

令和 2 年 5 月 29 日現在

機関番号：32201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01709

研究課題名(和文) スポーツにおけるルーティーンの集中度の定性的解析とトレーニングツールの設計

研究課題名(英文) Design of a training tool for pre-performance routine in sports

研究代表者

平石 広典(Hiraishi, Hironori)

足利大学・工学部・教授

研究者番号：60343571

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)：本研究の目的は、生体センサーを利用して、スポーツにおけるルーティーンの解析を行い、それに基づくルーティーンのためのトレーニングツールの設計と評価である。そのため、ダーツゲームを対象とし、簡易型の脳波センサーや眼球運動測定装置、また、心拍センサーによる多角的な解析を行うことで、ルーティーンの機能や効果の分析を実施した。そして、それらの結果を反映させたトレーニングツールの設計を行い、脳波から得られる集中度の状態を提示するシステムや、心拍拍動のタイミングを通知するシステムを作成した。何人かの被験者による実験より、それらのシステムを利用することで、成績が良くなるといった結果を得ることに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般に、ルーティーンは人それぞれに設定するものであり、これまで競技者に対して専門家やトレーナーとの議論やコンサルテーションを通じて試行錯誤的に設定されている。本研究によるトレーニングツールによって、自分に対してどのような行動がルーティーンとして適切であるかを客観的に判断することが可能となり、さらに、自分のルーティーンを設定した後でも、ルーティーンそのものをトレーニングすることが可能となる。これはルーティーンのようなスポーツにおける心的な要素に対して、センサー技術や情報技術を利用した新たなトレーニング方法の確立につながるものである。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research was analysis of pre-performance routines (PPRs) in sports and design of training tools based on the analysis results. PPRs in darts game were analyzed by using a simple brainwaves sensor, a gaze tracking system and a heart rate sensor to verify effectiveness of PPRs. Two types of PPR training tool were developed, one was the tool that displays a user's concentration level gained by the simple brainwaves sensor, another was the tool that makes sound of a user's heartbeat. The experimental results showed that scores were improved by using these tools.

研究分野：情報工学

キーワード：ルーティーン 生体センサー 眼球運動測定装置 心拍センサー 簡易型脳波センサー

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、利用者の心拍や脳波の状態を、簡易的に計測可能な生体センサーが登場している。これらは、医療的な利用とは異なり、特別な環境を必要とせず、スポーツや運動時など、様々なタスクを行いながらの計測が可能である。本研究では、このような簡易的な生体センサーを利用して、スポーツにおけるルーティーンの解析を行い、それに基づくルーティーンのトレーニングツールの設計と評価を目的とする。ルーティーンは、プロスポーツ選手等で見られる行動であり、野球で打席に入る前や、投球やキックの前などに、ある決まった一連の行動を行うことで、緊張を緩和したり集中度を高めたりする目的で行われる。これは課題遂行前の心理的な準備であると考えることができ、スポーツ科学や心理学の分野において、バスケットボールのフリースロー、バレーボールのサーブやフットボールなど、様々なスポーツにおいて実際の効果が実験的に確認されている。また、神経科学や脳科学の分野においては、fMRI (functional magnetic resource imaging) を利用して、アーチェリーやゴルフのルーティーンにおいて、熟練者と初心者の脳神経の活性部位の違いをコンピュータシミュレーションによるタスクによって明らかにしている。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、生体的センサーを利用して、スポーツにおけるルーティーンの解析を行い、それに基づくルーティーンのトレーニングツールの設計と評価である。本研究では、簡易的な生体センサーを利用することで、シミュレーションではなく、実際のタスクを通じて実験を実施する。これまでに、簡易型脳波センサーを利用して、バスケットボールやダーツゲームにおける集中度の解析を行っており、普段は上下に激しく変動する集中度が、投球前にはある程度一定化するといった「集中度一定化現象」の発見に成功している。その研究成果を発展させ、眼球運動測定装置や心拍センサーなどによる多角的な解析を行うことで、ルーティーンの機能や効果を明らかにし、それらを反映させたトレーニングツールの設計と評価を行うことが本研究の目的である。

