

令和元年6月27日現在

機関番号：32634

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01569

研究課題名(和文) トライアスロンレース中の選手の動作リズム変化の抽出 スイムとランにおける推移

研究課題名(英文) Extraction of alteration in movement tempo during triathlon -trend of swimming stroke time and running stride time-

研究代表者

富川 理充 (Tomikawa, Masamitsu)

専修大学・商学部・教授

研究者番号：50614492

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)： トライアスロンのスイムやオープンウォータースイミングのような環境下におけるストローク頻度の測定方法は、これまでの研究の成果や本研究にて確立することができた。得られたデータは、選手間の比較(横断的分析)や選手内での比較(縦断的分析)にも大いに役立つことを示すことができた。一方、走動作の映像を継続的に撮影し続けることが困難なランニングのロードレース中のストライド頻度の測定については、確立するに至らなかった。しかし、高精度モーションセンサを用いた測定手法の特徴を確認することができた。本研究の結果より、トライアスロンレース全体を通じた動作リズムの特徴を抽出する見通しを立てることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

オープンウォータースイミングやランのロードレースのような環境下では、ある区間のストローク頻度やストライド頻度の測定は可能であるが、全コースに渡る測定は極めて困難である。本研究において、高精度モーションセンサを用いることで、持続的に動作リズムを記録・測定する方法を提案することができた。これにより、トライアスロンなど活動場所が広範囲に及び競技のレース中であっても、ストローク指標やストライド指標を記録し抽出することが可能となる。選手や指導者は、この客観的なデータをもとに今後のレース展開やパフォーマンス向上のための課題を思案できるようになると同時に、この分野の研究も推進されることが期待される。

研究成果の概要(英文)： The simple measurement technique of the stroke frequency under the environment such as triathlon race and open water swimming could be established by the result of the previous research and in this study. The obtained data using a motion sensor could be shown to be very useful for athletes and coaches in comparing among some players (cross-sectional analysis) and comparisons within an player (longitudinal analysis). On the other hand, measurement of stride frequency during road race of running was not established in this study. However, I was able to clarify some matters to be noted in measurement technique using a motion sensor during running. The results in this study suggested that the possibility of extracting the alteration and its trend in movement tempo through triathlon races.

研究分野：コーチング

キーワード：ストローク頻度 ストライド頻度 モーションセンサ 泳動作 走動作 レース分析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) スイム中のストローク指標(ストローク頻度やストローク長)は、泳動作の映像情報より算出することが可能であるが、トライアスロンのスイムやオープンウォータースイムでは、泳動作を撮影し続けることが困難であり、それらのストローク指標に関する研究や資料となるデータは非常に少ない(富川と佐竹、2012)。最近になり、身体運動計測用の高精度モーションセンサ(LOGICAL PRODUCTS、大阪。以下、モーションセンサ)が開発され、そのモーションセンサをストロークパラメータ測定に応用可能なことが確認された(富川ほか、2014)。

(2) 上記は当研究代表者の研究成果であったが、トライアスロンレースの全体を通してモーションセンサで得られたデータを確認したところ、ランニング中のストライド周期も波形として得られることが判明した。ランニング中のストライド指標(ストライド頻度やストライド長)も、ストローク指標同様に泳動作の映像情報より算出することが基本となるが、モーションセンサによる抽出の可能性が得られた。モーションセンサを用いてトライアスロンレース全体を通じた運動リズムを正確に抽出する手法を確立させることにより、各選手の技術の変化やレース展開の特徴を客観的なデータとして提示することが可能となると考えられた。

2. 研究の目的

(1) トライアスロンレース全体を通じた運動リズムを正確に抽出する手法を確立させることにより、各選手の技術の変化やレース展開の特徴を客観的なデータとして提示することを目的とした。

(2) 従来的な映像情報を用いる方法では測定不可能だった環境下(例えば、トライアスロンのスイムやオープンウォータースイム、ロードレース、クロスカントリーレース中を通して)でも運動リズムを測定し動作の評価を可能とすることを目的とした。

(3) 本研究を通して、簡易かつ正確な運動リズム計測のウェアラブル端末の開発へつなげられる可能性を示すことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) トライアスロンレースのスイム中のストローク頻度推移に関して、モーションセンサを用いて横断的ならびに縦断的な測定、および分析を進める。前者に関しては、ある対象選手が出場する複数レースにおいて測定を実施し、レース環境や展開、コンディションによって同一選手内ではどのようにストローク頻度の推移に変化がみられ、どのような推移を示したか検討する。後者においては、同一レースにおいて同時に複数選手を対象にモーションセンサによる測定を実施し、各選手のストロークの特徴を検討する。

(2) モーションセンサを用いたスイム中のストローク頻度の測定手法を応用し、ランニング時のストライド頻度の測定手法を確立させる。トレッドミルを用い、走速度を変えながら側方より走動作を撮影するとともに、モーションセンサを装着し、各ストライドの周期時間を記録する。映像情報より得られたストライド時間(一步に要した時間)と、モーションセンサによって得られた走動作に伴うストライド周期時間を比較検討し、モーションセンサを用いた際のストライド頻度の測定精度を確認する。

