

令和 2 年 5 月 21 日現在

機関番号：17702

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K13140

研究課題名(和文) 剣道における打突の評価と「踏み込み音」に関する研究

研究課題名(英文) Research regarding fumikomi sounds and the evaluation of strikes in kendo

研究代表者

下川 美佳 (SHIMOKAWA, MIKA)

鹿屋体育大学・スポーツ・武道実践科学系・助教

研究者番号：10437981

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：剣道において打突に伴う音に関する知見は少ない。特に踏み込み音に関しては十分明らかではない。そこで、本プロジェクトでは、打突評価と「踏み込み音」の特徴を探り、現場に還元できる資料の提示を目的とし、3つの研究課題について3年にわたり検討した。その結果、踏み込み音は打突の評価に影響を及ぼすことが示唆された。また、右踵部痛と踏み込み音の関連性を事例的に示した。以上のことを踏まえ、競技力向上と傷害予防の両面において踏み込み音に着目することは、踏み込み動作を点検する際の手がかりとなり、現場での活用が期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

剣道において打突に伴う音に関する知見は少なく、特に本プロジェクトで焦点を当てた踏み込み音とは、打突のごく一部の事象で細かな点であるがゆえに、これまで検討がなされていなかった。しかし、今回、打突評価や踵の傷害との関連を示すことで、競技者や指導者が踏み込み動作を点検する際の手がかりとなり得ることが示された。したがって今後、競技力向上や傷害予防の側面から現場での実践的知見として、総合的な打突技術の向上を目指す新たなアプローチ方法の1つとしての活用が期待される。

研究成果の概要(英文)：There is little knowledge of the sounds that accompany kendo strikes, and in particular, very little is known about fumikomi sounds (foot-stamping sounds during a step-in towards an opponent). In this project we have examined evaluation of strikes and the characteristics of "fumikomi sounds" with the goal of providing documentation that is reducible in the field, and evaluated three research themes over a period of three years. The results of this investigation suggest that fumikomi sounds affect the evaluation of strikes. Additionally, a relationship between pain in the right ankle and fumikomi sounds was demonstrated. From the above we believe that focusing on fumikomi sounds as they pertain to both improvement of competitive ability and prevention of injury may assist in examination of fumikomi actions, and be of practical use in the field.

研究分野：剣道

キーワード：踏み込み 音 評価 踵 つま先 足裏

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

剣道では打突を評価する際、経験を基に、打突を眼で見て、耳で聞き判断することが求められる(全日本剣道連盟, 2009; 全日本剣道連盟, 2013)。気とは発声、剣とは打突、体とは踏み込み(全日本剣道連盟, 1996)との解釈が一般的で、これらに伴う、動作と音は、打突の評価において重要と考えられる。しかし、打突動作中に起こる音に関する研究は少なく、特に踏み込み音に関する報告はない。一方、研究代表者はこれまでの実技経験から打突の評価には、踏み込み足によって起こる音である「踏み込み音」が影響を及ぼしていると捉えてきた。そこで、研究代表者は「打突評価」と「踏み込み音」との視点での研究を進めるため、実験的試技による予備実験を実施し、踏み込み音の分析が可能であることや、打突評価と「踏み込み音」の関係性についても分析が可能であることを明らかにした。

