

平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：14201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01592

研究課題名(和文) タブレット端末を利用したテニスの新たなゲーム分析ソフトの開発と実用化

研究課題名(英文) Development and practical application of tennis match analysis software using Tablet PC

研究代表者

道上 静香 (Michikami, Shizuka)

滋賀大学・経済学部・教授

研究者番号：40346010

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、タブレット端末を用いたテニスのゲーム分析ソフトを開発すること、砂入り人工芝コートとハードコートを用いたプロテニス選手のシングルの試合における客観的データと指導者の主観的データを獲得し、それらを比較すること、そして、得られた科学的知見に基づき、日本テニス独自の技術・戦術の指導法を構築することであった。新たに開発されたソフトウェアは、両サーフェスにおけるシングルの試合の特徴を明らかにし、砂入り人工芝コートを用いた日本テニス独自の技術・戦術の段階的な指導方法の確立や個々のテニス選手の技術・戦術的欠点などの抽出に役立つことが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to develop real-time tennis match analysis software using Tablet PC, to obtain and compare subjective data of tennis coaches and objective data in elite tennis player's singles match using sand-filled artificial grass tennis surface and hard court, and to build the coaching method of tennis technique and tactics using sand-filled artificial grass tennis surface. This study showed that the use of the newly-developed software was useful to build gradual coaching method for improving of tennis technique and tactics using tennis court surface specific to Japan, and to identify tennis technical and tactical problems of an individual player.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：テニス ゲーム分析 ソフトウェア開発 エリートテニス選手 コーチング 砂入り人工芝コート ハードコート

1. 研究開始当初の背景

野球，サッカー，バレーボールなど他のスポーツ競技では，ゲーム分析・戦術サポートが広く実施されており，それらの取り組みが選手・チームの勝利に大きく貢献していることは周知の事実である．しかし，テニスの指導現場では，指導者の主観・経験則に依存した指導が一般的であり，客観的情報や科学的知見を指導現場に活用する試みは，他競技に大きく遅れをとっているのが現状である．

また，日本のテニス環境をみると，砂入り人工芝コートが普及しており，ハードコートやクレートコートなどの世界基準と言われるコートサーフェスとはかけ離れた独自の指導環境・状況に置かれている．それにも拘わらず，個々のコートサーフェスに応じた日本テニス独自の技術・戦術の指導内容や指導方法が確立されていないのが現状である．筆者は，テニスの普及からトップレベル選手の育成・強化までのテニスの一貫指導体制に基づく指導現場を預かりながら，テニスのバイオメカニクス的研究に従事してきた．多くの日本テニス選手が世界へ飛躍するきっかけを提供するには，科学と実践の融合を図りながら，日本テニス独自の戦術指導の確立を図ることは極めて重要といえる．

2. 研究の目的

本研究の目的は，以下の3点である．

トップレベルテニス選手におけるコートサーフェス別のシングルのゲームパフォーマンスや勝敗に起因する戦術的要素を明らかにする．

トップレベルテニス選手のシングルの戦術に関する科学的知見を見出し，日本テニス独自の戦術の指導法の確立を図る．

上記の結果及び科学的知見を踏まえたゲーム分析サポートを遂行可能なものにするために，誰もが勘便に操作することのできるタブレット端末を用いたテニスの新たなゲーム分析ソフトを開発し，実用化を図る．

3. 研究の方法

映像・データ収集については，従来より，実施している道上新(2015)の方法を用いて，映像・データ収集・分析を遂行した．すなわち，国内で開催されているITF女子サーキットにおける女子プロテニス選手のシングルの試合の映像及びデータ収集を実施した．使用されたコートサーフェスは，砂入り人工芝コート及びハードコートであった．1台のVTRカメラ(GZ-MG880及びGZ-HD320，Victor社製)を用いて，テニスコート全体が画角内におさまるように，コートの後方から，観客席の出来る限り高い場所に設置し，毎秒60フィールドで，1試合における全ポイントの撮影を実施した．各大会において，2台のカメラを用いて，出来るだけ多くの試合を撮影した．男子トップテニス選手のハードコートの試合については，放映されたテレビ映像に

