

TSUBAME 共同利用 令和3年度 学術利用 成果報告書

CFD 解析を用いた卓球ボールの空力特性の計算
Calculation of aerodynamic characteristics of table tennis ball using CFD analysis

伊藤建一
Kenichi Ito

新潟工科大学
Niigata Institute of Technology
<https://www.niit.ac.jp/>

申請者は、有限要素法ソフト COMSOL を用いて、卓球ボール周りの流れを CFD 解析することにより、高精度に空力特性計算したいと考えている。本申請では、TSUBAME の実行環境整備及びアプリケーションの利用可能性について調査を行なった。その結果、COMSOL の遠隔実行を成功させ、さらに実行速度がどの程度改善されるか確認した。

The applicant would like to calculate the aerodynamic characteristics of a table tennis ball with high accuracy by CFD analysis of the flow around the ball using the finite element method software COMSOL. In this application, we investigated the execution environment of TSUBAME and the possibility of using the application. As a result, we succeeded in remotely executing COMSOL, and also confirmed how much the execution speed could be improved.

Keywords: table tennis, aerodynamic, CFD, COMSOL

背景と目的

卓球ボールは小型軽量であり、ラケットに貼付されているゴム製のラバーによってボールに回転をかけやすいため、ボールに働く空気力の影響によって飛翔する軌道が大きく変化するという特徴がある。卓球の競技力向上には、空気力の影響によってどのように軌道が変化するかを把握しておくことが求められる。

申請者は、CFD 解析によって求められた空力特性に物理運動特性を考慮した飛翔軌道シミュレーターの開発を試みている。本研究では、有限要素法ソフト COMSOL を用いて、卓球ボール周りの流れを CFD 解析することにより、高精度に空力特性計算する予定である。この CFD 解析にはマシンパワーが必要な計算を多くのパターンで実行する必要がある。本申請では、TSUBAME の実行環境整備及びアプリケーションの利用可能性について調査を行ない、以下の成果を得た。

1. 研究室のパソコンで COMSOL ライセンスサーバーを起動し、TSUBAME 上にインストールされた COMSOL を遠隔から実行することに成功した。

2. 研究室で作成した COMSOL の流体サンプルモデルを用いて複数のノードで実行し、実行速度がどの程度改善されるか確認した。

概要

TSUBAME の利用開始日は令和 4 年 1 月 28 日であり、利用可能期間は 2 か月程度であった。また、申請者は TSUBAME のようなスパコンは未経験であったので、今回の申請の主目的は、TSUBAME 上での COMSOL の実行環境整備であった。なお、COMSOL ライセンスはトライアルのため有効期間が 1 か月であった。この期間内で、申請者は上記目的を達成することができた。

また、計算ノード数を増やすことによる計算時間の改善についても 2 種類のモデル(モデル A とモデル B)を用いて簡易的に確認した。モデル A は、研究室のパソコン(CPU:Core i7-7820X 3.6GHz)で 802 秒と短時間で計算が終了するもので、TSUBAME のノード数を 1, 4, 6, 8, 16 に変更して計算時間を確認した。モデル B は、研究室のパソコンで 1376 分と比較的長時間で計算が終了するもので、TSUBAME のノード数を 1, 4, 8,

10, 12, 16 に変更して計算時間を確認した(ただし, ノード数 16 ではエラーにより計算が終了しなかった.).

結果および考察

図 1 と図 2 に各モデルの計算時間を示す. どちらのモデルにおいても, 計算ノード数 8 個の時に最も計算時間が短くなった. 計算時間は, 計算ノード 1 個と比較して, それぞれ約 42%と約 29%まで減少した. また, 研究室のパソコンと比較すると, それぞれ約 31%と約 15%まで減少した. なお, 計算結果は, 計算ノードを増やしてもほぼ同じであった.

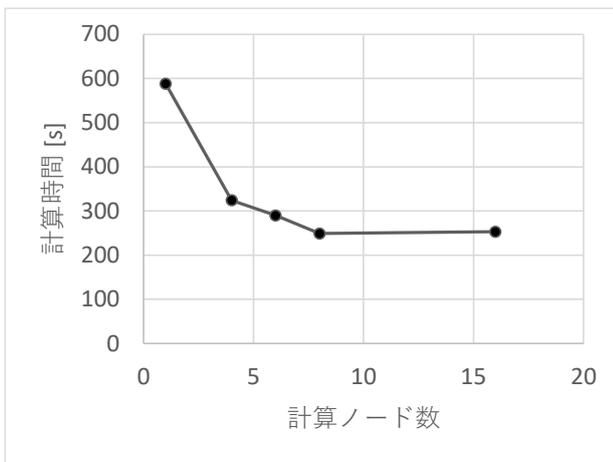


図 1 モデル A の計算時間

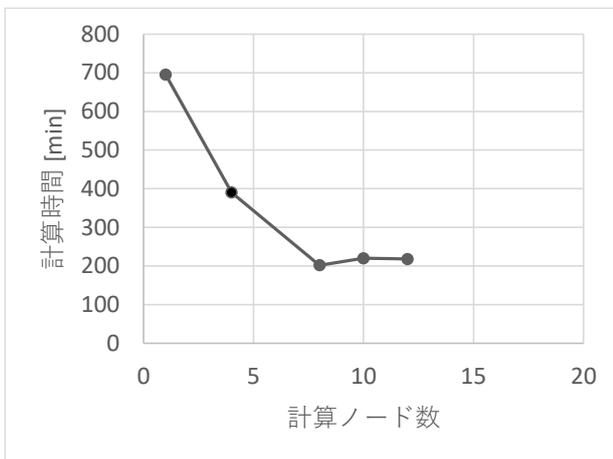


図 2 モデル B の計算時間

まとめ、今後の課題

今年度の利用期間は 2 か月と短かったため, 当初から COMSOL の実行環境整備及びアプリケーションの利用可能性の調査を目的とした. 来年度以降は, 今年度の成果にもとづいて, 実際に COMSOL を用いて空力特性を計算したいと考えている.