HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	テニス競技におけるサービスパフォーマンスと体力・運動能力および認知機能との関連性［全文の要約］
Author(s)	黒田, 裕太
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(教育学)
Dissertation Number	甲第13623号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/74597
Type	doctoral thesis
File Information	Yuta_Kuroda_summary.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文内容の要約

博士の専攻分野の名称　博士（教育学）　　氏名　黒田　裕太

学位論文名「テニス競技におけるサービスパフォーマンスと体力・運動能力および認知機能との関連性」

緒言

テニス競技における技術指導の根幹は 5 つの技術と 5 つの状況である．5 つの技術は，①サービス，②リターン，③グラウンドストローク，④ボレー，⑤スマッシュであり，5 つの状況は，①サービスをするとき，②サービスを返すとき，③2 人ともバックコートにいるとき，④自分がネットに付こうとしているか，またはすでにネットにいるとき，⑤相手がネットに付こうとしているか，またはすでにネットにいるとき，である（日本テニス協会, 2015）．テニス競技者は，これらの技術および戦術を鍛錬し試合に臨む．このようなテニス競技特有の技術の水準が高いことは，相手と対戦し勝利するためには非常に重要な要因となる．男子プロテニス協会（ATP）のホームページに記載されている，選手のシングルスの分析データ（Individual Match Stats）では，1991 年から現在までを対象としたテニス選手の 1st Serves Point Won および 2nd Serves Point Won の上位 10 名までのランキングが掲載されている．この 1st Serves Point Won および 2nd Serves Point Won の上位 10 名までのランキングでは，世界ランキング歴代 1 位のテニス選手は，1st Serves Point Won のランキングに 3 名，2nd Serves Point Won のランキングに 6 名が存在し，2nd Serves Point Won のランキングに世界ランキング 1 位の選手が多く存在している．また現役選手は，1st Serves Point Won のランキングに 2 名，2nd Serves Point Won のランキングに 6 名存在し，現役選手も 2nd Serves Point Won のランキングに多く存在してい

る．このことから，テニス競技において 2nd Serves Point Won が高いことは試合に勝つ上で重要で，試合における 2nd サービスの重要性は高いと考えられる．精度を重要視する 2nd サービスは，正確で効果的なショットを打球する必要があるが，2nd サービス精度に焦点を当てた研究は見受けられない．

テニス競技は，アジリティー，筋力および有酸素性能力といった競技関連体力が競技成績に影響を与えることは多く報告されている（小屋ほか，2014; Kuroda et al., 2015; Roetert et al., 1992）．また，認知機能特に，実行機能も競技パフォーマンスにとって重要な要因であることが示唆されている（Alexandru et al., 2014; Overney et al., 2008）．実行機能とは，問題解決，論理的思考，計画など目標思考的な制御を要する高次認知機能を支える機能であり，運動は，認知機能でも特に実行機能との関連性が強いことが報告されている（Diamond, 2013）．テニス競技は，オープンスキルが要求されるスポーツである．オープンスキルとは予測不能な環境下で多様な運動を行うスキルと定義され（Poulton, 1957），意志決定，協調運動，素早い反応，絶えず変わり続ける環境の変化に適応することが要求される（Singer, 2000）．テニス競技において，サービスは自分のタイミングで打つことができる唯一のショットである．他のスポーツでは，ボウリング，野球のピッチング，ゴルフのパターなどが挙げられ，これらは実行機能との関連性があるといわれている（Singer, 2000; Jacobson & Matthaeus, 2014）．Jacobson and Matthaeus,（2014）は，短時間での高い集中力を要するスポーツ経験者（例えば，ゴルフ）において実行機能が高いことを報告している．2nd サービスは，サービスボックスに入らなければ失点し，安易に入りやすいコースへ打球すると相手に打ち込まれる可能性があるショットである．そのため選手は，観客や対戦相手への不必要な注意を抑制し，相手コートに打ち込まれにくいコースへ正確に狙うことだけに注力する必要があると考えられる．よって，2nd サービスにおいても実行機