### 3. 研究の方法

実験はダーツゲームを対象として実施する。これは屋内の狭いスペースでも実験が可能である。また、バスケットボールのフリースロー等では、成功したか失敗したかの2通りの評価のみであるが、ダーツであれば得点によって中間的な評価が可能である。しかしながら、一般的なダーツでは、的中した場所によって得点が決められており、隣あった場所でも大きく得点が異なってしまう。そのため偶然性を排除するために、本研究では中心からの距離を得点とし、被験者には中心を狙って投げってもらうように実験を行った。

ここで、ルーティーンは人それぞれに異なるものであり、ルーティーンを設定するための一般的な方法はない。そのため、専門家と競技者とのコンサルテーションや議論を通じて試行錯誤によって設計されるのが一般的である。本研究では、幾つかのルーティーンを予め設定しておき、被験者には、それぞれのルーティーンで投球してもらい、その結果から、その人のルーティーンを決めるといった方法をとった。図1は、ダーツの投球のステップを示している。最初に狙いを定め(エイミング)、テイクバックを行い、最後に矢を放つ(リリース)といったステップである。本研究では、この狙いを定めてテイクバックを行う回数をルーティーンとして設定し、1回、2回、3回と3種類のルーティーンを行ってから被験者に投げってもらうように実験を行った。

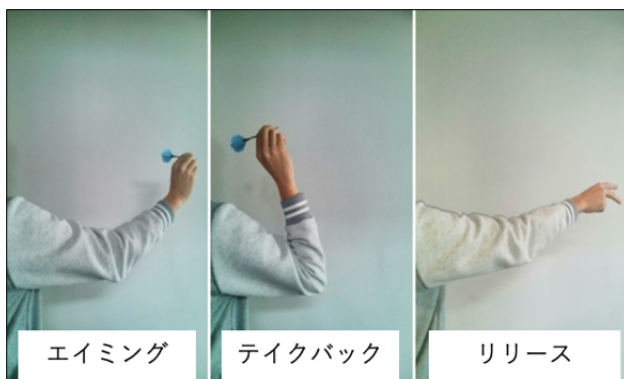


図1: ダーツの投球ステップ

これまでに利用してきた簡易型脳波センサー以外に、眼球運動測定装置と心拍センサー装置を利用して測定実験を実施した。眼球運動測定装置によって利用者の視線移動の状態や瞳孔の大きさを測定することが可能であり、心拍センサーによって心拍波形や心拍数、また、交感神経機能の指標となる LF/HF のデータを計測することが可能である。そして、それらの分析結果から、ルーティーンのトレーニングツールを設計し、実験によりその有効性を明らかにした。

### 4. 研究成果

#### (1) 眼球運動測定装置を利用した分析

本研究では、眼球運動測定装置を利用して、視線の動きと瞳孔の大きさの変化を計測した。特に、投球前と投球後において、どのように変化したのかを分析した。本研究では、Pupil Labs 社製の眼球運動測定装置 Pupil Headset を利用した。図2は、眼球運動測定装置を装着した様子(左側)と、それぞれのカメラからの映像(右側)である。左右の眼球をとらえる二つのカメラによって、眼球の動きが計測され、それによって、被験者の視線の位置や、瞳孔の大きさなどを

測定することが可能である。視野カメラの映像内には、現在の被験者の視点の位置が表示される。

実験の結果から、視線の動きに関しては、ルーティーンによって、投球前の視線の動きが小さくなり、さらに、投球後の視線の動きも同様に抑えられるといった結果を得ることができた。また、瞳孔変化に関しては、ルーティーンによって投球前の瞳孔の大きさの変化に影響があり、投球前の瞳孔の開きが大きくなり、投球前と投球後の開きの差が小さくなるといった傾向を確認することができた。

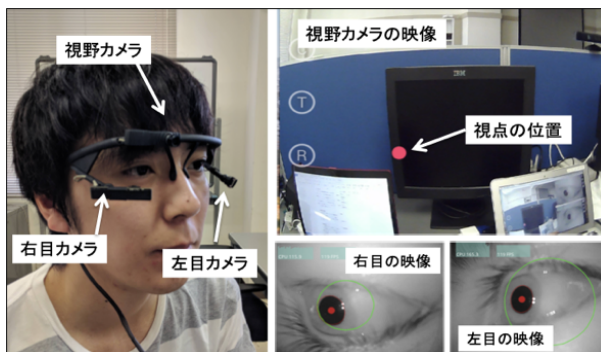


図 2：眼球運動測定装置

### (2) 心拍センサー装置を利用した分析

本研究では、ユニオンツール社製の心拍センサーWHS-1を利用した。図3は、本研究の実験の様子(上)と利用した心拍センサー(下)を示した。心拍センサーは、被験者の胸部前面中央に、電極部分を貼り付けて利用する。データは無線通信によってパソコンに送信される。パソコン側では、専用のソフトウェアを利用して、データの保存と解析が可能である。計測時間、心拍数、心拍周期、体表温、LF/HFなどのパラメータを取得する事が可能である。