基づいて，データ収集・分析を遂行した．

分析項目は，基礎分析，時間分析，ゲームパフォーマンス分析などであった．基礎分析として，VTR画像から，1試合あたりの総ポイント数，総ラリー数，平均ラリー数などを計測・算出した．平均ラリー数は，総ラリー数を総ポイント数で除した値とした．時間分析については，試合開始から終了までのプレー時間，両選手のインパクト間のラリー時間(ラップタイム)を計測した．ラリー時間(ラップタイム)については，独自に開発したラップタイム分析ソフトを活用して，インパクト間のボールの移動時間を1/1000秒単位で計測した．なお，ラップタイム分析ソフトを使用するにあたっては，精度の検証も実施した．ゲームパフォーマンス分析については，各ショットの成否，ショットの決定率などを算出した．加えて，ショットの成否に基づき，選手のプレースタイル・勝ちパターンなどの類型化を試みた．統計的有意差の検定には，対応のないt検定を用い，有意水準を5%とした．

指導者の主観的評価については，両サーフェスのプレー特性などに関する指導者の主観的評価を得るため，配布した調査用紙に，自由記述形式にて回答するよう依頼した．得られた回答内容については，KJ法を用いて，整理・集約・分類までの一連の質的分析を実施した．調査対象者は，硬式テニスの指導経験者13名(年齢:41.2±7.5歳，競技歴:17.2±8.9年，指導歴:12.5±7.9年)であった．アンケート調査を実施するにあたっては，調査対象者に本研究の主旨を説明した後，同意を得た．

4. 研究成果

(1) ゲーム分析による客観的評価

女子プロテニス選手の試合においては，使用サーフェスに拘わらず，総ポイントの5割程度が4本以内で，約7~8割が6本以内でポイントが決定していることが明らかとなった．また，4及び6ラリー以内の決定率は砂入り人工芝コートの方が，一方，平均ラリー数及びロングラリーの出現率はハードコートの方が有意に高いことが明らかとなった．また，サーブからリターンまでのラリー時間(ラップタイム)及びリターン以降のラリー時間(ラップタイム)においては，サーフェス間で相違は認められなかった．選手の勝ちパターンについては，サーフェス間で大きな相違は認められなかった．すなわち，勝利を収めるタイプは，コートサーフェスに拘わらず，相手よりもエースが多く，ミスが少ない攻撃かつ堅実タイプ，次いで，相手よりもエースは少ないがミスも少ない堅実タイプ，相手よりもエース，ミスともに多い攻撃タイプであることが明らかとなった．

男子プロテニス選手のハードコートの結果については，女子選手よりも短期決戦型，すなわち，4及び6ラリー以内の決定率が高

く、平均ラリー数が少ないことが明らかとなったが、勝ちパターンについては同様の傾向を示した。

(2) 指導者の主観的評価

図1は、砂入り人工芝コートとハードコートにおけるゲームパフォーマンスに関する指導者の主観的評価を示したものである。ラリーテンポでは「ハードコートの方が早いと思う」、ラリー回数では「砂入り人工芝コートの方が多いと思う」、試合時間では「砂入り人工芝コートの方が長いと思う」、ボールの弾道では「ハードコートの方がよく弾むと思う」、攻撃性では「ハードコートの方が攻撃的なプレーををすると思う」、メンテナンスでは「砂入り人工芝コートの方が、手間がかかると思う」と回答する指導者が多かった（それぞれ約69.2%、約84.6%、約69.2%、約76.9%、約76.9%、約61.5%）。