以上の背景から、研究代表者は剣道における打突の評価と「踏み込み音」に関する研究を行い、現場応用に資する実践的な知見を得たいと考えた。

2. 研究の目的

本プロジェクトでは、打突評価と踏み込み音に焦点を当て、以下の3点について明らかにすることを目的とした。

(1) 踏み込み方が「踏み込み音」に及ぼす影響を明らかにする。

(2) 打突評価の優劣と「踏み込み音」との関係性を明らかにする。

剣道における打突に伴って生じる発声、打突音、踏み込み音を大学剣道競技者が競技者および審判者の視点で「どのように捉えているか」を明らかにする。

打突音と踏み込み音およびそれらの複合音の相違を明らかにする。

踏み込み音の違いが打突における冴えや強度の評価に及ぼす影響を明らかにする。

(3) 打突評価の向上を目指した取り組みとして、踏み込み方の変更と踏み込み音の変化に関する事例を提示する。

3. 研究の方法

(1) 踏み込み方が「踏み込み音」に及ぼす影響を探るために以下の方法により検討した。

対象者は、健常な大学男子剣道競技者1名とした。対象動作は、右コテ打ちを想定した踏み込み動作とした。踏み込み方については、実践現場で見受けられる以下の4種類の踏み込み方(以後、踏み込み条件)の指示を与え、各10試行した。踏み込み条件は、1) 対象者が通常行っている踏み込み 2) 床にかかから接地する踏み込み 3) 足裏全体で床に接地する踏み込み 4) 床につま先から接地する踏み込みとした。踏み込み音は、基準音発生装置(GWINSTEK社製, AFG-2005)により100Hz(73.4db)の基準音を発生させながら、ビデオカメラ(SONY社製, HDR-CX675)を用いて収集した。踏み込み音の解析については、FFTモジュールのフーリエ変換アルゴリズム(National Instruments社製, データ収集ソフトウェアDasyLab)を用いて、FFTフーリエ解析の振幅スペクトル(Vrms)について検討した。各試技の踏み込み音は、200Hzから4900Hzの周波数帯について100Hz毎に振幅スペクトルの平均値を求めた。踏み込み方と周波数との影響を検討するために、二元配置分散分析(踏み込み条件×周波数帯)により有意差検定を行い、多重比較にはBonferroni法を用いて検定した。

(2)打突評価の優劣と「踏み込み音」との関係性を探るため、以下の3つの方法により検討した。

調査は、大学剣道競技者 110 名に依頼した。調査内容は、調査対象の個人プロフィール（性別，年齢，学年，競技年数，段位）と打突に伴って発生する音（発声，打突音，踏み込み音）を「どのように捉えているか」に関する9つの質問項目を設定した。回収率は99%（109名回収）であった。各質問項目における回答は回答番号をそのまま回答得点とした。回答状況は、回答番号の度数、回答得点の平均値および標準偏差で示した。また、剣道における大学剣道競技者の打突動作に伴って発生する音の捉え方について検討するため、一元配置の分散分析（反復測定）を用いて有意性を検証し、有意な場合は Bonferroni 法により多重比較を行った。その後、競技者と審判者の視点別の意識の違いを検討するため、同質の質問項目を抽出し t 検定を行った。

対象者は、健常な大学女子剣道競技者 6 名とした。打突音、踏み込み音およびそれらの複合音（打突音 + 踏み込み音）を収集するために、以下の3種類の対象動作（以後、試技条件）を実施することとした。対象動作は右小手打ち動作とした。打突および踏み込みについては対象者が通常行っている動作とし、各 10 回試行した。試技条件は 1) 打突音のみが生じる動作(以後、打突試技) 2) 踏み込み音のみが生じる動作(踏み込み試技) 3) 踏み込み音と打突音が生じる動作(複合試技)とした。試技条件で生じる打突や踏み込みの音は、基準音発生装置により 100Hz の基準音を発生させながら、ビデオカメラを用いて収集した（下川ほか，2017）。また、試技条件で生じる音の強さを騒音計（ARGM855 デジタル騒音計，通常 A 特性による最大値）により計測した。試技条件で生じる音は、FFT モジュールの高速フーリエ変換アルゴリズムを用いて、FFT フーリエ解析の振幅スペクトルについて検討した。また、各音は 200Hz から 4900Hz の周波数帯について 100Hz 毎に振幅スペクトルと音の強さの最大値について平均値を求めた。各試技と周波数帯（200Hz-4900Hz）の影響を検討するために 2 要因（試技条件×周波数帯）の分散分析、各試技の音の強さの違いについて 1 要因の分散分析により有意差の検討を行い、多重比較には Bonferroni 法を用いて検定した。

踏み込み方が「踏み込み音」に及ぼす影響を探るために以下の方法により検討した。

本課題では、踏み込み音の違いによる打突の冴えや強度の評価に及ぼす影響を探るため、映像資料の作成と一対比較法による評価テストを実施した。映像資料の作成は、映像および音を収集し、それらを編集して素材を作成した。映像および音を収集するために実施した動作は 4 種類とした。また、編集した素材を組み合わせ、5 つの条件の映像を作成した。これらの映像条件は、一対比較法を用いて評価テストを実施するために、2 個ずつ組み合わせた映像資料(12 種類)を作成した。12 種類の映像資料は踏み込み方の異なる映像資料(6 種類：踏み込み方グループ)と音量の違い(6 種類：音量グループ)に分けた。踏み込み方と音量の異なる評価テストは、対象者に映像資料を視聴させ、評価シートに回答させた。評価テストは剣道の審判経験を有する健常な剣道競技者 21 名を対象とした。評価シートの記述は、映像資料に含まれる 2 つの映像のうち、打突が良いと評価できる映像を選択するものとした。また、この作業の繰り返しは、冴えの評価、強度の評価の順に実施し、映像資料 1 から映像資料 12 までを順に実施した。得られた評価テストの結果は、踏み込み方グループと音量グループに分け、映像条件ごとに各対象者の選択数を集計した。その後、踏み込み方グループと音量グループに分け、映像条件ごとの平均選択数を求めた。踏み込み音の違いが、打突における冴えや強度の評価に及ぼす影響を検討するために、対応のある一要因分散分析を行い、事後検定として多重比較（Bonferroni 法）を行った。