能が重要な役割を担うと考えられる．

競技パフォーマンスは，運動中または試合中に低下することが報告されている（Armstrong et al., 1985; Baker et al., 2007; Davis et al., 2015; Smith et al., 2012）．その要因の 1 つに，水分損失が考えられる．運動は，一般的に水分損失下で実施されていることが報告されており（Maughan & Shirreffs, 2010; Osterberg et al., 2009），競技パフォーマンスへの影響は様々な競技で考えられる．先行研究では，水分損失により長距離における走行タイムが遅延したこと（Armstrong et al., 1985），3%の水分損失をしていた場合，30m 走の走行タイムが遅延したこと（Davis et al., 2015），バスケットボール競技において 1 - 4%の水分損失が練習におけるシュートの正確性を低下させること（Baker et al., 2007），ゴルフ競技におけるショットの飛距離や正確性が約 1%で低下すること（Smith et al., 2012）が報告されており，2nd サービス精度でも影響は十分に考えられる．

以上の背景を踏まえ本研究では，テニス競技における 2nd サービス精度に焦点を当て，2nd サービス精度と体力・運動能力，実行機能および水分損失との関連性を検討することを目的とした．

研究課題 I 「大学生テニス選手における体力・運動能力および主観的運動強度と 2nd サービス精度との関連性の検討」

本研究では，健常な大学生テニス選手 8 名を対象に握力，5 方向走，主観的運動強度，主観的疲労感および 2nd サービス精度を測定し，2nd サービス精度との関連性を検討した．80 分の実験を通して，握力および 5 方向走の走行タイムに有意な変化は認められなかった．一方，主観的疲労感は上肢・下肢ともに実験後に有意に上昇した．2nd サービス精度との関連性を検討した結果，実験

後の主観的運動強度と負の相関関係が認められた．本研究において対象者が感じた実験に対するきつさや努力感といった感覚が，サービスを打つ動作などの技術的な要因に影響を与えた結果，2nd サービス精度に変化が見られたのではないかと考えられる．

研究課題Ⅱ「大学生テニス選手における 2nd サービス精度と認知機能の関連性の検討」

研究小史において，テニス競技における競技パフォーマンスが認知機能特に，実行機能との関連性があることから，実行機能と 2nd サービス精度との関連性を検討した．健常な大学生テニス選手 11 名を対象とし，2nd サービス精度と認知機能との関連性の検討することを目的とした．結果は，実験の前後において SCWT の統制条件および不一致条件の反応時間および反応時間の干渉量に有意な変化は認められなかった．誤答数は，実験前後における統制条件では有意な変化は認められなかった．しかし，不一致条件において実験前と比較し実験後に有意に増加した．また，誤答数の干渉量も同様に増加した．2nd サービス精度は，実験前後において有意な変化は認められなかった．2nd サービス精度と認知機能の関連性を検討したところ，2nd サービス精度の変化率と実験後における反応時間の干渉量に負の相関関係が認められた．本研究では，主観的運動強度が高かった対象者において，実行機能が低かった．その実行機能が低かった対象者は，2nd サービスのトスを上げる動作が打球するにあたって適切だったかどうか，トスの位置が打球するにあたって適切なのかどうかといった情報の選択が，運動により適切に判断が困難になった結果，2nd サービス精度の低下に繋がってしまったのではないかと考えた．

研究課題Ⅲ「大学生テニス選手における水分損失率と 2nd サービス精度の関連性の検討」

運動をすることにより，体水分が損失することが考えられる．研究小史において体内の水分損失により競技パフォーマンスの低下が生じることが考えられるため，水分損失と 2nd サービス精度との関連性を検討した．全日本学生テニス選手権の地域予選出場の健康な成人男性 12 名を対象とし，水分損失と 2nd サービス精度との関連性を検討した．測定項目は実験前後の体重，実験時の心拍数，主観的運動強度とし，実験におけるサービス精度の変化および関連性を検討した．その結果，実験前の平均体重は 67.8 ± 8.2kg，試合後の平均体重は 67.2 ± 8.2kg であり，実験前と比較する有意に体重減少を引き起こしており，水分損失率は，0.8 ± 0.4%であった．実験によるサービス精度の変化は認められなかったが，水分損失率とサービス精度に負の相関関係が認められた．水分損失により，2nd サービス精度の低下に繋がってしまう可能性が考えられた．

