



体工連携による水泳水中運動科学のイノベーション

研究者所属・職名：体育系・教授

ふりがな たかぎ ひでき

氏名：高木 英樹

主な採択課題：

- [基盤研究\(A\)「体工連携によるスポーツ科学イノベーション－革新的な用具・コーチング法の開発－」\(2015-2018\)](#)
- [挑戦的萌芽研究「水泳研究のパラダイムシフトとなる新たな泳パワーの測定方法の開発」\(2015-2016\)](#)
- [基盤研究\(B\)「水中におけるヒトのロコモーションの仕組み－水中動作解析システムの構築と応用－」\(2012-2014\)](#)

分野：体育学、バイオメカニクス、スポーツ工学

キーワード：水泳、流体力学、流れの可視化、抵抗測定、推進力推定、競技力向上

課題

●なぜこの研究をおこなったのか？（研究の背景・目的）

水泳水中運動は、陸上とは異なる環境で運動を実施するため、陸上運動では得られない様々な運動効果が期待される。しかしながら、体育学分野におけるこれまでの研究手法では、そのメカニズムを十分に解明するに至っていない。そこで本研究課題では、工学分野と連携し、新たな方法論を導入することによって、流体力の発生メカニズムを解明するなど、水泳水中運動科学にイノベーションを起こすことを目的とした。

●研究するにあたっての苦労や工夫（研究の手法）

本研究課題では、流体工学的解析手法をヒトの泳動作分析に導入した。例えば、実験用回流水槽等を用いて、これまで困難とされてきた泳者が自己推進している時の動的抵抗を測定したり、小型防水圧力センサを人体手部表面に貼付して、泳動作中の手部圧力分布計測値から推進力を推定したり、粒子画像流速測定法を用いて、泳者周りの流れを可視化し、流体力発揮メカニズムの解明に取り組んだ。



図1 実験用回流水槽



体工連携による水泳水中運動科学のイノベーション

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

これまで、ヒトの水泳水中運動中に発生する流体力については、常に流れの状態が一定であるとする定常時の流体力学的理論をベースにして、解析が行われてきたが、実際には流れは、非定常で常に変化しているので、解析結果と真の値には誤差があると考えられてきた。

そこで、本研究課題では流れは非定常であるとの前提に立ち、新たな解析方法の開発に取り組んで分析を行った。その結果、図2に示すように、水中を移動する泳者に作用する抵抗に関して、一定の姿勢を保った状態での抵抗(Passive drag: D_p)は定常理論どおり、泳速のほぼ2乗に比例して増加していたが、四肢を駆動して自ら推進している時の抵抗(Active drag: D_a)はこれまでの定説とは異なり、泳速のほぼ3乗に比例して増加することが明らかとなった。また、クロール泳中の手部で発揮する流体力を推定する方法論を開発して分析したところ、従来の準定常理論を用いた分析結果より、より大きな流体力を発揮していることが明らかとなり、その原因として、手部から放出される渦が非定常揚力を生んでいることが明らかとなった。これらの結果は、世界の水泳研究者からおおきな驚きを持って注目され、従来の水泳指導理論を一新するような画期的な研究成果と受け止められることとなった。

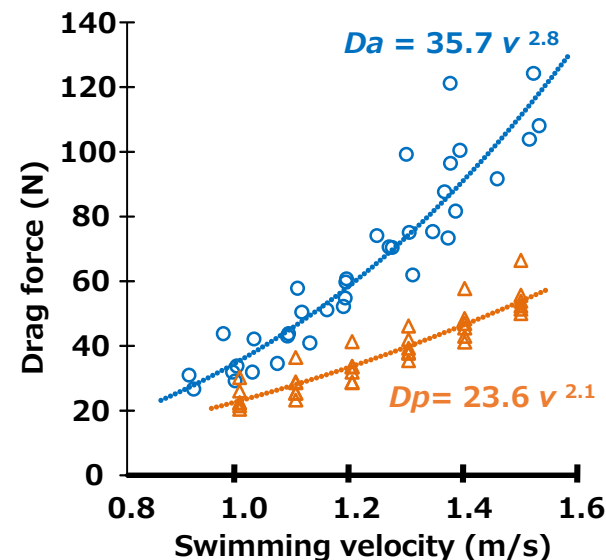


図2 自己推進時抵抗(D_a)の計測結果

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

今後は、ヒトの水泳水中運動時の人体周りの流れの可視化に関して、3次元的な解析を進展させる予定である。既にコンピュータを用いた数値流体力学的な解析では、3次元的な速度ベクトル分布や渦構造に関する報告は散見されるが、実際の泳者を用いて可視化実験に成功した例(図3参照)は、我々の研究グループを除いてほとんどない。そこで、新たな3次元的な解析方法を導入することで、より速く楽に泳ぐためのヒントが得られるものと期待される。

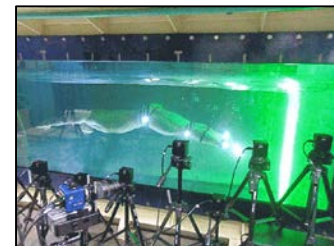


図3 流れの可視化実験装置