

研究種目：若手研究（B）
研究期間：2006～2008
課題番号：18700523
研究課題名（和文） 競泳のCFD解析
研究課題名（英文） CFD Analysis for swimming

研究代表者

佐藤 陽平（SATO YOHEI）
独立行政法人 海上技術安全研究所・CFD研究開発センター・研究員
研究者番号：10358400

研究成果の概要：

競泳選手が速く泳げることを目的に、数値流体力学（CFD）を用いた、ストロークの非定常解析法、および、けのび状態の全身に加わる流体力の解析法の開発/検証を行い、解析法の有効性を示した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,400,000	0	1,400,000
2007年度	1,400,000	0	1,400,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	210,000	3,710,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学, スポーツ科学

キーワード：スポーツ工学, 競泳, 流体力学

1. 研究開始当初の背景

日本人競泳選手は体格的に欧米の選手に劣ることが多く、特に、自由形の短距離のレースのように泳速が速い競技種目では身長が高い方が相対的に造波抵抗が小さいので、身長が比較的低い日本人には不利である。このような状況において、日本人競泳選手が、世界レベルの競技会で今後も活躍しつづけるためには、世界に先駆けて、より良い泳ぎ方を開発し続ける必要がある。そのためには、選手とコーチの日々の練習および創意工夫に加え、工学的アプローチで抵抗および推進のメカニズムを理解しながら、フォームを改良することが重要となってくる。

2. 研究の目的

5年から10年の近い将来に、日本の競泳選手がオリンピックで金メダルをより多く獲得することを目的に、工学的シミュレーションにより、速く泳げる泳ぎ方（姿勢、ストロークおよびキック）を開発する。

3. 研究の方法

工学的シミュレーションとしては、流体力学を正確に計算可能である数値流体力学（CFD）を用いることとする。ただし、競泳選手が泳いでいる状態を直接CFDで取り扱うことは困難であるため、ストロークとボディ

一に分けて解析を行う。

ストローク解析では、まず、非定常状態のCFD解析手法を開発する。次に、水槽試験結果とCFD解析結果を比較し、開発したCFD解析手法の検証を行う。その後、世界トップレベルの競泳選手のストロークをCFD解析して、ストロークの優れた点を考察する。

ボディの解析では、けのび状態の選手のCFD解析を行う。まず、水面の変形を考慮して造波抵抗の算出ができるようにCFDソフトウェアを改良する。次に、けのび状態の競泳選手に加わる抵抗力の成分分離を行う。すなわち、摩擦抵抗、圧力抵抗、造波抵抗の成分を定量的に評価する。同時に、ボディ周りの流れの可視化により、流れの剥離や渦の発生など、流場の特徴を明らかにする。

4. 研究成果

(1) ストロークのCFD解析

競泳選手の手部周りの非定常流場のCFDソフトウェアを開発し、水槽試験結果と比較して、検証を行った。まず、水槽試験とCFD解析で同じ形状の手部を取り扱うために、模型の三次元形状の測定を行った(図1)。次に、水槽試験結果とCFD解析の結果を比較して(図2)、両者が高い精度で一致することを確認し、CFD解析法の有効性を示した。



