

令和 5 年 6 月 19 日現在

機関番号：32621

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K06124

研究課題名(和文) 新たな「人に優しいモノづくり」の実現 ゴルフクラブの快適性推定式の提案

研究課題名(英文) Proposal of new "people-friendly manufacturing" - Proposal of Estimation Formula of comfort about golf clubs -

研究代表者

竹原 昭一郎 (Takehara, Shoichiro)

上智大学・理工学部・教授

研究者番号：20431819

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ゴルフクラブの快適性推定式の構築を目的とし、人体の動作の観点から、クラブの違いによるスイング動作の変化について検討した。数種類のゴルフクラブを用いて、実験協力者にスイング動作をしてもらい、その運動を計測し、特徴のある行動を探ることを試みた。この結果からスイング中の上半身の特定の動きがゴルフクラブの特性に応じて変化することを発見した。さらに、個人に適したクラブを選定する際の評価指標に対して標準偏差の和が有効であることを検討した。この検討では、部活動などでゴルフ経験がある被験者に対して分析を行い、様々なクラブを用いることにより、身体の応答は異なることがわかり有用な知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は、人間をモノの評価を行う「感性のセンサ」として考え、モノと感性をつなぐ基礎的な知見が得られたと考えることができる。打ちやすいゴルフクラブを評価するために、使用者の行動に着目することで、用具のスペックとアンケート結果のみを見比べるだけでは見えてこなかった関係性が解明できたと考えている。この結果は、ヒトとモノが関わる様々なケースに取り入れられる可能性を秘めており、車両設計や用具開発のみならず、医療や建築、福祉工学など幅広い分野での応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：In this study, we aimed to construct a comfortableness estimation formula for golf clubs, and examined changes in swing motion due to differences in clubs from the viewpoint of human motion. Using several types of golf clubs, participants were asked to perform swing motions, and the motions were measured to try to find characteristic behaviors. From these results, we discovered that specific movements of the upper body during the swing change according to the characteristics of the golf club. Furthermore, we examined the effectiveness of the sum of standard deviations for the evaluation index when selecting a club suitable for an individual. In this study, analysis was conducted on subjects who had golf experience in club activities, etc., and it was found that the responses of the body differed by using various clubs, and useful knowledge was obtained.

研究分野：機械力学・計測制御

キーワード：ゴルフ 運動計測 官能評価

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

グローバル化や高齢化により、昨今のモノの利用者は多様化し、ユニバーサルデザインやバリアフリーなど、多様な人にとって使いやすいモノづくりのための取り組みが多くなされている。一方、本当にだれにでも使いやすいモノなのかを判断するのは難しく、開発の現場でも手探りによる試行錯誤が続けられている。使いやすさの評価のため、アンケートの活用をはじめとした、人の心（感性）を取り入れる試みがなされているが、未だ手法として体系化されていない。

2. 研究の目的

その人に合うスポーツ用具の選定の観点から、楽しさにつながる物理量を探し、快適性推定式の確立を目的とする。

3. 研究の方法

本研究期間においては、ゴルフクラブの快適性推定式の導出を試みる。本研究は、行動分析アプローチと心理分析アプローチから構成される。行動分析では、ゴルフクラブのスイングの計測を行い、特徴的な差を指標とし、その差が生じる原因のメカニズム解明を行う。心理分析では、官能評価結果を分析することで、ゴルフクラブの快適性の説明変数を見つけ、快適性推定式を導出し、快適性の工学的応用技術の研究基盤の確立を図る。行動分析実験では、モーションキャプチャカメラを用い、ゴルフにおける人体の運動を測定した。まず、図1のように実験協力者を取り囲むように12台のモーションキャプチャカメラを配置した。実験協力者には3種類のドライバーを用いて、ショットをスクリーンに向かって打たせ、スイング動作をモーションキャプチャカメラで測定した。1本のクラブに対して、15球試打した。さらに、各クラブに対する心理評価を得るためにSD法アンケートを同時に行った。この実験をアマチュアプレイヤー4人に対して行った。なお、本実験は上智大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承諾を得ており、実験協力者に対して、インフォームドコンセントを行っている。

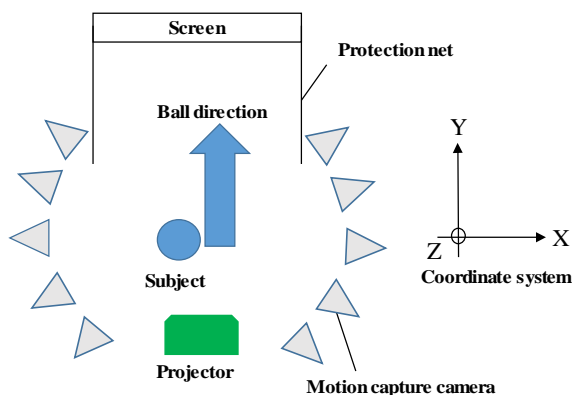


Fig 1 Schematic diagram of experiment setup.