4. 研究成果

本来であれば、モーションセンサを用いることにより、従来の方法では困難であったトライアスロンレース中のスイム、ランを通じた動作リズムを抽出すること、そして、対象選手の特徴を把握することによってパフォーマンスの向上のための課題を明確にしたり、今後のトレーニングに生かしたりする資料を提示することまでを成果としたかったが、そこまで至ることができなかった。しかし、トライアスロンレースのスイム中のみではあるが、ストローク時間(1ストロークに費やす時間)を継続的に記録、算出することができ、対象とする選手間における比較(横断的な分析)および個人内における比較(縦断的な分析)が可能となった。

ランにおける動作リズムの抽出に関しては、トレッドミル上を走行中にモーションセンサを用いたストライド頻度の測定精度の検証を行った。モーションセンサを装着する位置がトライアスロンレース中の位置と異なっていたために、分析に用いるデータに注意を要することが分かった。今後さらに詳細な分析を進めるにあたって、非常に有益な示唆を得ることができた。

(1) 同一トライアスロンレースのスイム中の選手間の比較(横断的分析)

国内の男子エリートトライアスロン選手数名を対象に、実際のトライアスロンレースにおいてモーションセンサを装着し、スイム中のストローク時間を記録、算出した。実際は、トライアスロンレース全体を通じた測定も試みていたが、低い水温の影響のためか、モーションセンサのバッテリーがレース途中で切れてしまっていたこともあった。

あるトライアスロンレースにおける、対象3選手各々のスイム中のストローク時間の推移を図1に示す。選手Aは、他の選手と比較するとスイム中のストローク時間の変動の幅が大きい

傾向にあった。選手Bは、ストローク時間が長い、すなわちストローク頻度が低い傾向にあり、選手Cは、ストローク時間が短い、すなわちストローク頻度が高い傾向にあった。このように、1ストロークごと継続してストローク時間を測定し、かつ他選手と比較できることにより、選手の特徴をより明確に抽出することが可能となった。これは、レース中やトレーニングにおける課題を導く貴重な情報・資料となりえるものである。

また、競泳におけるストローク時間、特に連続するストロークにおいては、その変動の幅は非常には小さいが、本研究において測定された変動の幅はより大きい。トライアスロンのスイム特有のヘッドアップ動作が関係していることが考えられ、トライアスロンのスイムのパフォーマンス向上に向け特有のアプローチの必要性が示唆される結果となったと考える。

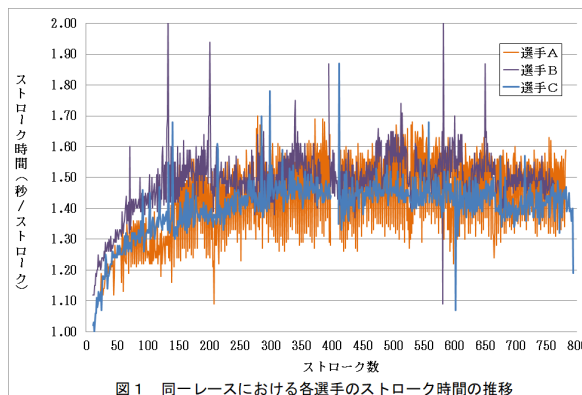


図1 同一レースにおける各選手のストローク時間の推移

(2) トライアスロンレースにおける同一選手内の比較（縦断的分析）

ある対象選手1名の、連続した異なるシーズンにおけるトライアスロンレースのスイム中のストローク時間の推移を図2に示す。レースAとレースBはどちらもスタンダードディスタンス（スイムは1.5km）のレースであるが、約1年4か月の間隔が開いていた。

レースAではストローク時間の変動が大きく、ストローク時間が長い、すなわちストローク頻度が低く抑えられていた。一方のレースBでは、ストローク時間の変動がより小さくなり、ストローク時間が短縮、すなわちストローク頻度が高く変化していた。ストローク時間が短縮されたことにより、ストローク数は5%程度（約50ストローク）増加していた。

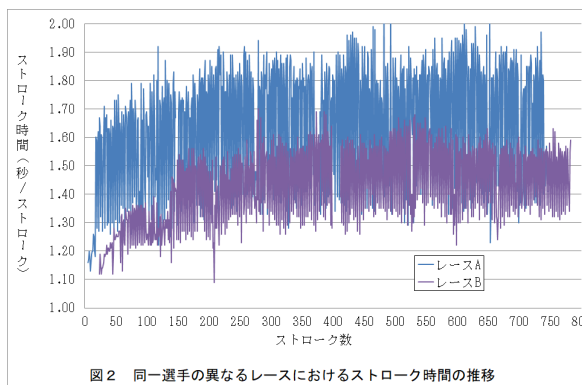


図2 同一選手の異なるレースにおけるストローク時間の推移

レース環境や他競技者、天候等も泳動作には影響を及ぼすため、このような変化の理由を特定することは難しい。しかし、当該対象選手の担当コーチに確認をしたところ、パフォーマンス向上を目指して新しいシーズンを迎えるにあたって、ストローク頻度を高く、かつリズムもなるべく一定に維持した泳ぎに修正していると回答を得た。図2のデータを示し、目指す泳ぎが実現していることを伝えると、泳動作の改善が目的通りにパフォーマンスの向上に結びついていることを客観的なデータで確認できたことで、非常に納得された様子であった。