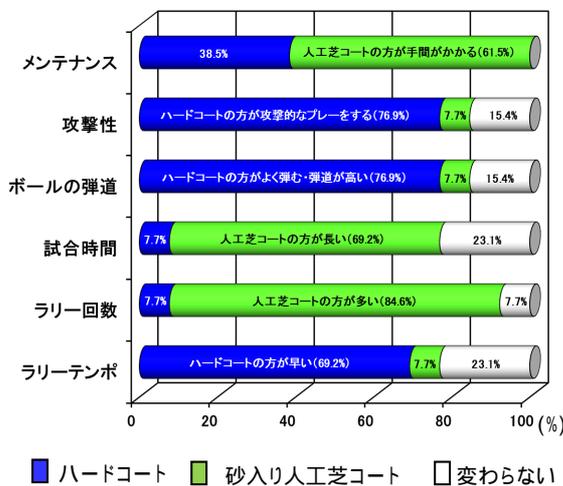


図1 砂入り人工芝コートとハードコートにおけるゲームパフォーマンスに関する指導者の主観的評価

ゲーム分析による客観的評価と指導者の主観的評価を比較すると、「ハードコートの方がラリーテンポは早いと思う」「砂入り人工芝コートの方がラリー回数は多いと思う」「砂入り人工芝コートでは、ラリーが長く続き、攻撃的なプレーが損なわれる」など、多くの指導者の経験則・主観を覆す結果となった。また、砂入り人工芝コートとハードコートにおける選手の育成・強化に関する指導者の主観的評価については、従来から多くの指導者が「砂入り人工芝コートが選手の育成・強化において弊害である」と述べており、その最大の要因は、砂入り人工芝コートが国際大会では認められていないことから、世界で戦うには、国際大会に準じたコートサーフェスで練習することが試合に勝利するための近道であること、そして、その根底にあるのは、両サーフェスに4つの大きな相違（動きのダイナミックさ、打球姿勢・フットワーク、

戦略・戦術、プレースタイル）が存在することが明らかとなった。それゆえ、存在する4つの相違を踏まえた上で、各コートサーフェスの特性に応じた指導を導入し、日本で主流の砂入り人工芝コートを活用したハードコート対策をしていくこと、指導者の指導レベルの向上や指導方針を明確化すること、国内の砂入り人工芝コートでの国際大会を有効活用し、世界ランキングの早期獲得を目指すことなどが、日本テニス独自の育成・強化に繋がることが示唆された。