本研究で明らかとなった点

サービスパフォーマンス（e.g. スピードおよび精度）と身体特性または運動能力との関連性はいくつか検討されているが，そのほとんどが 1st サービスに関するものであり，2nd サービスに焦点を当てたものは少ない．緒言でも述べたように，現在のテニス競技における 2nd サービスは，以前よりも高い速度および精度が必要とされている（図 1）．研究課題 I では，2nd サービス精度と主観的運動強度に負の相関関係が認められ，2nd サービス精度は，対象者が実験で感じた「きつさ」や「努力感」といった感覚との関連性が認められた．このことから，本研究において 2nd サービス精度に変化が見られた要因の 1 つ

に，2nd サービスを打つ動作などの技術的な要因が本実験による「きつさ」や「努力感」といった感覚の変化に影響を受けたのではないかと考えられる．

競技パフォーマンスを決定する要因の 1 つとして認知機能が上げられ，特にスポーツ競技において，競技パフォーマンスと関連が深い実行機能との関連性を検討した先行研究が増えている（Overney et al., 2008; Alexandru et al., 2014; 石原ほか., 2016; 石原ほか., 2017, Ishihara et al., 2018）．研究課題 I では，主観的運動強度と 2nd サービス精度との間に負の相関関係が認められた．Kamijo et al.（2004）の研究では，主観的運動強度と実行機能との間に逆 U 字型の関係性があることを報告している．そこで研究課題Ⅱでは，研究課題 I における 2nd サービス精度と主観的運動強度との関連性から，2nd サービス精度が実行機能と関連性があるのかを検討した結果，2nd サービス精度の変化率と実験後の課題の反応時間の干渉量との間に負の関連性が認められた．実行機能が低かった対象者は，2nd サービス精度の低下が生じていた．研究課題Ⅱから，2nd サービスを打球する際に，2nd サービスの動作（e.g.トスを上げる動作やトスの位置）が適切なのかどうか，といった情報処理が実験後で困難だった対象者は，2nd サービス精度の低下が生じたのではないかと考えられた．

競技スポーツにおける競技パフォーマンス低下の要因の 1 つとして水分損失が挙げられる．そこで研究課題Ⅲでは，2nd サービス精度が水分損失の影響を受けるかを検討した．その結果，水分損失率と 2nd サービス精度に負の相関関係が認められ，水分損失の上昇に伴い 2nd サービス精度は低下していくことが示唆された．先行研究において，体力・運動能力および実行機能は，体内の水分損失により低下することが報告されている．研究課題Ⅱにおいて，実行機能と 2nd サービス精度との間に関連性が認められたこと，研究課題Ⅲにおいて，水分損失率と 2nd サービス精度に負の相関関係が認められたことから，水分損

失により，実行機能が低下し，2nd サービス精度に影響を与えたのではないかと考えられる．また，本研究は，練習や試合のように対象者自身が自由に水分摂取できるようにしたため，実験による水分損失は 1%未満であった．その様な中でも 2nd サービス精度と水分損失率に関連性が認められた事は，1%程度の水分損失でも 2nd サービス精度に影響を与える可能性があることが考えられた．

以上の知見から 2nd サービス精度は，主観的運動強度および実行機能と関連性があること，水分損失により 2nd サービス精度を低下させる可能性が示された．本研究における 2nd サービス精度と関連性のあった指標は運動中に変化をするものである．よって，運動中または試合中に主観的運動強度の上昇，実行機能および水分損失率の低下を最大限に抑制することができれば，2nd サービス精度を維持できるのではないかと考えられる．

参考文献

Alexandru, M. A., Ruxandra, R., & Carmen, G. G. （2014）. Predictors of tennis performance of junior players. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 116*, 5169-5174.

