

氏名	たにがわ てつろう 谷川 哲朗
学位(専攻分野)	博士(学術)
学位記番号	博甲第721号
学位授与の日付	平成26年9月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 生命物質科学専攻
学位論文題目	水中パフォーマンスの時間的・空間的評価
審査委員	(主査)教授 野村照夫 教授 遠藤泰久 教授 中島敏博 准教授 来田宣幸

論文内容の要旨

本論文は、これまでに明らかにされなかった水中パフォーマンスを時間的・空間的に評価することを主目的とした。この主目的を達成するため、本論文は3つの基礎論文を基に5章で構成された。第1章は序論、第2章は競泳競技におけるバタフライのゴールタッチ動作の特徴、第3章は、モノフィン着用歴のない競泳選手におけるフィンスイミング競技の動作の特徴、第4章は、モノフィン着用歴のない競泳選手におけるフィンスイミングの指導介入、第5章では総括を述べた。

第2章では、競泳競技におけるバタフライのゴールタッチ動作を時間的・空間的に評価した。実験参加者(男子10名)が行ったバタフライのゴールタッチをグライドタッチ(水中でゴールタッチ)とダイレクトタッチ(水上でゴールタッチ)に分類し、さらにドルフィンキック動作の回数とうねり動作(身体全体が曲線を動くように上下する動作)の有効性を検証した。ゴールタッチの評価方法は、ストローク(泳ぎ)の泳速度に対するゴールタッチ動作時の泳速度の比(GVr)によって示された。その結果、ドルフィンキック動作やうねり動作の有効性は認められなかったが、ストローク長に対するゴールタッチに要する距離の比(GLr)とGVrとの間に有意な正の相関関係が認められた(うねり動作がなく、ドルフィンキックを2回行うダイレクトタッチ: $r=.726$, $p<.05$, うねり動作がなく、ドルフィンキックを1回行うグライドタッチ: $r=.611$, $p<.01$)。このことから、グライドタッチはGLrが40%から50%程度、ダイレクトタッチはGLrが90%から100%程度になるように、ストローク頻度(1秒あたりのストローク数)をゴールタッチを行う前に調節する必要があることが示された。

第3章では、モノフィン着用歴のない競泳選手におけるアブニア泳法の時間的・空間的パラメータの相互関係を検証した。実験参加者(男子81名、女子26名)にモノフィンを着用させ、水中でドルフィンキックを行うアブニア泳を最大努力で25m泳がせた。その様子を側方から水中ビデオカメラで撮影した。ビデオ動作解析システムを用いて、撮影画像の身体部位およびモノフィンの先端をデジタル化し、2次元DLT法を用いて実長換算した。身体部位の実座標とその時刻から、3サイクル以上の波形を対象に、身体部位の鉛直成分の時系列データについて最適化分析を行い、正弦波近似させた。実験参加者107名の身体部位およびモノフィン先端の7点、計749の波形を対象に正弦波近似した結果、近似式で示した波形が実際の波形をどの程度説明できるのかを示す決定係数 r^2 の平均値は 0.93 ± 0.07 であった。このことから、アブニア泳動作の鉛直成分の時系列データを正弦波近似式で示せると考えられた。得られたデータから、外踝の振幅と泳速度との間(男子: $r=.497$, $p<.01$, 女子: $r=.591$, $p<.01$)およびフィンの先端の振幅と泳速度との間(男子: $r=.409$, $p<.01$, 女子: $r=.594$, $p<.01$)に正の相関関係があることが認められた。さらに、全ての身体部位およびモノフィンの先端の振幅とキック頻度(1秒あたりのキック数)の間に負の相関関係が認められた(フィンの先端の振幅とキック頻度 男子: $r=-.367$, $p<.01$, 女子: $r=-.270$, $p<.05$)。

