

## 論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第8条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

フリガナ 氏名 (姓、名)	タナカ タカヒロ 田中 貴大	授与番号 甲 1611 号
学位の種類	博士 (スポーツ健康科学)	授与年月日 2022年 9月 25日
学位授与の要件	本学学位規程第18条第1項該当者 [学位規則第4条第1項]	
博士論文の題名	水中ドルフィンキックにおける体幹動作が進行方向への速度生成に与える貢献-足部の運動および渦の生成からの検討-	
審査委員	(主査) 伊坂 忠夫 (立命館大学スポーツ健康科学部 教授)	塩澤 成弘 (立命館大学スポーツ健康科学部 教授)
	長野 明紀 (立命館大学スポーツ健康科学部 教授)	高木 英樹 (国立大学法人筑波大学体育系 教授)
論文内容の要旨	<p>本論文は、「水中ドルフィンキックにおける体幹動作が進行方向への速度生成に与える貢献-足部の運動および渦の生成からの検討-」を主題とし、1) 水中ドルフィンキックにおける高い進行方向への速度の生成が可能な泳者の体幹部の運動学的特徴 (研究課題Ⅰ)、2) 流体シミュレーションを用いた水中ドルフィンキックにおける高い進行方向への速度の生成に効果的な渦の動態の解明 (研究課題Ⅱ) および 3) 流体シミュレーションを用いて体幹部の運動による高い進行方向への速度の発揮に効果的な渦の生成の検討 (研究課題Ⅲ) から明らかにすることを目的とし、第1章 緒論、第2章 研究課題Ⅰ、第3章 流体シミュレーションモデルの構築と妥当性の検証、第4章 研究課題Ⅱ、第5章 研究課題Ⅲ、第6章 総括論議、第7章 結論から構成されている。</p> <p>第1章 緒論では、水中ドルフィンキックについて文献研究を行い、これまでの測定、流体力学的分析手法について検討を行い、先行研究で明らかにされていない点を提起し、研究目的および研究意義を説明し、研究課題を明示している。第2章では、泳速度が高い泳者は低い泳者と比較して、水中ドルフィンキック中、1) 下腰部の動作範囲が大きい、および2) 下腰部と胸部の角速度、つま先の鉛直速度および1キックサイクルで推進する距離が有意に高いことが明らかになった。第3章では、流速以外の設定値が統一されたシミュレーションモデルは、本論文の目的を達成するうえで十分な妥当性を有していることを確認した。第4章では、流体シミュレーションを用いた結果から、体幹部および泳者の後方で大きく循環が強い渦を生成することが、高いパフォーマンスに関連することを明らかにした。第5章では、遅い泳者に速い泳者の運動学データを入力して流体シミュレーションを行った。その結果、泳者の後方で生成される渦の循環、および体幹部の腹側で生成される渦の面積と循環が大きくなり、身体に作用する抗力の最大値も大きくなることを明らかにした。第6章では、研究課題ⅠからⅢの結果をもとにして、水中ドルフィンキックにおける高い進行方向への速度生成に対する体幹部の貢献について総括的に考察を行い、指導現場への提言も行った。</p> <p>以上より、体幹部における高い角速度を発揮することで、つま先鉛直速度の増加と体幹部の腹側および泳者の後方で進行方向への速度増大に効果的な大きく循環が強い渦の生成がもたらされていることが明らかとなった。</p>	

<p>論文審査の結果の要旨</p>	<p>本論文は、水中ドルフィンキックのパフォーマンス向上につながる体幹動作について、運動学的データから検討を行い、さらには流体シミュレーションを用いて流体での渦の生成と放出を定量評価することで明らかにしたものである。とりわけ、流体シミュレーションとして CFD (Computational Fluid Dynamics) を用いて、全身周りの渦の大きさを人の水中運動で初めて定量評価した点は、オリジナリティに優れ、学術的にも大きな貢献を示した。</p> <p>研究課題Ⅰでは、水中ドルフィンキックにおける高い泳速度を示す泳者の体幹部の動作について、水中モーションキャプチャーシステムを使い、下腰部の動作範囲が大きいこと、および下腰部と胸部の角速度、が高いという体幹の使い方を運動学的観点から明らかにしたことは学術的意義も高い (Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19(7), 3998)。</p> <p>研究課題Ⅱでは、研究課題Ⅰに参加した被験者の全身の形態・形状をシルエッターにより同定し、かつ得られた運動学的データをもとに CFD を行い、水中ドルフィンキック中に生成された全身周りの渦を同定した。泳者の後方、ならびに体幹部の腹側で生成された渦の面積および循環が高い進行方向への速度と関係することを定量的に明らかにした点は学術的に高く評価できる (J. Hum. Kinet., 2022 in press)。</p> <p>研究課題Ⅲでは、水中ドルフィンキックにおける進行方向への速度が高かった泳者と低かった泳者の運動学的データをそれぞれ入れ替えて、CFD を実施して渦を分析した。その結果、遅い泳者に速い泳者の運動学データを入力すると、泳者の後方で生成される渦の循環、および体幹部の腹側で生成される渦の面積と循環が大きくなり、身体に作用する抗力も大きくなることが分かった。速い泳者の身体動作 (体幹の動き) は、によって大きい渦。もしくは循環の強い渦が生成されることが示唆され、水泳競技の競技力向上においても貢献できる成果といえる。</p> <p>本論文は実験的手法と流体力学シミュレーションを用いた独創的な論文であり、特に高度な技術を駆使した流体シミュレーションは、水中・空気中等多様な環境での流体力学的解析に広範に応用できるものであると高く評価する。また、審査委員から今後の研究発展を考える上で、流体シミュレーションの 3 次元への拡張が示唆されたことは、今後の研究進展への期待の高さを表すものである。</p> <p>本論文を構成する 3 つの研究課題に関わり、既に 2 編の原著論文 (筆頭著者) として、欧文誌に掲載 (決定) されており、学術的意義は高い。</p> <p>先行研究の文献検討については、第 1 章で十分にレビューされており、加えて各章での議論においても、重要な先行研究が適切に引用されていた。論旨の一貫性や明確さに関しては、個々の研究課題および論文全体の構成も明確であることが確認された。</p> <p>本論文は、「スポーツ健康科学分野の研究者や高度専門職業人に必要な専門的研究能力、ならびにその基礎となる豊かな学識を示した学術論文」であると判断できる。</p> <p>以上、公聴会と論文審査の議論により、審査委員会は本論文が本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しい水準に達しているという判断で一致した。</p>
<p>試験または学力確認の結果の要旨</p>	<p>本論文の公聴会は 2022 年 7 月 15 日 (金) 14 時 10 分～15 時 10 分まで、びわこ・くさつキャンパスインテグレーションコア 1F のアカデミックラウンジで行われた。公聴会において、学位申請者は、出席者の質問に対して、正確な回答と説明を行った。続いて、15 時 15 分～16 時 00 分、非公開の口頭試問で、4 名の審査委員が予備審査会において指摘した事項について、学位申請者より修正した内容の報告がなされ、審査委員全員は十分な加筆、修正がなされていることを確認した。さらに、今後の研究についての質問に対しても、発展性のある研究課題を明確に回答した。</p> <p>また主査および副査は、公聴会及び口頭試問の質疑応答を通して博士学位に相応しい能力を有することを確認した。したがって、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、博士 (スポーツ健康科学 立命館大学) の学位を授与することが適当であると判断する。</p>