図 1: 手モデルの三次元形状測定

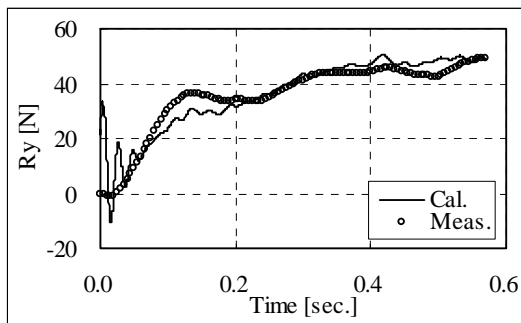


図 2: 水槽試験結果と非定常CFD計算結果の比較

検証後、CFDシミュレーションのデモンストレーションとして、二人の泳者のストロークを解析し、推進力および推進効率を評価した(図3)。

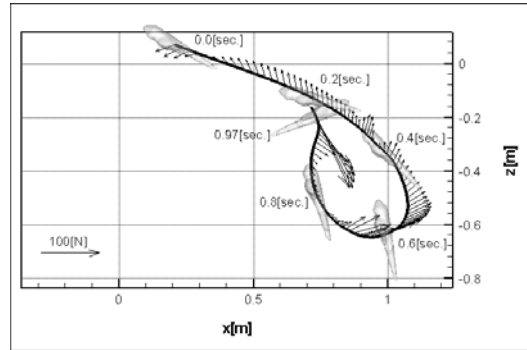
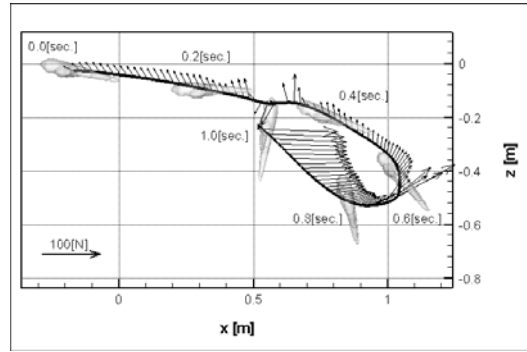


図 3: イアン・ソープ選手(上図)とピーター・ファンデンフォーヘンバンド選手(下図)の手に加わる流体力

(2) ボディのCFD解析

無限水深中および水面近傍を「けのび」状態で前進する競泳選手の解析を行った。流場の可視化により、後頭部、背中、胸において大規模な剥離が発生している等、人体周りの流場の特徴を明らかにすることができた(図4)。

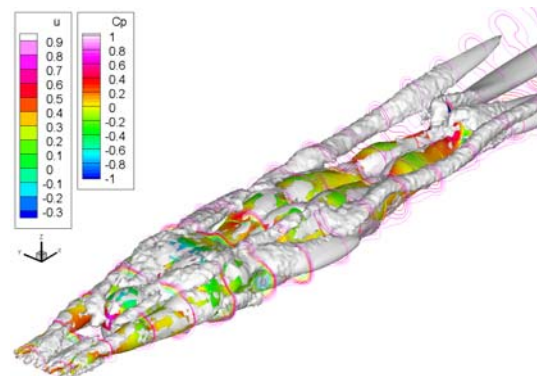


図 4: 人体表面の圧力分布と縦渦の等値面の可視化

また、抵抗成分の分離を行った結果、圧力抵抗が摩擦抵抗の5~6倍と大きく、抵抗の大部分を占めることが明らかになった。従って、抵抗を減らすためには、摩擦抵抗よりも、圧力抵抗を減らすことが効果的であり、すなわち、人体形状を流線形に近づけることが効果的であることが明らかとなった。

更に、異なる潜水深度における造波抵抗を

計算可能であることを示し（図 5）、開発したシステムの有効性を示した。

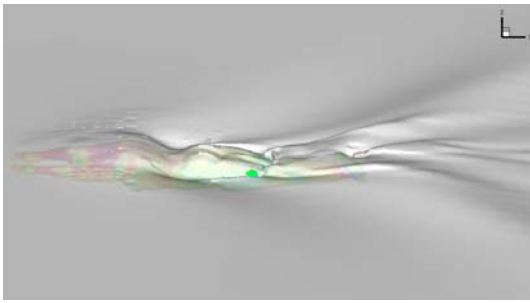


図 5: 自由表面計算結果

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 1 件）

- ① Yohei Sato, Taknori Hino、CFD simulation of flows around a swimmer in a prone glide position、Journal of Biomechanics、査読審査中、有

〔学会発表〕（計 2 件）

- ① 佐藤陽平、工藤重忠、高木英樹、競泳選手の手に加わる推進力の非定常解析法の開発と検証、第 11 回日本水泳・水中運動学会論文集、pp. 93-98、2007、無
- ② 佐藤陽平、競泳選手の全身周りの流れの数値解析、第 12 回日本水泳・水中運動学会論文集、pp. 23-26、2008

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 陽平 (SATO YOHEI)

独立行政法人海上技術安全研究所・CFD

研究開発センター・研究員

研究者番号：10358400

(2) 研究分担者

無し

(3) 連携研究者

無し