

氏名(本籍)	佐藤文平(神奈川県)
学位の種類	博士(体育科学)
学位記番号	甲第95号
学位授与年月日	令和3年3月15日
学位授与の要件	文部科学省令学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	日本人一線級テニス選手におけるドップラー・レーダー追跡システムを用いたサーブ時のボール速度と回転数の関係
審査員	主査 日本体育大学 教授 船渡和男 副査 日本体育大学 教授 黄仁官 副査 日本体育大学 教授 杉田正明

### 《論文審査結果の要旨》

令和2年12月25日の博士学位申請公開発表会において、審査の先生方から多くの示唆に富んだ有益な意見をいただき、それに沿って修正を加え、令和3年1月14日に最終口述試験を実施した。その結果、博士論文として相応しいと判断され、博士学位論文の申請が受理された。

以下に審査を受けての主な修正内容と論文内容に関する審査結果を記す。

#### 1. 博士論文の主な修正内容

- 1) 研究の意義、背景、小史など目的に至る過程が説明不足で、焦点が絞られていない点についての指摘・・・テニス競技の中でサーブの重要性を指摘し、サーブの種類 (flat, slice, kick) におけるボール速度と回転数の関係を調べることは、競技力向上にとって重要な課題であることを冒頭に示した。研究小史では、テニスの実践面では3種類のサーブが使い分けられ、それらの“ボールの質”を評価する指標としてボール速度と回転数から両者の間には反比例すなわちトレードオフの関係が示されるという先行研究を精査した。さらに2003年以降ではドップラー・レーダー追跡システムの開発と主に野球やゴルフ競技での活用事例から、空中へ投射されたボールの挙動分析を紹介して、それらをテニスサーブに応用することによって導かれる、ボール速度と回転数の関係性の意義について言及した。
- 2) 研究の仮説と研究目的が不明瞭との指摘・・・テニス競技者のパフォーマンスレベルによって、ボール速度と回転数の関係が異なることが予想され、同反比例の関係式はレベルが高い選手ほど右上にシフト (3種類のサーブともより大きなボール速度で高い回転数を示す) と仮説をたてた。目的では、ドップラー・レーダー追跡システムを用いて日本人一線級選手のテニスサーブでのボール速度と回転数の関係を定量化し、そこからテニスサーブの客観的評価指標を作成して、パフォーマンスの向上に貢献することを追記した。
- 3) 本研究手法であるドップラー・レーダー追跡システムの精度検証について詳細が必要との指摘・・・

II章の測定精度では、モーションキャプチャーシステムから得られた値との相関関係に加えて、測定値の誤差値および%Diffの結果を追記した。また製造業者が示すドップラー・レーダー追跡システムの測定精度や誤差を表示した。

- 4) ボール速度と回転数の関係以外に競技力と体格の関係を検討すべきとの指摘・・・特に身長はテニスサーブでは打点高に影響を与える大きな因子の一つであることから、海外も含めたプロ選手との身長比較やサーブ時の打点高が高いことの優位性についての考察を加えた。
- 5) 競技レベルの異なる群が示すボール速度と回転数のトレードオフ関係を分析して定量的及び評価づくりができるのではとの指摘、加えてパラリンピアンは被験者が少ないので考察に無理があることへの指摘・・・各群から得られた回帰式の差の検定を行うと同時に、回帰式から導かれる分散を用いて3種類のサーブについて速度と回転数の関係から評価表の作成を試み、各選手へのフィードバックへ役立てることを追加した。車椅子テニス選手は男子2名、女子1名であることから、車いす選手の特徴と言及することは削除した。一方3名ともパラリンピアンという世界を代表する日本選手であることから、彼らの特徴についての考察を加えた。
- 6) 総合議論は本研究結果に基づいて記述されるべきとの指摘・・・総合議論を全面的に修正し、日本人選手が世界で活躍するためにサーブ強化に必要となるフットスタンステクニックとボール速度と回転数の関係の客観的評価指標の作成と活用について追記した。
- 7) 本研究の限界点の記述は問題提起時に取り上げられるべきとの指摘・・・研究の限界点を整理し、ボール速度と回転数関係における3種類ごとのサーブを評価すること、およびそれ以外のテニスサーブ時の“ボールの質”を探究することを今後の研究課題とした。

## 2. 論文内容に関する審査結果

本論文は、オリンピックを含む日本人一線級選手を対象に、ドップラー・レーダー追跡システムを用いて、テニスサーブ時とボール速度と回転数の関係の定量化を試み、競技レベルあるいは車椅子パラリンピアンの特徴を調べるという独創性かつ新規性のある研究である。テニスサーブのボール速度と回転数の関係性については、テニス以外の野球やゴルフ競技も含めて体育スポーツ科学分野の国内外の研究動向を十分に把握し、テニス競技の実践において本研究を行うことの重要性や意義さらに得られた結果の活用に関して本研究の位置付けが明確に提示されている。

主な研究成果は、ボール速度と回転数とのトレードオフ(反比例)関係とその関係性が競技レベルによって明確に異なること、同関係の回帰直線からサーブの種類毎のいわゆる“ボールの質”の評価基準を作成できたこと、さらに体格的に不利な日本人選手が世界で活躍するためには、スタンステクニックを習得することによりボール速度と回転数の向上が期待できる点を言及している点である。これらは体育スポーツ科学分野の発展および実践に寄与するオリジナルな研究成果であると言える。

被験者は、オリンピック出場選手5名、全日本テニス選手権優勝者5名、パラリンピックメダリスト2名、その他大学生及びジュニア選手を含む合計58名から構成され、研究倫理を順守して研究公正について十分な知識と配慮に基づいて研究が遂行されている。

新しい測定手法であるドップラー・レーダー追跡システムの精度検証は、3次元モーションキャプ

チャーにより確認されており、競技レベルが異なる群間から得られたボール速度と回転数データの信頼性は十分に保障される。両者の関係から求められるトレードオフ関係の考察は合理的であり、加えていわゆる“ボールの質”の評価に及んでいることは発展的であると同時に、学術的かつ実践的興味をそそられる点である。また結論は研究結果に基づいて簡潔に示されている。

博士学位論文全体を通して、研究の背景、小史、本研究の意義と目的、4つの章からなる実験研究による検証の目的、方法、結果、考察そして総合議論と結論は、体育スポーツ科学分野の博士論文に相応しい形式にまとめられている。

以上のことから本博士学位論文においては、体育スポーツ科学分野における新たな学術的かつ実践的知見が十分に含まれており、当該分野で自立した研究者および教育者として活動するのに必要な高い能力を有していると判断することができる。

以上、審査の結果、申請者は博士(体育科学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

#### 《最終試験結果》

合格 ・ 不合格

令和3年1月24日