応じた戦術立案や技術選択が可能になることが明らかになった。また、飛行中におけるボールの回転数の減衰は、相手が打球したボールの回転特性によって異なることから、相手の打球したボールの回転特性を定量化して分析することで、打球点に関する技術・戦術の分析・評価が可能になることが明らかになった。

本研究によって、卓球競技の技術・戦術要素とされている「時間(スピード)」「空間(コース)」「回転」を構成するほぼ全てのパラメーターを定量化することが実現された。これを競技現場で活用することで、論拠となる資料をもとに選手へ即時的なアドバイスを与えることが可能になる。回転特性は、映像を用いた分析であるが、近年ではハイスピードカメラが発展してきているため、映像分析による即時的な定量化も可能性が見出されている。また、卓球競技は、技術・戦術を構成する情報が不明確であったため、技術・戦術の構成法は体系化されていなかったが、本研究で得られた研究成果を1つの技術・戦術分析評価トレーニングシステムとして競技現場で活用していくことで、本研究の観点を基盤とした技術・戦術分析法が確立されていく可能性が示唆された。

審査結果の要旨

卓球競技において、その技術や戦術の評価は困難とされている。これは、ラリー展開が非常にスピーディーであることや、個人競技であるため、試合数が非常に多いこと等が挙げられる。さらに、打球面に貼付し、ボールの回転や速度に大きな影響を及ぼすラバーの種類が豊富であり、それに適したプレースタイルによっても対戦者双方で用いる技術・戦術の組み合わせは複雑である。これらのことに加え、競技指導場面においては、指導者の経験に基づいた主観的指導が行われているのが現状である。しかしながら今後のスポーツ指導場面においてはより客観的な指導指針を示していく必要があると考えられる。

これらの観点から、本審査対象論文では以下の通り卓球競技の発展において重要な知見を得ている。

まず、第1章で卓球競技の歴史的背景、競技そのものの発達過程と共に競技特性をまとめている。これを元に技術・戦術の要素の分類を行い、本論文の構成を示している。スポーツにおいて技術と戦術は裏表の関係にあり、切り離すことは困難であるが、これらを卓球競技に関して巧みに整理している。

第2章から第4章では、第1章で分類した打球特性に関して定量化する方法の検討と実践を行っており、卓球競技をより客観的に捉えるために必要なパラメーターを特定し、分析している。

第2章では「飛行特性」として技術・戦術要素の中の打球のスピード、高度、入射角度に焦点をあてて分析を行っている。一般的にはスピードが注目されがちではあるが、打球は卓球台という限られたエリアにバウンドさせない限り成功とは言えないため、その成否を左右する打球軌跡の高度・入射角度という要素があることを提案しその定量化についての方法と結果について言及している。この様な視点から分析した研究はこれまでにないものである。

第3章では「配球特性」を定量化する方法論を提案している。これは技術・戦術要素の中の配球パターンと飛行時間を「配球特性」として定義しており、時間・空間的な側面からのアプローチと言える。卓球競技においては打球の到達時間は最短で0.1秒以下の場合もあり、打球のピッチが非常に速いため、連続打球において瞬時にそのコースを記録することが困難である。そのため、ボールが卓球台にバウンドした際に振動が発生するという点に着眼し、これを利用してボールがバウンドした地点を特定する事の可能性を示している。これにより今後、この方法論によるゲーム分析のさらなる発展が期待できるものである。

第4章ではボールの回転についての検討を行っている。特に飛行中の回転数の変化について、ボールが台に接触しその摩擦によって変化する回転数と、空中期において空気の粘性による回転数の減衰について、その定量化を行っている。現場において関心が高いボールの回転数であるが、対戦する相互の選手が打球する間にどのような変化をするかについての研究はこれまでになく、貴重なデータが得られている。

一般に競技力向上を目指す場合においては技術の分析を主眼とする研究が多く、その場合、映像を用いて動作を分析することが主流である。しかしながら本論文では打球の特性を定量的に捉え、その結果から打球技術と戦術を評価するという逆説的ではあるが現場で有効な方法を提案している。そして打球特性を「飛行特性」、「配球特性」、「回転特性」に分類し、客観的に分析するというこれまでにない新規性を有している。

また、過去5年間の研究業績では16編の論文（査読付き15編、筆頭8編、英文5編）を執筆し、学会発表においては19回（5回の国際学会発表を含む）の研究報告を行っており、量・質ともに十分である。

以上のことから博士（学術）の学位を授与するに値するものと判断した。