

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月14日現在

機関番号：27104

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01627

研究課題名(和文)主観評価と客観指標に基づく剣道に適した専用サーフェイスの検討と開発

研究課題名(英文)An investigation into the quality and further development of dedicated surfaces for the practicing of kendo based on subjective and objective evaluations

研究代表者

池田 孝博 (IKEDA, TAKAHIRO)

福岡県立大学・人間社会学部・教授

研究者番号：90342401

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：サーフェイスの客観指標として吸着力測定器を開発し、摩擦係数と滑り抵抗係数とともに、その有用性を検討した。その結果、各指標は高い信頼性を有するが、人間の感覚と合致する指標を得ることはできなかった。そこで主観評価に基づいて試作版マットとウレタン塗装床との比較を行った。その結果、マットはすり足で高評価を示したが、踏み切り評価が低かった。改良版マットとの比較では、すり足評価に差はなく、他の動作は改良版が高く評価された。改良版に対する海外と日本の実践者の評価を比較し、海外の実践者から高い評価が得られたことを確認した。このことから、本研究で開発したコルクとゴムの配合によるマットの有用性が明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

剣道ではすり足動作を行いつつ、打突時には足裏で床面をとらえて踏み切り、体を前方へ送り出す必要がある。そのためサーフェイスの性能として滑り過ぎても、滑らな過ぎても適さない。本研究ではこの微妙な感覚を反映する主観評価に代わる客観指標を見出すに至らなかった。しかしながら、開発されたマットは国内外の実践者から高い評価を得た。海外での剣道の普及には正しい動作を修得するためのサーフェイスの確保が課題である。また、国内の競技大会では体育館の床面がそのまま使用されるが、ウレタン塗装はすり足のしにくさや傷害リスクが指摘されている。これらの問題解決に本研究で開発したマットが寄与する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：A device for measuring the force of adsorption was applied as an objective indicator in order to ascertain the suitability of surfaces used for kendo. This data is reliable but beyond the limits of normal human sensory perception. Prototype mats were therefore subjectively compared to urethane painted flooring (UPF) by kendo practitioners. The prototype mats were evaluated more highly than the UPF in terms of them being conducive to "suri-ashi" but less highly relative to "fumi-kiri." After making alterations, no difference was found between the original prototype mats and the improved mats relative to them being conducive to "suri-ashi." The improved mats were, however, evaluated more highly relative to other kendo techniques. Non-Japanese kendo practitioners were also found to evaluate the improved mats more highly than Japanese kendo practitioners. The study suggests that mats consisting of a combination of cork and rubber constitute the most suitable surface.

研究分野：武道学 測定評価 発育発達

キーワード：剣道 床サーフェイス コルクマット 客観指標 主観評価

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

剣道の試合場は「板張」を原則とすることが、試合・審判規則に定められている（第2条）。近年の試合や稽古が行われる床面は、多くの場合、床の表面にウレタン塗装が施され、床の材質を規定することの意味が失われている現状にある。池田ら（2012）は、ウレタン塗装と無塗装の剣道場の床面で稽古を行っている大学生の剣道部員を対象に調査を実施し、ウレタン塗装の部員の障害発生、足裏などの保護用具の使用頻度が高いことを明らかにしている。また、剣道の足さばきには、重心を安定させた状態で滑らかに身体移動を行うための「すり足」と、床足裏でしっかり床面を捉えて（踏み切り動作）、瞬間的に相手に打ち込んでいくための「踏み込み足」が存在する。つまり、剣道を行うためのサーフェイスは、すべり過ぎてはすべらなくても不適當で、最適なすべり具合が求められる。他競技に目を向けると、屋外スポーツの芝グラウンドや、屋内スポーツのバレーボールやバドミントンのコート、体操競技の床種目のマットなど、競技ごとにパフォーマンスに必要な専用サーフェイスが設定されている。さらに、同じ武道でも、柔道の畳、空手のマットなど、競技に応じたサーフェイスが使用されている。競技者の安全性とパフォーマンスを考慮すれば、剣道にも簡便に設置できる専用サーフェイスが求められる。また、剣道の国際的な普及を考えると、未だ剣道専用の施設を整備することが難しい海外の愛好者のために、傷害予防や、正しい基本動作の修得がしやすいサーフェイスを開発することが課題となる。

2. 研究の目的

本研究では、剣道の稽古や競技に適した最適なすべりを有する専用サーフェイスの検証および開発を行うことを目的とする。これを達成するため、まず、剣道が行われる様々な床面のすべりについて、使用者の主観評価と、測定機器による客観指標の関連について検討する。次に、剣道に適したすべりを有する専用サーフェイスを開発するため、コルクとゴムを配合したマットを作製し、剣道専用サーフェイスとしての有効性を検証する。