実験の結果から、ルーティーンを行うことで、心拍数が上昇する傾向があることが確認できた。また、ルーティーンを実行した場合に、心拍拍動直後に投球を行う傾向があることが確認できた。つまり、ルーティーンによって、心拍のタイミングに合わせて投擲する傾向があり、それによって得点が向上することが確認された。



図 3：実験の様子と心拍センサー装置

### (3) スマートウォッチを利用したトレーニングツール

心拍センサー装置の分析結果から、心拍拍動直後に投球することで得点が良くなる傾向が見られた。もし、被験者が自分自身の心拍のタイミングを知ることができれば、そのタイミングに合わせて投球することができ、より良い得点が得られるものと考えられる。そこで、本研究では心拍センサーを搭載したスマートウォッチを利用し、ビープ音によって被験者に自分の心拍のタイミングを通知するシステムを作成し、その効果を検証した。図4は、本研究で利用したスマートウォッチ(Kingwear KW88)である。裏面には、心拍センサーが搭載されており、OSにはAndroid OS (Version 5.1)が採用されている。androidプログラミングによって心拍をビープ音で通知するシンプルなアプリケーションを作成した。



図 4：利用したスマートウォッチ

被験者にはスマートウォッチから発する連続的な心拍音を聞いてタイミングを取り、心拍音の直後にダーツを投球するようにしてもらった。そして、本ツールを利用しない場合と比較し、心拍音のタイミングでダーツを投げることで、得点が向上することが確認できた。しかしながら、投球のリズムを安定させるという意味で、単に一定のリズムに合わせて投球することで、成績が向上したとも考えられた。そのため、心拍とは関係のないリズムを発信するメトロノームを利用した実験と比較し、本ツールの有効性を実験的に確認した。

これまで、ルーティーンは試行錯誤的に設定されてきたが、本研究によるトレーニングツールによって、自分に対してどのような行動がルーティーンとして適切であるかを客観的に判断することが可能となり、さらには、自分のルーティーンを設定した後でも、ルーティーンそのものをトレーニングすることが可能となる。これはルーティーンのようなスポーツにおける心的な要素に対して、センサー技術や情報技術を利用した新たなトレーニング方法の確立につながるものであると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Hiraishi Hironori	4. 巻 13
2. 論文標題 Qualitative and Cognitive Analysis and Modeling Tool for Biological Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence	6. 最初と最後の頁 30 ~ 47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4018/IJCINI.2019040103	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sukh Sagar Subedi, Hironori Hiraishi	4. 巻 -
2. 論文標題 Design of BCI games by using a battery type IoT device and a simple Brainwave sensor	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of The 25th International Symposium on Artificial Life and Robotic (AROB2020)	6. 最初と最後の頁 40 ~ 43
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hiraishi Hironori	4. 巻 -
2. 論文標題 Pre-performance routine training tool using simple brain-wave sensor	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2018)	6. 最初と最後の頁 982-985
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hironori Hiraishi	4. 巻 11(3)
2. 論文標題 Qualitative Analysis of Concentration Level in Throwing Using Simple Brain-Wave Sensor	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Cognitive Informatics and Natural Intelligence (IJCINI)	6. 最初と最後の頁 17-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4018/IJCINI.2017070102	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 Sukh Sagar Subedi, Hironori Hiraishi
2. 発表標題 Design of BCI games by using a battery type IoT device and a simple Brainwave sensor
3. 学会等名 The 25th International Symposium on Artificial Life and Robotic (AROB2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hironori Hiraishi
2. 発表標題 Pre-performance routine training tool using simple brain-wave sensor
3. 学会等名 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hironori Hiraishi
2. 発表標題 Scene-based Qualitative Analysis and Modeling Tool for Situated Cognition
3. 学会等名 17th IEEE Int. Conf. on Cognitive Informatics and Cognitive Computing (ICCI*CC2018) (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
---------	---------------------------	-----------------------	----