

NuFD/FrontFlowRed の評価  
Evaluation of NuFD/FrontFlowRed

張 会来  
Zhang Huilai

株式会社数値フローデザイン  
Numerical Flow Designing Co. Ltd.  
<http://www.nufd.jp/>

大規模非定常解析を念頭において、流体解析ソフトウェア NuFD/FrontFlowRed を用いて TSUBAME 上で大規模並列計算を行い、並列性能を評価した。16 並列まで並列数に比例して計算速度は向上し、64 並列計算に対して 40 倍の加速率があることを確認した。

For large scale unsteady flow analysis, NuFD/FrontFlowRed is evaluated in parallel performance on TSUBAME system. It is confirmed that its calculation speed is in proportion to the number of CPU up to 16 CPU and about 40 times faster with 64 CPU.

*Keywords:* FrontFlowRed, 並列性能

#### 背景と目的

機器の開発・設計における複雑系の問題(燃焼流、混相流および車両、ターボ機械・建築構造など)の数値予測を行うには数千万格子以上の大規模な非定常 LES(Large Eddy Simulation)解析が必要である。近年の計算機性能の向上に伴いその実現性が増しているが、超大規模非定常 LES 解析を実現するためには、大規模な計算機資源の確保が必須であり、またその計算機環境におけるソフトウェアの効率化を図るため、コードのチューニングの必要性の検討も不可欠となる。

本プロジェクトでは、流体解析ソフトウェア NuFD/FrontFlowRed の特徴である大規模非定常 LES 解析を実現するための計算機環境のひとつとして、TSUBAME 上での NuFD/FrontFlowRed の並列化効率および実行性能を評価することを目的とする。

#### 概要

NuFD/FrontFlowRed は、文部科学省 IT プログラ

ム「戦略的基盤ソフトウェアの開発<sup>1</sup>」プロジェクトにより、東京大学生産技術研究所を中心として開発された流体解析ソフトウェア「FrontFlow/red」を基盤として、数値フローデザインが高速化改良および機能開発等を加えた流体解析ソフトウェアである。「FrontFlow/red」は乱流変動などの非定常現象を高精度に予測することができる LES(Large Eddy Simulation)を可能としたソフトウェアである。

まず TSUBAME 上での NuFD/FrontFlowRed の動作を確認するために、定常 RANS 計算で TSUBAME 上の実行性能並びに並列性能を確認する。その後非定常 LES 解析での性能を評価する。RANS 計算には 95 万節点、554 万要素のメッシュを使用し、流れ場のみ計算とする。また TSUBAME では並列ライブラリとして VoltaireMPI と openMPI の 2 つが使用可能であるので、それらの違いも調査する。

#### 結果および考察

図 1 に並列数に対する計算時間の変化を、図 2 に

<sup>1</sup> <http://www.ciss.iis.u-tokyo.ac.jp/fsis/>

(様式第 20) 成果報告書

並列数に対する加速率を示す。MPI ライブラリの違いによる差は小さく、この計算対象に対してはどちらを使用しても変わらないことが確認できた。また図 2 より、本プログラムはTSUBAME上で並列数16まではほぼ並列数に比例して計算速度は向上し、64 並列時に約 40 倍の計算速度となることが確認できた。また今回は時間的制約から RANS 計算の評価までとなった。

できた。今回得られたデータに加え、さらに大規模な並列計算や非定常 LES 計算などの実行効率、並列化効率および新しい高速化手法を評価し、プログラムの性能向上を図りたい。

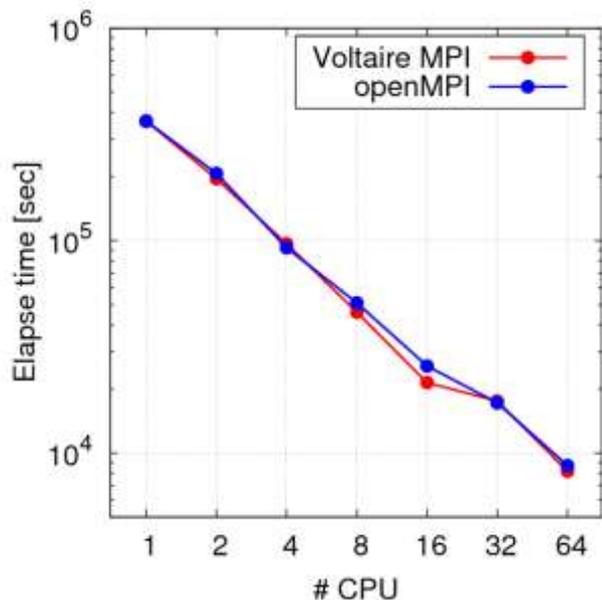


図 1 並列数に対する計算時間

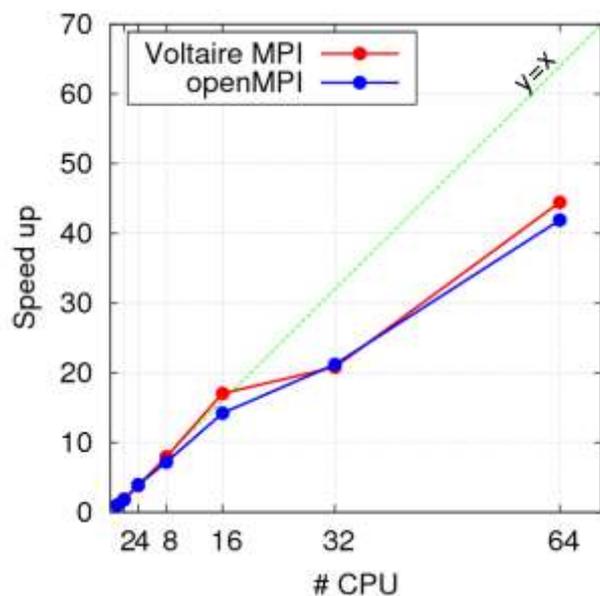


図 2 並列数に対する加速率

まとめ、今後の課題

本プロジェクトにより、TSUBAME 上での現状の NuFD/FrontFlowRed の並列性能を評価することが