(3) 打突評価の向上を目指した取り組みとして、踏み込み方の変更と踏み込み音の変化に関する事例を提示するため、以下の方法により検討した。

対象者は、剣道歴 10 年程度の時期（高校期）に右足踵部痛を初めて自覚し、その 3 年後に右足踵部痛を改善させた S 競技者とした。対象動作は、竹刀の打ち込みを伴わない踏み込み動作とした。試技は、右足踵部痛改善前と改善後の動作を各 7 試行（計 14 試行）ランダムに行わせた。測定項目は、1) 踏み込み動作とその動作による地面反力 2) 踏み込み音とした。踏み込み動作は、6 台のカメラで構成された光学式三次元モーションキャプチャシステム（MAC3D, Motion Analysis, Santa Rosa, USA, 250 Hz）を用いて計測した。また、2 台のフォースプレート（Type9287C, Kistler, Winterthur, Switzerland, 1000 Hz）をモーションキャプチャシステムと同期し、蹴り脚と踏み込み脚それぞれの地面反力を計測した。なお、フォースプレート上には、一般的な剣道場で用いられるものと同等の特別に製作した木製の天板をボルトで固定し、可能な限り剣道場での踏み込み動作を再現した。踏み込み音は基準音発生装置により 100Hz(静音時: 63dB)の基準音を発生させながら、ビデオカメラを用いて収集した。また、音の強さは騒音計により計測した。踏み込み動作とその動作による地面反力の解析は、キネマティクスデータとして、踏み込み脚大腿最大拳上角度、踏み込み膝関節の最大屈曲角度、踏み込み脚接地直前の膝関節角度、下腿角度、足部角度、中足趾節（MP）関節角度を算出した。踏み込み音の解析は、FFT モジュールの高速フーリエ変換アルゴリズムを用いて、FFT フーリエ解析の振幅スペクトルについて検討した。また、各音は 200Hz から 4900Hz の周波数帯について 100Hz 毎の振幅スペクトルと音の強さの最大値について平均値を求めた（下川ほか，2018）。統計処理は、右足踵部痛改善前と改善後の踏み込み動作やその動作による地面反力、踏み込み音の周波数(200Hz-4900Hz)および音の強さにおける平均の差の検定には、対応のない t 検定を用いた。音の強さに関する 100Hz 毎(200Hz-4900Hz)の検定には Bonferroni 法を用いた。また、差の大きさを評価するための効果量(Effect size, ES)として Cohen's d を求めた（水本・竹内，2010）。

4 . 研究成果

(1) 踏み込み方が「踏み込み音」に及ぼす影響を検討した結果、踏み込み方によって踏み込み音の振幅スペクトル量は、異なる周波数帯を有することが明らかとなった。以上のことから、踏み込み方の違いは、その踏み込みによって生じる踏み込み音に影響を及ぼすとの見解が得られた。

(2) 打突評価の優劣と「踏み込み音」との関係性について検討するため、各調査を実施した結果以下の点が明らかとなった。

大学剣道競技者における打突に伴って発生する音の捉え方の検討により、気剣体一致の評価は、動作（眼で見る事）と同様に音（耳で聞く事）も重要であることが示唆された。また、実践時は打突音が重要視され、打突に伴って発生する音は実践時よりも審判時の方が重要と捉えられていることが示された。さらに、踏み込み音が打突の評価に影響を及ぼす可能性があることと捉えられている実態が明らかとなった。よって、踏み込み音に関する検討は、競技力向上に活用が可能な知見になり得ると示唆を得た。

剣道における打突音と踏み込み音およびそれらの複合音との比較では、打突音と踏み込み音およびそれらの複合音の構成する周波数帯の振幅スペクトル量はそれぞれ異なり、打突音は複

合音と踏み込み音より音の強さが弱いことが示唆された。また、低音域における複合音への貢献は打突音と踏み込み音で異なる可能性があり、複合音に対する貢献は踏み込み音によると推察された。このことから、複合音は周波数成分と音の強さにおいて、踏み込み音の影響を受けている可能性が推察された。よって、人の聞き取りやすく大きな音がする踏み込み音は有効打突の判定に何らかの影響を与え得るとの示唆を得た。

