

TSUBAME 共同利用 平成28年度 学術利用 成果報告書

利用課題名 安定化有限要素法による 3 次元非圧縮性 Navier-Stokes 方程式のマルチ GPU 並列解法の開発
英文: Development of multi-GPU parallel solutions of stabilized finite element method for 3-dimensional incompressible Navier-Stokes equations

利用課題責任者
 水藤 寛

所属
 岡山大学大学院環境生命科学研究科

邦文抄録(300 字程度)

安定化有限要素法は、複雑な境界形状を持つ領域での 3 次元非圧縮性 Navier-Stokes 方程式の数値計算に広く用いられているが、その GPU による高速化には、実装上いまだ困難な点が多い。そこで本研究課題ではマルチ GPU による大規模計算が行える TSUBAME の計算機環境を利用し、安定化有限要素法による 3 次元非圧縮性 Navier-Stokes 方程式のマルチ GPU 並列解法を構築し、スケーラビリティについての考察・評価を行う。最終的な目標は大動脈における血流計算であり、大動脈における様々な病態のメカニズムを血流の違いという視点から調べることを目指している。

英文抄録(100 words 程度)

In this research, we aim to develop multi-GPU parallel solution method for 3D incompressible Navier-Stokes equations discretized by the stabilized finite element method and to evaluate the scalability features of the developed program. Our concrete target is blood flows in blood vessels, which are strongly related to various cardiovascular diseases.

Keywords: Multi-GPU, Stabilized FEM, Navier-Stokes equations, BiCG method

背景と目的

本研究で扱う 3 次元非圧縮性 Navier-Stokes 方程式の数値計算の主な対象は、大動脈における血流計算である。大動脈内の血流は、大動脈瘤や大動脈解離などの生命に関わる疾患と深く関係しており、その病態のメカニズムを血流の違いという視点から調べることは、社会的にも大きな意義を持っている。多数の症例に対する効率的な計算を実現するため、安定化有限要素法による 3 次元非圧縮性 Navier-Stokes 方程式のマルチ GPU 並列解法を構築することを目的とする。

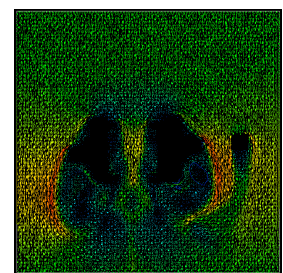
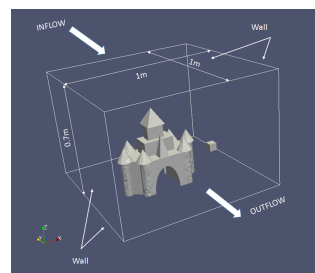
概要

Navier-Stokes 方程式を安定化有限要素法によって離散化した連立方程式のマルチ GPU 並列計算の解法には GPBiCG 法を用いている。CPU 並列計算においては GPBiCG 法の計算効率が良いということがよく知られているが、GPU 並列計算において検証された例はあまりない。一般的によく利用されている BiCGStab 法との比

較も含めて GPBiCG 法の収束性を検証する。

結果および考察

本格的な計算に入る前の準備として、比較的少数の GPU を用いたテスト計算を行った。テスト計算に用いた簡単な領域の形状と計算結果の例を図に示す。

**まとめ、今後の課題**

平成 28 年度は、本格的な計算のための準備を行った。少数の GPU から始めてプログラムを整備し、より本格的な計算を実施するための課題を整理、解決することができた。平成 29 年度は、本格的な計算を開始し、本来の目的としている血流計算を実施していく。