

課題名 (タイトル) :

並列計算技術の数値流体力学への応用

利用者氏名 : ○高橋 直也*,**, 藤倉 淳**, 若宮 章紘**

所属 : * 本所 情報基盤センター, ** 東京電機大学 工学部 機械工学科

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

本研究では、卓球を想定した回転球や、釣りの水中でのルアーといった、物体の動きを理解するため、物体周りの流れを数値シミュレーションで解析する。また結果を実験結果と比較し、その動きを理解することを目指す。

回転球のシミュレーションでは、卓球ボールのように、飛翔中に回転する球を数値シミュレーションで再現する。特に今年度はバックスピンストレートにおける回転数と抗力係数 C_D 、揚力係数 C_L の関係に注目して解析を行なう。

また、釣りに用いられるルアーの水槽実験結果を理解するため、数値シミュレーションを行ない、水中での複雑な動きを流体力学の見地から理解することを目指す。

2. 回転球の数値シミュレーション

2.1 具体的な利用内容、計算方法

計算は直接数値シミュレーションを行った。基礎方程式として連続の式およびナビエ・ストークスの方程式を MAC 法(Harlow & Welch 1965)で差分法し、数値的に解くこととする。MPI を用いて並列化した。圧力の収束条件を改良することにより、卓球の飛翔実験と比較できる $Re=20000$ 程度でも抵抗係数 CD 値を見積ることが可能となった。

2.2 結果

$Re=20000$ に固定し、進行方向と回転軸が垂直となるバックスピンストレートでスピンパラメータ $SP=0$ (無回転)~ 0.5 の数値シミュレーションを行なった。その結果、 C_D 値は飛翔実験による実験結果と概ね一致し、 SP 依存性も再現できた。一方で C_L 値は SP に比例する依存性はある程度再現できたものの、その値は計測値の 50%に過ぎず、表面の取扱いを見直すことが必要となった。これまで計算領域の拡大や、速度場の境界条件の見直しを行い、値は計測値に若干近付いた。しか

し根本的な原因を特定に至らなかった。

2.3 まとめ

飛翔実験で実験可能な、低速でのレイノルズ数 $Re=20000$ での回転数(SP)依存性を解析した。抵抗係数は計測値と概ね一致したが、揚力係数には実測値の半分程度となった。計算領域や速度場の境界条件の見直しを行なったが、計算結果が実測値と離れている原因の特定は出来なかった。

2.4 今後の計画・展望

圧力の境界条件の見直しを行うとともに、より高いレイノルズ数での数値シミュレーションを行う。

3. ルアー周りの数値シミュレーション

3.1 具体的な利用内容、計算方法

昨年度に引き続き、野田らのボクセル法を用いた数値計算コードを用い、ルアー周りの流れ場を数値シミュレーションで再現した。ルアーは CT スキャンデータを基に数値データとした。

3.2 結果

ルアーのリップ(顎部分の透明なプラスチック部品)後方に、回流水槽を用いた PIV 計測でも観察された特徴的な渦構造を確認することができた。さらにレイノルズ数 Re の上昇に伴い、後流が複雑な構造を持つことが確認された。

この結果を遊泳するルアーの実験結果と比較したところ、数値シミュレーションで現れた特徴的な渦構造の遊泳運動は、期待したほど強い相関がないことを示唆する結果が得られた。

3.3 まとめ

固定されたルアーの流体力学的な特性を捉えることが可能となった。

3.4 今後の計画・展望

捉えた渦構造と、ルアーの振動運動との関係を考察し、また実験結果との比較を行うことにより、主流に対するルアーの角度が及ぼす影響、特に流体から受ける力とルアーの挙動について明らかにする。

平成 25 年度 RICC 利用報告書

平成 25 年度 RICC 利用研究成果リスト

【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】

Wataru Sekiguchi, Naoya Takahashi, Shigeho Noda and Ryutaro Himeno, A Numerical and Experimental Study of Lure Moving In Water, Transactions of Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Vol. 30, No. 3, 257-259, 2013.

【国際会議などの予稿集、proceeding】

【国際会議、学会などでの口頭発表】

【その他】