剣道における踏み込み音の違いが打突の冴えや強度の評価に及ぼす影響の検討では、打突の冴えや強度の聴覚的判断において、打突音に踏み込み音が加わることで、良い評価を受けることが明らかとなった。また、足裏全体で床に接地する踏み込み音が好ましいことが示唆された。さらに、踏み込み方は冴えに、音の大きさは強度の評価に影響するとの知見を得た。よって、踏み込み音は打突の冴えや強度の評価に影響を及ぼすことが推察された。

以上の3つの調査から、踏み込み音の違いが打突評価の優劣に影響を及ぼすとの知見が得られた。

(3)打突評価の向上を目指した取り組みとしての、踏み込み方の変更と踏み込み音の変化について検討するため、ある競技者の踏み込み動作に着目して検討した結果、以下の知見が得られた。ある競技者の右足踵部痛改善の要因は、踏み込んだ瞬間に床面から右足が受ける衝撃力(地面反力)の低下であり、それには踏み込み脚大腿の拳上が低く、踏み込み脚中足趾節関節が底屈した踏み込みフォームへの動作修正が影響したものと推察された。また、踏み込み動作の修正とその力発揮の変容によって、踏み込み音が高く大きな音に変化し、打突評価が高まる可能性が示された。したがって、踏み込み動作を変更することが打突評価の向上の取り組みになり得るとの知見が得られた。

文献

水本 篤,竹内 理、効果量と検定力分析入門 統計的検定を正しく使うために、外国語教育メディア学会 関西支部 メソドロジー研究部会 2010 年度報告論集、2010、47 73

下川美佳、金高宏文、竹中健太郎、津野天兵、前阪茂樹、前田 明、剣道における踏み込み音の客観的検知の可能性 - 踏み込み方により踏み込み音の違いを客観的検知できるか -、スポーツパフォーマンス研究、9 巻、2017、359 368

下川美佳、金高宏文、竹中健太郎、赤崎房生、前田 明、剣道における打撃音と踏み込み音およびそれらの複合音の相違、武道学研究、51 巻 1 号、2018、35 43

全日本剣道連盟、幼少年指導要領〔改訂版〕第 6 刷、サトウ印書、1996

全日本剣道連盟、剣道社会体育教本「改訂版」改訂版第 1 版、プリ・テック株式会社、2009

全日本剣道連盟、剣道指導要領初版 6 刷、プリ・テック株式会社、2013

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 下川美佳, 金高宏文, 竹中健太郎, 赤崎房生, 前田明	4. 巻 51
2. 論文標題 剣道における打撃音と踏み込み音およびそれらの複合音の相違	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 武道学研究	6. 最初と最後の頁 35-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.11214/budo.51.35	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 下川美佳, 金高宏文, 竹中健太郎, 幾留沙智, 前田明	4. 巻 10
2. 論文標題 剣道における踏み込み音の違いが打突の冴えや強度の評価に及ぼす影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 スポーツパフォーマンス研究	6. 最初と最後の頁 311-324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 下川美佳, 金高宏文, 竹中健太郎, 津野天兵, 前阪茂樹, 前田明	4. 巻 9
2. 論文標題 剣道における踏み込み音の客観的検知の可能性 - 踏み込み方による踏み込み音の違いを客観的検知できるか -	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 スポーツパフォーマンス研究	6. 最初と最後の頁 359-368
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mika SHIMOKAWA, Kentaro TAKENAKA, Hinano TOMINAGA, Goichi HAGIWARA, Azusa YAMAGUCHI, Hirofumi KINTAKA, Akira MAEDA	4. 巻 19
2. 論文標題 Perception of Sounds Accompanying Shinai Strikes by Collegiate-level Kendo Fencers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physical Education and Sports	6. 最初と最後の頁 2359-2366
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7752/jpes.2019.04357	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 下川美佳 , 永原隆 , 本嶋良恵 , 金高宏文 , 前田明 , 竹中健太郎	4. 巻 12
2. 論文標題 剣道における右足踵部痛改善前後の踏み込みの動作と地面反力, 音の違い -右足踵部痛を改善させたある剣道競技者の回顧的アプローチによる事例-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 スポーツパフォーマンス研究	6. 最初と最後の頁 260-275
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 Mika SHIMOKAWA, Hirofumi KINTAKA, Kentaro TAKENAKA, Shigeki MAESAKA, Akira MAEDA
2. 発表標題 The difference between strike sound, step-in sound, and combinations of these sounds in kendo - From trials by a female university kendo athlete -
3. 学会等名 日本武道学会 第2回国際武道会議
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	前田 明 (Maeda Akira)		
研究協力者	金高 宏文 (Kintaka Hirofumi)		
研究協力者	竹中 健太郎 (Takenaka Kentaro)		