

PIV 法を用いた水中ドルフィンキックの泳動作と水の流れ場の解析

中園 優作 (筑波大学大学院)

1. 目的

本研究の目的は、水中ドルフィンキックの泳速度を変化させた際に生じる動作及び水の流れの変化を観察し、動作の変化と流れの変化の関係を明らかにすることとした。

2. 方法

1) 対象者

本研究には、男子競泳選手 1 名 (年齢: 21 歳、身長: 178.0 cm、体重: 83.2 kg、FINA ポイント: 834、専門種目: バタフライ) が参加した。

2) 実験試技

実験用回流水槽で 0.8 m/s、1.0 m/s、1.2 m/s の 3 流速にて水中ドルフィンキック泳を実施した。

3) 分析方法

下肢の動作分析のため、3 次元動作分析を行った。各分析点の 3 次元座標はモーションキャプチャシステムを使用して得た。また、泳者の足部後流の水の流れを可視化のため、ステレオ PIV (粒子画像流速測定法) による測定を行った。

3. 結果と考察

1) 3 次元動作分析

図 1 に各流速における足先鉛直速度の結果を示した。流速が上がるにつれて、足先鉛直速度は高いピーク値を示していることから、流速の上昇に伴って下肢の動作速度が上昇していると言える。

2) PIV による水の流れの測定

図 2 に各流速におけるダウンキック (蹴り下げ動作) 中盤の水の流れの結果を示した。本研究で示す結果は、泳者の足部を下流側から推進方向へ向かってみた時の流れである。条件間で比較すると、流速が上昇するにつれて左右方向及び鉛直方向の流れの速度の合成ベクトルが大きくなり、主流方向への流れの速度も高くなる様子が観察された。水中ドルフィンキックはダウンキック中に、両足部の足底に 3 次元的な渦が生成され、それが推進に貢献していると報告されている (Shimojo et al., 2019)。それ故、本研究においても同様の現象が起きており、図 2 に

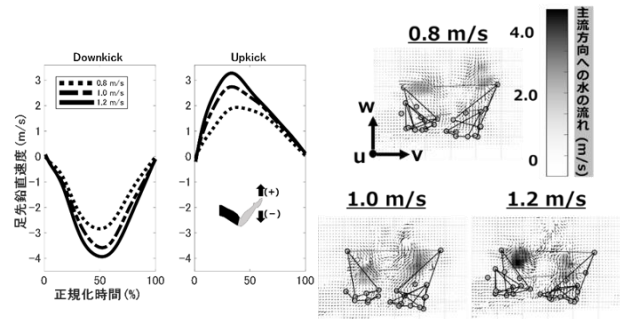


図 1 足先鉛直速度

図 2 水の流れ場

において観察された両足部の足底側の速度ベクトル (u , v , w) は 3 次元的な渦の一部であると考えられる。条件間で比較すると、両足の足底に生成された渦の一部であると考えられた速度ベクトルは、流速が上昇するにつれて大きくなる様子が観察された。

3) 泳動作及び水の流れの関係について

淵脇ほか (2007) は翼の動作速度と後流渦との関係を調査しており、動作速度が上昇すると渦の回転速度が高くなったと報告していることから、下肢の動作速度の上昇は渦の回転速度を高めたと予想される。そして、渦の回転速度が高まることで 2 つの渦間に生じるジェット流も強くなり、泳者の推進力は増大したと考えられる。

4. 結論

本研究より、泳者は下肢の動作速度を高めることで、足部に生成される渦の回転速度を高め、より強いジェット流を作り出すことによって、推進力を増大させ、高い泳速度を達成していたと考えられた。

5. 主な参考文献

- 1) 淵脇正樹, 田中和博, & 永山勝也. (2007). 非定常運動翼後流の渦流れと非定常推進力. 日本機械学会論文集 B 編, 73(728), 922-929.
- 2) Shimojo, H., Gonjo, T., Sakakibara, J., Sengoku, Y., Sanders, R., & Takagi, H. (2019). A quasi three-dimensional visualization of unsteady wake flow in human undulatory swimming. *Journal of biomechanics*, 93, 60-69.