(3) 日本テニス選手の育成・強化のための効果的な段階的指導法

上述(1)と(2)の結果及び科学的知見に基づくと、図2のような日本テニス独自の技術・戦略・戦術の段階的指導法を提案することができる。

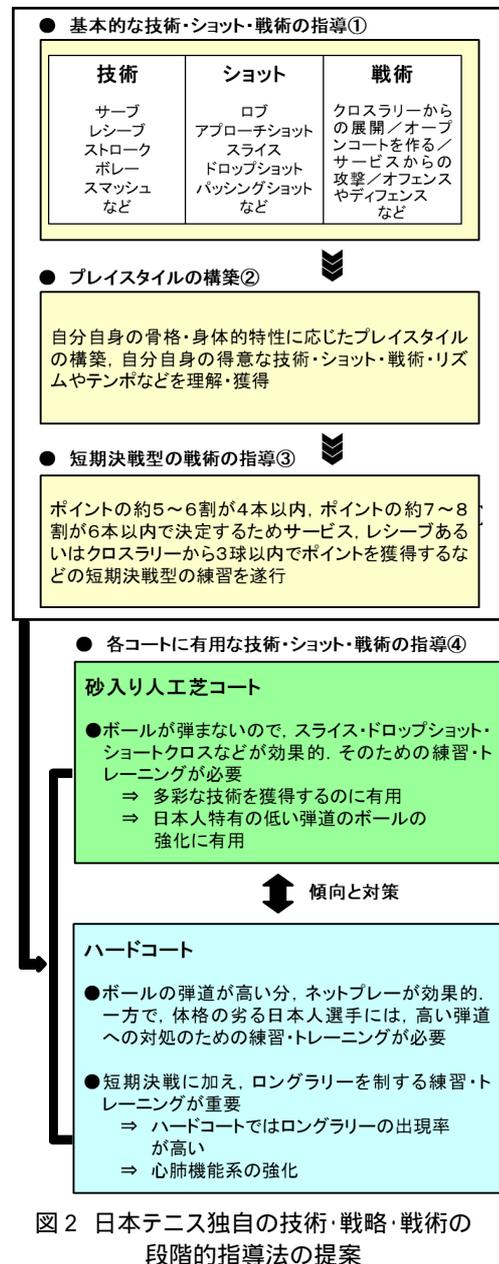


図2 日本テニス独自の技術・戦略・戦術の段階的指導法の提案

(4) ゲーム分析ソフトの開発・実用化

ラップタイム分析ソフト及びゲーム分析ソフトの開発については、選手・指導者からのヒアリング調査に基づき、7項目を開発指針として、作成した。ゲーム分析ソフトの主な機能構成は、基本データ及び試合データの入力機能、データ分析機能、データフィードバック機能とし、これらの機能を20秒間（ポイント間）で操作可能な勘便なものとした。試合終了後には、選手・指導者に対して、複数データを即時にフィードバックすることができ、その内容は、試合の課題点の抽出や次の試合に向けたゲームプランを作成するなどに役立てることが可能なものとした。

図3は、砂入り人工芝コートにおける女子プロテニス選手のシングルの試合のフィードバックデータの一例である。全ポイントにおける各技術のエースやミス傾向から、両選手のプレースタイルや特徴を示したものである。指導者の視点から概観すると、両選手ともに非常に類似したベースライナーであることがわかる。また、敗退したB選手は、データと内省が一致していると判断し、次の試合までに、ここではバックハンドリターン（BRM）の改善をする旨の報告をし、試合直後にその課題練習に取り組む姿が認められた。一方で、学生テニス選手では、主観的情報と客観的情報に大きな隔たりがあることや敗退した選手の中には、自分自身の技術を過小評価している場合があり、個別対応による技術・戦術のコーチングが必要であることなどが明らかとなった。

これらの結果から、テニスのゲームパフォーマンスに関する膨大なデータをリアルタイムで獲得・蓄積することができれば、それらの情報は、上述のような日本テニス独自の戦術指導の確立に役立つものといえる。また、選手・指導者の経験則・主観のみならず、客観的情報に基づいた卓越したテニスの戦術の

| A選手 | 取得ポイント | 94 | B選手 | 取得ポイント | 82 |
|-------------|--------|----|-------------|--------|----|
| A選手 Ace | SA | 0 | B選手 Ace | SA | 2 |
| | FRA | 1 | | FRA | 0 |
| | BRA | 0 | | BRA | 0 |
| | FSA | 7 | | FSA | 5 |
| | FCA | 8 | | FCA | 5 |
| | FGA | 5 | | FGA | 3 |
| | BSA | 4 | | BSA | 4 |
| | BCA | 1 | | BCA | 0 |
| | BGA | 0 | | BGA | 0 |
| | FVA | 1 | | FVA | 6 |
| | BVA | 0 | | BVA | 0 |
| | SmA | 3 | | SmA | 0 |
| 合計 | 30 | 合計 | 25 | | |
| B選手 Miss | DF | 2 | A選手 Miss | DF | 0 |
| | FRM | 3 | | FRM | 6 |
| | BRM | 10 | | BRM | 4 |
| | FM | 22 | | FM | 23 |
| | BM | 23 | | BM | 22 |
| | FVM | 1 | | FVM | 2 |
| | BVM | 2 | | BVM | 0 |
| | SmM | 1 | | SmM | 0 |
| 合計 | 64 | 合計 | 57 | | |

図3 分析結果におけるフィードバックの一例

指導が可能になるといえる。さらに、個別対応の技術・戦術の改善・構築や対戦相手の情報収集・対策にも役立つことに繋がり、それらの取り組みがテニスの競技力向上に繋がることが示唆される。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計6件)