このように、修正・変化等の確認やフィードバックを行う実際の活動現場で、本研究の結果が貴重な一資料として活用されたことは、大きな成果の一つであった。

(3) 映像情報およびモーションセンサによるストライド周期

トライアスロンのラン中にモーションセンサに記録されたデータが、ランのストライド頻度測定に活用可能か検証を行った。

トライアスロンレース中のモーションセンサの装着は、腰背部でも肩甲骨下角辺りの高さであった一方、本研究におけるトレッドミル走行時は、ランニング用の腰ベルトを用いて装着したために腰椎辺りまでの高さであった。前者では、ローリング動作の周期時間がストローク時間を表していたが、後者では鉛直方向の動作周期時間が最もストライド時間を反映させていた。今後さらに検証を進める際には、装着位置も注意しなければならない。

従来の映像情報から得られたストライド時間と、モーションセンサによって算出した周期時間を図3に示す。映像は30Hz、モーションセンサは100Hzでの記録のため、後者においてより細かい変動の様子が示された。徐々に速度を増加させたが、終盤は走動作の乱れが生じたからか、モーションセンサによるデータの変動が顕著に大きくなった。比較的動作が安定していたと思われる段階までは、モーションセンサから得られたデータも安定しており、ストライド頻

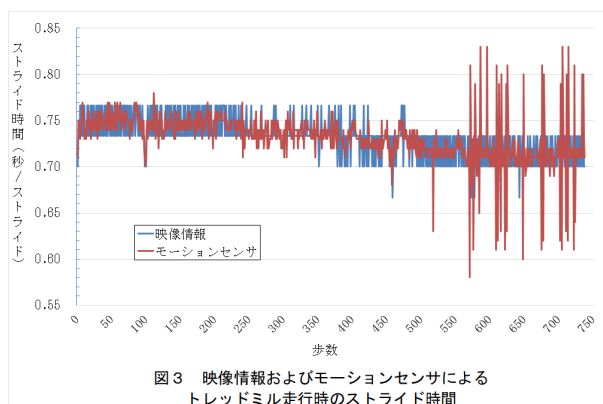


図3 映像情報およびモーションセンサによるトレッドミル走行時のストライド時間

度を反映していたものと解釈できる。トライアスロンレースのラン中に得られたデータの全体を再確認する必要も生じたが、有効にモーションセンサを活用するための方向性が示唆された結果となった。

<引用文献>

富川理充、佐竹弘靖、トライアスロンスイム中のストローク頻度測定の試み、専修大学体育研究紀要、第 36 号、2012、29 - 36

富川理充、椿浩平、椿本昇三、佐竹弘靖、ビデオ映像およびモーションセンサを用いたクロール泳のストローク動作分析の比較、専修大学スポーツ研究所紀要、第 37 号、2014、19 - 25

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 2 件)

富川理充、トライアスロンおよびパラトライアスロンのレース構造—主に 2018 年世界選手権を例として—、2018 専修大学スポーツ研究所報、査読無、2019、pp.54、ISSN 2188-7799

富川理充、モーションセンサを用いたクロール泳のストローク評価—トライアスロンへの応用—、専修大学スポーツ研究所報、査読無、2015、pp.46、ISSN 0288-4135

[学会発表](計 5 件)

富川理充、パラトライアスロン競技及びトライアスロン競技のレース構造、第 8 回 JTU トライアスロン・パラトライアスロン研究会、2019 年 2 月 23 日、国立スポーツ科学センター(東京)

富川理充、複合競技における身体リテラシーについて考える—パラトライアスロンの例—、日本陸上競技学会第 17 回大会、2018 年 11 月 10 日、桐蔭横浜大学(神奈川)

富川理充、パラトライアスロンの動向と強化に向けた研究・開発の必要性、第 7 回 JTU トライアスロン・パラトライアスロン研究会、2018 年 1 月 28 日、日本財団ビル(東京)

富川理充、パラトライアスロン競技の変遷と今後の分析サポートの可能性、第 6 回 JTU トライアスロン・パラトライアスロン研究会、2017 年 1 月 9 日、専修大学神田キャンパス(東京)

TOMIKAWA MASAMITSU、Attempts to Measure Stroke Rates during Triathlon Swims Using a Motion Sensor、2017 ITU Science and Triathlon World Conference in Edmonton、2017 年 12 月 7 日、Edmonton (Canada)

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。