3. 研究の方法

(1) 剣道のサーフェイスを評価するための客観指標について検討するため、既存の摩擦係数、滑り抵抗係数に加えて、床面の吸着力を測定する装置を作製して、測定を行った。さらに剣道場（剣道用）に用いられることが想定される7種の床材（ウレタン塗装、鉋仕上げによる杉無垢材、サンダ仕上げによる杉無垢材、サンダ仕上げオイル塗装の杉無垢材、集成材、オイル塗装の集成材、コルクマット）を試料として、これら3つの指標の信頼性や妥当性を検討した。

(2) 剣道を行うサーフェイスとして有用と思われる、コルクとゴムで構成されたマットを試作し、その有効性を剣道実践者（n=53）の主観評価に基づいて検討した。評価は、剣道の伝統的な基本動作であるすり足、踏み切り動作、踏み込み動作の3つの観点で、それらのしやすさについて評価を求めた。また、主観評価に影響を与える評価者特性として、性別、競技ランク、段位、体力（反復横跳、立幅跳、足指筋力）、怪我の有無、保護用具使用、技の特徴（発現と重要度）を調査した。

(3) 試作マットに対する主観評価によって明らかになった問題点を踏まえて、ゴムとコルクの配合を修正した改良マットを作製し、改めて、すり足、踏み切り動作、踏み込み動作の3つの観点で、それらのしやすさについて数値で評価を求め、双方の評価実験に参加した被験者（n=15）の2つのマットに対する評価値の比較を行った。

(4) 海外における剣道実践者の主観評価と日本のそれとの違いについて検討するため、英国の剣道実践者（n=45）を対象として、改良マットの評価実験を実施した。あわせて、日常の稽古場についても評価を求め、その差についても検討した。さらに、英国剣道実践者のマットの評価値とその評価者の特性の関連についても検討した。最後に、英国剣道実践者と日本の実践者（n=50）の改良版マットに対する主観評価の比較を行った。

4. 研究成果

(1) 剣道に関わる7種の床材試料を客観指標で検討した結果、いずれの指標の測定値も0.9以上の高い信頼性を示したが、本研究で開発した吸着力が最も高い値を示した。客観指標ごとに各試料の測定値の差の検定を行った。7種の試料間相互の組み合わせ21通りの中で示された有意差を、その客観指標における試料間差の検出力として検討した結果、客観指標と有意差の出現率に有意な関連が認められ（ $\chi^2=8.614$, $p<0.05$ ）、吸着力の検出率（81.0%）が最も高かった。客観指標が、人間の主観に近いのかを検討するため、剣道実践者の主観評価を従属変数、客観指標値を独立変数とする線型式および2次式の回帰分析を実施した。その結果、すり足評価との有意な回帰式のうち、最もあてはまりが良いと判断されたのは吸着力の2次式（AIC=-93.6）であった。また、踏み切り動作の評価値であてはまりが良い回帰式は、すべり抵抗係数の2次式（AIC=-62.4）であった。この結果に基づいて、すり足に関する客観指標の最適値を吸着力の重回帰式で算出された偏回帰係数および定数項に基づく2次式（ $y=0.3438x^2-3.8136x+9.9351$ ）と、踏み切り動作に関する最適値をすべり抵抗係数の2次式

($y=10.3109x^2-23.2061x+12.6507$) から算出した。値は小さいほど良い評価を示すため、 y の最小値は、吸着力 5.546、すべり抵抗係数 1.125 であった。さらに、すり足と踏み切り動作の双方において、より優れた試料を判断するため、すべり抵抗係数と吸着力の 2 次元上に各試料の値を布置し、各試料と最適値の距離について最小二乗法を用いて算出した結果、無垢材鉋仕上げの距離が最小値を示した。これらの結果から、本研究で開発した吸着力の測定は高い信頼性や、床材間の差を検出するが、人間がすり足と踏み切り動作を行う上で最適とする評価と完全には合致しなかった。

(2) 剣道実践者の主観評価に基づいてコルクとゴムを配合した試作マットについて検討した。剣道固有の伝統的基本動作のすり足、踏み込み、踏み切りについて、体育館仕様のウレタン塗装と試作マットの評価値について線型混合モデルを適用して検討した結果、動作と床材に交互作用が認められた。そこで動作ごとに検討し、すり足はマット ($t_0=2.3$, $p<0.05$)、踏み切り動作ではウレタン塗装 ($t_0=-4.7$, $p<0.001$) の評価が高いことが示された。