4. 研究成果

本研究では、モーションキャプチャカメラから得られた左手マーカーの位置座標データより、各クラブ使用時のスイング動作のばらつきを算出し、クラブ選びの評価指標としての有効性を検証した。10試行のスイングより算出したX, Y, Z軸における標準偏差を楕円体として計算し、平均移動距離で除すことで、PV(Performance Variability)として算出した。ダウンスイング中にも、動作のばらつきはインパクトに向けて徐々に収束するため、ダウンスイング全体でPVを算出すると、クラブスピードが高まり、弾道にも影響しやすいと考えられるインパクト近傍でのばらつきよりも、ダウンスイング開始時のばらつきが大きい数値となるため、ダウンスイング開始時のばらつきの数値がPVに大きく影響してしまう。そのため、PVの算出ではダウンスイングを任意の区間に分け、検討を行う必要がある。この区間を決定するために、身体の角加速度や関節トルクから運動情報を読み取ることで、スイング動作を細かな区間に分けることが可能であると考え、ダウンスイング中の腕とクラブの角加速度、肩と手首の関節トルクを算出し検討を行った。この角加速度、トルクについては左上肢とクラブを簡易的な二重振子のモデルとし、算出を行った。図2に一例として算出した実験協力者4の腕、クラブの角加速度、肩、手首の関節トルクを示す。図2より、PVを算出する区間を以下3つに分けた。区間)ダウンスイング開始からインパクト区間)コック角開放からインパクト区間)クラブ角加速度、トルク減少区間区間 のダウンスイング開始タイミングとは腕角加速度が負から正に移行するタイミングで

ある。また、区間 はコック角を開放し、クラブスピードを加速させる区間と言える。区間 では、肩トルクが最大値を示す時刻から肩トルクとクラブ角加速度は大きく減少を始めており、インパクトに向けてクラブの回転角を調整している区間と言える。

表 1 に各区間で算出した PV とクラブスピード、クラブ評価値との相関係数を算出した結果を示す。区間 , の PV と平均クラブスピードの相関係数はそれぞれ-0.79, -0.81 と高い負の相関を示した。区間 はコック角開放のタイミングからインパクトまでの PV であるため、インパクトに向けてクラブの回転角を調整が各試行でスムーズに行えているクラブが安定した高いクラブスピードを出せたと考えられる。また、区間 の PV とクラブ評価値の相関係数は-0.90 と高い負の相関を示した。これより、実験協力者はダウンスイング全体の大まかなばらつきを知覚し、使いにくいと感じていると考えられることが出来る。一方で、区間 , の PV とクラブ評価値の相関係数はそれぞれ-0.08, -0.10 と低い相関を示した。これより、実験協力者は区間 ,

スイングの速度が高い場合や、肩に大きなトルクが生じている際には、ばらつきが知覚できていない、つまりは制御のしやすさが判別できない可能性が考えられる。以上より、一般のプレイヤーではクラブスピードの高いクラブを判別することは難しいが、コック角開放後における左手マーカ-のばらつきがプレイヤーに適したクラブを提供する指標として有効であると考えられる。

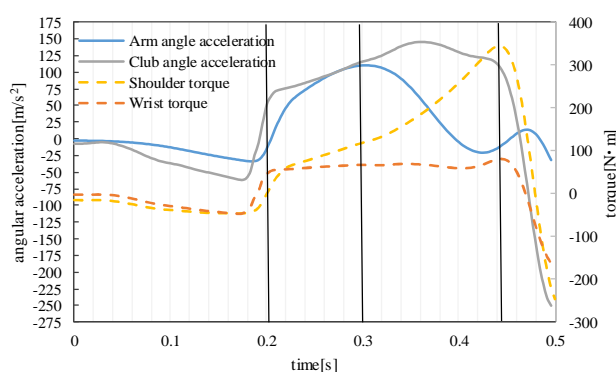


Fig 3 Time history of angular acceleration and torque.

Table 1 Correlation coefficient between PV, club speed and club evaluation value

	Average club speed	club evaluation value
Section 1 PV	-0.341	-0.900
Section 2 PV	-0.787	-0.085
Section 3 PV	-0.808	-0.097

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 SEKINE Naozumi、TAKEHARA Shoichiro、KAWANO Taiki、SUZUKI Kanato	4. 巻 15
2. 論文標題 A study on derivation method of motion feature points in sports motion analysis for racket matching	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Biomechanical Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1299/jbse.19-00476	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3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Naozumi Sekine, Shoichiro Takehara, Kanato Suzuki
2. 発表標題 EXAMINATION OF EVALUATION INDEX OF TENNIS RACKET SELECTION WITH STROKE MOTION ANALYSIS
3. 学会等名 38th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本 真菜、竹原 昭一郎、今井 智大
2. 発表標題 ゴルフのスイング動作解析によるクラブの評価指標の構築
3. 学会等名 スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomohiro Imai, Shoichiro Takehara
2. 発表標題 INFLUENCE OF THE GOLF CLUB ON THE SWING MOTION
3. 学会等名 36th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports（国際学会）
4. 発表年 2018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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------