- 1) 道上静香, 道慶知子, 細木祐子, 宮地弘太郎, 中川雅央: 砂入り人工芝コートを活用した日本テニス選手の育成・強化のための効果的な段階的指導法の提案. テニスの科学, 26: 104-105, 2018 (査読無)
- 2) 道上静香, 細木祐子, 宮地弘太郎, 北崎悦子: 第29回ユニバーシアード競技大会(2017/台北)における日本女子テニスチームの混合ダブルス金メダル獲得までの強化活動事例. テニスの科学 26:106-107, 2018 (査読無)
- 3) 宮地弘太郎, 道上静香, 細木祐子, 北崎悦子, 北村哲, 小屋菜穂子, 村田宗紀: 第29回ユニバーシアード競技大会(2017/台北)における男子チームの取り組み事例. テニスの科学, 26: 108-109, 2018 (査読無)
- 4) 道上静香: テニス選手の映像技術サポート. 体育の科学, 67(6): 379-384, 2017 (依頼解説, 査読無)
- 5) 道上静香, 中川雅央, 道慶知子, 細木祐子, 宮地弘太郎: テニスのコーチングサポートシステムの開発 - リアルタイムゲーム分析ソフトの提案 -. テニスの科学, 25: 168-169, 2017 (査読無)
- 6) 道上静香, 細木祐子, 道慶知子, 宮地弘太郎: コートサーフェス別におけるテニスのゲームパフォーマンスに関する指導者の主観的評価 - 砂入り人工芝コートとハードコートのプレーに着目して -. テニスの科学, 24: 86-87, 2016 (査読無)

〔学会発表〕(計7件)

- 1) 道上静香: ユニバーシアードチームの強化活動実績と今後の可能性. 第30回ユニバーシアード競技大会(2019/ナポリ)に向けた第1回男女合同トレーニング測定強化合宿兼ダブルス・混合ダブルス強化合宿味の素ナショナルトレーニングセンター(東京), 2018. 1. 5. (招待講演)
- 2) 道上静香, 道慶知子, 細木祐子, 宮地弘太郎, 中川雅央: 砂入り人工芝コートを活用した日本テニス選手の育成・強化のための効果的な段階的指導法の提案. 第29回テニス学会, 慶應義塾大学(神奈川), 2017. 12. 10.
- 3) 道上静香, 細木祐子, 宮地弘太郎, 北崎悦子: 第29回ユニバーシアード競技大会(2017/台北)における日本女子テニスチ

- ームの混合ダブルス金メダル獲得までの強化活動事例．第 29 回テニス学会，慶應義塾大学（神奈川），2017．12．10．
- 4) 宮地弘太郎，道上静香，細木祐子，北崎悦子，北村哲，小屋菜穂子，村田宗紀：第 29 回ユニバーシアード競技大会（2017 / 台北）における男子チームの取り組み事例．第 29 回テニス学会，慶應義塾大学（神奈川），2017．12．10．
 - 5) 道上静香：テニスにおける実践研究の考え方と研究の進め方．第 3 回 日本スポーツパフォーマンス学会大会，東京ビッグサイト（東京），2017．7．25．（招待講演）
 - 6) 道上静香，中川雅央，道慶知子，細木祐子，宮地弘太郎：テニスのコーチングサポートシステムの開発 - リアルタイムゲーム分析ソフトの提案 - ．第 28 回テニス学会，岩手大学（岩手），2016．6．26．
 - 7) 道上静香，細木祐子，道慶知子，宮地弘太郎：コートサーフェス別におけるテニスのゲームパフォーマンスに関する指導者の主観的評価 - 砂入り人工芝コートとハードコートのプレーに着目して - ．第 27 回テニス学会，鹿屋体育大学（鹿児島）2015．12．5．

6．研究組織

(1)研究代表者

道上静香（MICHIKAMI SHIZUKA）

滋賀大学・経済学部・教授

研究者番号：40346010

(2)研究分担者

中川雅央（NAKAGAWA MASAO）

滋賀大学・情報処理センター・助手

研究者番号：40283551