

|         |   |
|---------|---|
| 氏名（本籍）  | 下門洋文  |
| 学位の種類   | 博士（ 体育科学 ）  |
| 学位記番号   | 博乙第 2746 号  |
| 学位授与年月  | 平成 27 年 3 月 25 日  |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 2 項該当  |
| 審査研究科   | 人間総合科学研究科   |
| 学位論文題目  | 水中ドルフィンキックにおける周期音を用いたキック頻度調節が泳パフォーマンスに及ぼす影響—大学競泳選手を対象として— |

|    |         |          |      |
|----|---------|----------|------|
| 主査 | 筑波大学教授  | 博士（体育科学） | 中込四郎 |
| 副査 | 筑波大学教授  | 博士（工学）   | 高木英樹 |
| 副査 | 筑波大学助教  | 博士（体育科学） | 仙石泰雄 |
| 副査 | 筑波大学准教授 | 博士（工学）   | 松田昭博 |

## 論文の内容の要旨

競泳では、スタートとターン後に行う水中ドルフィンキック泳（以下 UUS とする）があり、泳タイム短縮に貢献できる潜水泳技術として近年着目されている。UUS において、これまでキック頻度が最も泳速度に影響する運動学的変数であることが示されてきたが、これは泳者間の比較によるものであり、泳者内でキック頻度と泳速度が関連しているのかは明らかとなっていない。泳者のキック頻度を直接調節する方法の 1 つに周期音を用いた方法があり、この方法を用いることで頻度と泳速度の関係を調査できる。さらには、周期音と運動の同期によって、ヒトが自然にとるリズムが改変される可能性が示唆されており、この周期音を利用した方法によって泳者の全力泳時のキック頻度を変える可能性もある。その一方で、ヒトが運動中に向ける注意が変わることで運動学習が阻害される可能性が示されており、周期音を用いることで泳者の泳技能習熟を阻害することが危惧される。そこで本研究では、以下の 3 つの目的を設定した。大学競泳選手を対象に、1) 泳技能習熟と泳者の身体感覚の関連性を調査する、2) 泳者内における UUS のキック頻度と泳速度の関係性を明らかにする、3) キック頻度調節の介入が直後の UUS の泳動作に及ぼす影響について運動学習の観点を加味して検討する。

第 1 目的達成のために大学競泳選手が泳技能改善時に重視している身体感覚について質問紙調査を行った。対象者は全国 296 名の大学競泳選手とし、泳フォーム改善時に重視している身体感覚 12 項目（例：泳中にタイミングを意識しているか）について 7 段階尺度（全くそう思わない～とてもそう思う）で回答させた。12 項目に対して因子分析を行い、その結果「体性感覚」「時間調節」「特殊感覚」の 3 因子構造であることが明らかとなった。因子の下位尺度平

均値は、体性感覚が 5.6 点、時間調節が 5.8 点、特殊感覚が 3.9 点であり、時間調節因子の得点が最も高かった。このことから、泳技能改善時の泳者は時間調節を最も重視していることが明らかとなった。

第 2 目的達成のために以下の研究を行った。まず、回流水槽にて泳者の泳速度増加の方略を確認した。9 名の大学競泳選手を対象とし、各泳者の全力泳時の 70%~95% の泳速度に設定して泳がせた。その時の泳動作を 2 次元動作分析した。その結果、泳速度の増加に応じてキック頻度が増加していることが確認された ( $F=29.58, p<.01$ )。次に周期音を用いて泳者のキック頻度を直接調節した。まず最大努力時以下でキック頻度が増加した時の泳速度への影響を調査した。対象者は大学競泳選手 8 名とし、屋内プールにおいて主観的に 70% 程度の努力度のドルフィンキックで泳ぐよう指示した。その頻度よりも高くなるよう周期音を 100 bpm に設定し、水中スピーカーから周期音を発生させ、泳者はその音に合わせて泳ぎキック頻度を増加させた。その結果、キック頻度は 1.34 Hz から 1.66 Hz、泳速度も  $1.25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  から  $1.30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  へと有意に増加していた ( $p<.05$ )。さらに、同様の方法で最大努力時以上のキック頻度でも検討した。対象者は 10 名とし、最大努力時を 100% とすると 105、110、115% のキック頻度で泳ぐよう指示した。その結果、キック頻度は増加したものの泳速度の有意な増加は認められなかった。このことから、泳者内においてキック頻度と泳速度の関係は最大努力時以下では成立するが、それ以上では頭打ちになることが示唆された。

第 3 目的達成のために周期音を用いたキック頻度調節の介入効果があるか検討した。対象者は 10 名とし、周期音を用いて頻度調節を行った前後に全力で泳ぐよう指示した。運動学的変数だけでなく、前述した質問用紙を応用して身体感覚についても回答させ比較した。また、頻度調節時に周期音と同期する手間を省けるか、プールサイドで音を聞いて再現する試技も同時に行った。その結果、泳者は音を聞いて頻度を記憶するだけで要求されたキック頻度を再現できることが示された。また、前後の比較では、運動学的変数には有意差は認められなかったものの、時間調節への意識が高まる傾向がみられた ( $p=.07$ )。このことから、周期音を用いた頻度調節は、泳動作への影響は見られないものの、泳技能改善が見込まれる意識の状態になる可能性が示唆された。

以上のことから、水泳において頻度調節のために周期音を使用することは理に適っており、使用後には泳技能改善が見込まれる身体感覚へと意識が向くことが示唆された。また、泳者内においてキック頻度と泳速度の関係性は最大努力時以下までは関連し、それ以上キック頻度を増加させても泳速度は頭打ちとなることが示唆された。一方、最大努力時以上のキック頻度で泳ぐと泳速度が増加する泳者も見られ、泳者によっては最適値が存在する可能性が示された。よって、周期音を用いた手法は、大学競泳選手を対象とした場合において、ドルフィンキックの泳パフォーマンス向上に有用であることが示唆された。

## 審査の結果の要旨

### (批評)

本論文では、周期音を用いて UUS の頻度を直接調節し、泳動作を改善させる新たな方法論の開発に取り組み、その効果について運動学習の観点に加え、運動学、流体力学の観点など多角的に分析を試みた。その結果、周期音の利用により、UUS の動作がよ

り効率のよい動作へと変容する可能性が示唆された。このように本論文は、学術的意義と実用的意義を兼ね備えた優れた研究であると評価される。 s

平成27年2月5日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもと、論文について説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員が合格と判定した。

なお、学力の確認は、人間総合科学研究科学学位論文審査等実施細則第11条を適用し免除とした。

よって、著者は博士（体育科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認める。