Armstrong, L. E., Costill, D. L., & Fink, W. J. （1985）. Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 17*（4）, 456-461.

Baker, L. B., Dougherty, K. A., Chow, M., & Kenney, W. L. （2007）. Progressive dehydration causes a progressive decline in basketball skill performance. *Medicine and science in sports and exercise, 39*（7）, 1114-1123.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology, 64*, 135-168.

Davis, J. K., Laurent, C. M., Allen, K. E., Green, J. M., Stolworthy, N. I., Welch, T. R., & Nevett, M. E. （2015）. Influence of dehydration on intermittent sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 29*（9）, 2586-2593.

石原暢，黒田裕太，川上雄一，水野眞佐夫．（2016）．エリート女子ジュニアテニスプレーヤーにおけるシングルスゲーム時の認知機能と競技パフォーマンスの関係．*スポーツパフォーマンス研究, 8*: 229-238.

石原暢，黒田裕太，水野眞佐夫．（2017）．青年テニスプレーヤーにおけるシングルスゲーム時の認知機能と競技パフォーマンスの関係．*テニスの科学，25*: 39-53.

Ishihara, T., Kobayashi, T., Kuroda, Y., & Mizuno, M. （2018）. Relationship between attention shifting and tennis performance during singles matches. *The Journal of sports medicine and physical fitness, 58*（12）:1883-1888

Ishihara, T., Sugasawa, S., Matsuda, Y., & Mizuno, M. （2017）. The beneficial effects of game-based exercise using age-appropriate tennis lessons on the executive functions of 6–12-year-old children. *Neuroscience letters, 642*, 97-101.

Jacobson, J., & Matthaeus, L. （2014）. Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychology of Sport and Exercise, 15*（5）, 521-527.

Kamijo, K., Nishihira, Y., Hatta, A., Kaneda, T., Wasaka, T., Kida, T., & Kuroiwa, K. （2004）. Differential influences of exercise intensity on information processing in the central nervous system. *European Journal of Applied Physiology, 92*（3）, 305–311.

公益財団法人日本テニス協会（2015）．テニス指導教本Ⅰ，初版，公益財団法人日本テニス協会編，*大修館書店．pp7-35*.

小屋菜穂子，北村哲，梅林薫，宮地弘太郎，道上静香，細木祐子（2014）．テニス競技のナショナルジュニアテニス選手に求められる体力評価の検討．*テニスの科学，22*: 23-32.

Kuroda, Y., Suzuki, N., Dei, A., Umebayashi, K., Takizawa, K., & Mizuno, M.（2015） A comparison of the physical fitness, athletic performance, and competitive achievements of junior and senior tennis players. *Movement, Health & Exercise, 4*（1）, 39-50.

Maughan, R. J., & Shirreffs, S. M. （2010）. Dehydration and rehydration in competative sport. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 20*, 40-47.

Overney, L. S., Blanke, O., and Herzog, M. H. （2008） Enhanced temporal but not attentional processing in expert tennis players. *PLoS One, Jun 11;3*（6）:e2380.

Poulton, E. C. （1957）. On prediction in skilled movements. *Psychological bulletin, 54*（6）, 467.

Roetert, E. P., Garrett, G. E., Brown, S. W., & Camaione, D. N. （1992）. Performance profiles of nationally ranked junior tennis players. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 6*（4）, 225-231.

Singer, R. N. （2000）. Performance and human factors: Considerations about cognition and attention for self-paced and externally-paced events. *Ergonomics, 43*（10）, 1661–1680.

Smith, M. F., Newell, A. J., & Baker, M. R. （2012）. Effect of acute mild dehydration on cognitive-motor performance in golf. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 26*（11）, 3075-3080.