(3) 剣道の床材の主観評価と評価者特性の関連については、回答者の性別、競技ランク、段位、体力(反復横跳、立幅跳、足指筋力)、怪我の有無、保護用具使用、技の特徴(発現と重要度)を独立変数として、3つの床材(ウレタン塗装、無垢材、試作マット)に対する評価値を従属変数とする数量化I類を適用した。その結果、無垢材、競技ランクと段位の低群、男性、反復横跳と立幅跳の高群、遠間からの技や手数は多く発現しないが、それらを重視する競技スタイルの実践者ほど、床材を高く評価する傾向が示され、評価への影響が大きいアイテムは床材(偏相関係数 0.414)であった。この結果は、低体力の実践者は床材に依存して評価が低くなるが、競技ランクや段位など、技量の高い実践者も床材に求めるものが厳しくなる傾向を示している。

(4) 試作マットに関して、ウレタン塗装よりも評価が低かった踏み切り動作の改善のため、滑り加工とゴムおよびコルクの配合を調整した改良マットを作製した。これとウレタン塗装の比較では、交互作用は認められず、動作に関係なくマットの評価が高かった。また、試作マットと改良マット双方の実験に参加した被験者の評価値を比較した結果、すり足に差は認められず、踏み切り ($t_0=-5.3$, $p<0.001$)・踏み込み ($t_0=-3.1$, $p<0.01$) の2動作において改良マットの評価が高かった。これらの結果から、改良されたマットは体育館の床面および試作マットよりも剣道の動作に適したサーフェイスであることが確認された。

(5) 剣道の稽古環境が日本よりも恵まれていない海外の実践者の評価は、日本人のそれと異なることが予想されるため、英国在住の剣道実践者を対象に、改良マット上で試技を実施し、すり足、踏み込み、踏み切りの3つの動作のしやすさについて回答を求めた。さらに、日常の稽古場のサーフェイスについても同様の評価を求め、床材間の評価値の差について検討した結果、動作と床材に交互作用が認められた。そこで動作ごとに床材間の差を検討した結果、すり足 ($t_0=2.4$, $p<0.05$)、踏み込み ($t_0=6.6$, $p<0.05$)、踏み切り ($t_0=7.7$, $p<0.05$) で有意差が認められ、いずれもマットの評価が高かった。また、英国剣道実践者の評価者特性と評価値の関連を検討した結果、開発された剣道用マットは、競技レベルが高い実践者ほど評価が低く、さらに日本の無塗装道場に比べて低い評価を得ていることから、英国剣道実践者にとっては、すり足の性能について検討の余地があることが示された。しかし、踏み込みや踏み切りに関しては、多様な実践者に評価されていることから、剣道に適したサーフェイスであると思われる。

(6) 改良版マットに対する評価値の日英比較として、評価者を変量効果、動作と国を固定効果として検討した結果、主効果間に交互作用が認められた ($F_0=4.2$, $p<0.05$)。そこで動作ごとに検討を行った結果、踏み切りに国間差は認められなかったが、すり足 ($t_0=2.7$, $p<0.01$)、踏み込み ($t_0=2.3$, $p<0.05$) に有意差が認められ、いずれも日本より英国の実践者の方が改良マットの使いやすさを高く評価していることが示された。

本研究に関わる一連の結果から、剣道専用サーフェイスに対する最適すべりの評価の客観指標について未だ検討の余地が認められるものの、実践者の主観評価に基づく剣道用マットに対する評価からは、環境に恵まれない海外での稽古や、すり足に適さず、傷害のリスクも高いとされる国内の体育館の床に替わるサーフェイスとして、ゴムとコルクを配合して作製されたマットを活用することの有効性が示された。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 4 件)

- ① 池田孝博・本多壮太郎・青柳領 (口頭発表) 英国剣道実践者の剣道用サーフェイス評価と評価者特性の関連. 日本武道学会第 51 回大会 (東京学芸大学), 2018.
- ② 池田孝博・武藤健一郎・高橋健太郎・青柳領 (口頭発表) 剣道の床材に関する主観評価と評価者特性の関連. 日本体育学会第 68 回大会 (静岡大学), 2017.
- ③ Takahashi, K., Ikeda, T. & Mutoh, K. (Oral session) Effect of differences in floor

surface on limb muscle activity of kendo. The 2nd International BUDO Conference with Japanese Academy of BUDO 50th Anniversary Conference. (KANSAI University, Japan), 2017.

- ④ Ikeda, T., Mutoh, K., Takahashi, K. & Aoyagi, O. (Poster session) Item analysis of objective index relating to slipping on sports surface for kendo. The 2nd International BUDO Conference with Japanese Academy of BUDO 50th Anniversary Conference. (KANSAI University, Japan), 2017.

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：青柳 領

ローマ字氏名：AOYAGI OSAMU

所属研究機関名：福岡大学

部局名：スポーツ科学部

職名：教授

研究者番号（8桁）：20184054

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。