第4章では、モノフィン着用歴のない高校女子競泳選手を対象に、フィンスイミング泳動作の指導介入を行い、時間的・空間的な動作の変容と課題を明らかにすることを目的とした。実験参加者は、高等学校のスポーツ総合演習(水泳)の授業を受講しているモノフィン着用歴のない高校女子競泳選手(12名)であった。指導介入は1時間の指導を週1回の頻度で5回行われた。1回目はモノフィンの取り扱い方、2回目は上肢の動作に関する指導、3回目は2回目の復習、4回目は下肢の振幅に関する指導、5回目は4回目の復習とした。各指導介入後、実験参加者には25mアブニア泳を最大努力で行わせた。その結果、1回目($14.21\pm 2.48s$)、2回目($14.25\pm 1.93s$)および3回目($13.74\pm 1.66s$)までのアブニア泳の記録に変化が認められなかったものの、4回目($12.52\pm 1.37s$)および5回目($11.83\pm 1.42s$)は1回目、2回目および3回目と比較して有意に速かった($p<.01$)。一方、Kicking Rateは1回目($1.57\pm 0.25Hz$)と比較して2回目($1.34\pm 0.19Hz$)は

有意に遅くなり ($p<.05$)、モノフィンの先端の振幅は 1 回目 ($0.26\pm 0.06\text{m}$) と比較して、2 回目 ($0.33\pm 0.04\text{m}$) および 4 回目 ($0.33\pm 0.04\text{m}$) で有意に増大した ($p<.05$)。また、尺骨頭に対する外踝の位相差を示すことによって、手足を動かすタイミングを評価することができ、1 回目 ($391.7\pm 34.7\text{deg.}$) と比較して 4 回目 ($365.3\pm 28.8\text{deg.}$) は小さいことが示された ($p<.05$)。

本論文の成果として、競泳競技で今まで評価が困難であったバタフライのゴールタッチ動作を評価する方法と正弦波近似を利用したアプニア泳動作の新たな評価方法が提案された。これにより、これまでに明らかにされなかった水中パフォーマンスを時間的・空間的に評価できる。

論文審査の結果の要旨

本論文は、これまでに明らかにされなかった水中パフォーマンスについて、時間的・空間的に評価することを主目的とした。なかでも、競泳競技におけるバタフライのゴールタッチ動作およびフィンスイミング競技における初心者のアプニア泳動作は、スポーツ実践現場で感覚的に捉えられ、評価基準が明確化されていない。本論文はこれらの課題を明らかにする点で、新規性および独創性が認められた。

ゴールタッチ動作は、これまで、最後の 5m 区間の所要時間によって評価されていた。本論文では、ストローク (泳ぎ) の泳速度に対するゴールタッチ動作時の泳速度の比によって評価することにより、より詳細にゴールタッチ動作そのものの評価が行えた。この評価方法により、バタフライのゴールタッチを行う方法の違いによるドルフィンキック動作およびうねり動作の有効性が認められず、ゴールタッチに要する距離の重要性が示された。これは、バタフライのゴールタッチを指導する際に有益な情報であり、水中パフォーマンスを改善する方法の 1 つとして提案された。

フィンスイミング競技における初心者のアプニア泳動作の特徴や指導方法は、これまでに明らかにされていなかった。本論文では、実験参加者が行ったアプニア泳の鉛直成分の動作を、正弦波の近似式で示した。これにより、アプニア泳動作をトレンドとして評価できた。また、近似式で得られた身体部位の振幅と泳速度、キック頻度およびキック長の相互関係を示した。さらに、アプニア泳の指導介入を行うことにより、動作の変容と課題を明らかにできた。以上のことから、正弦波近似を利用したアプニア泳動作の新たな評価方法が提案された。

本論文は、これまでに明らかにされなかった水中パフォーマンスについて、時間的・空間的な新たな評価方法を提案した点で意義深い。なお、本論文は、以下に示す 3 編の主論文から構成され、全て申請者が筆頭著者であり、すでに掲載されている。

[主論文]

1. 谷川哲朗, 長谷川弘実, 生田泰志, 来田宣幸, 野村照夫 (2012) バタフライではどのようなゴールタッチが有効か?, コーチング学研究 27(1):67-76.
2. Tetsuro Tanigawa, Masahiro Terada, Hiroe Kataoka, Tomoyoshi Matsumoto, Masashi Kamiya, Azusa Taguchi, Noriyuki Kida, Teruo Nomura (2013) Evaluation of motion on underwater monofin swimming for novice, Proceedings of the XIIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming, 253-257.
3. 谷川哲朗, 川西英里香, 来田宣幸, 野村照夫 (2014) 高校女子水泳選手を対象としたフィンスイミング授業の指導実践ーモノフィン泳未経験者を対象としてー, スポーツパフォーマンス研究, 6:113-133.