

課題名 (タイトル) :

生体力学シミュレーションソフトウェアの研究開発  
Software Development for Biomechanical Simulations

利用者氏名 :

○杉山 和靖\*  
野田 茂穂\*  
Xiaolong Wang\*

所属 :

\*情報基盤センター 計算工学応用開発ユニット

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

生体力学を対象とするシミュレーションは、治療効果の事前予測、生命現象の本質の理解、病気のメカニズムの解明など、医療分野、生命科学分野での活用が期待されている。本課題の目的は、柔軟な構造物、膜を含む連続体レベルの生体力学の諸問題を扱うためのシミュレーション技術の開発、整備である。特に、IPA 研究員 Xiaolong Wang の研究課題「Cellular-scale numerical analysis of the dynamics and oxygen transfer in capillary systems for unraveling microcirculation related human diseases」において、液体中の膜を対象として、連続体レベルでの動力学と、透過性膜を介した物質移動の連成手法の研究を進めた。

2. 具体的な利用内容、計算方法

本研究での HOKUSAI の利用内容は、(i) 血流計算コードの実行、(ii) 膜界面での濃度跳躍を伴う物質移動と膜の動力学との連成手法の開発である。

(i) では、埋込境界法に基づき、血球膜と周囲液体との動力的相互作用を扱い、非圧縮性流体の計算アルゴリズムで時間更新する計算コードを使用している。本年度は、血液流動に対する、血管径、ヘマトクリット値の影響に関するパラメトリックスタディを行なった。

(ii) では、膜の透過性を考慮し、膜の移動速度と周囲液体の速度との差、および、濃度輸送における界面での跳躍を同時に扱う連成手法の開発を進めた。特に

濃度輸送は、濃度の跳躍が、あたかも負の拡散として振る舞うため、数値的に安定に扱うことが課題であった。本年度は、エキストラな方程式として濃度の対流・拡散流束の輸送式を導入することで、数値安定性を高める計算手法を開発し、HOKUSAI を用いて手法の有用性の検証を進めた。

来年度は、透過性膜を介した物質移動の計算手法を血流解析コードに組み込み、大規模計算を実施する予定である。

平成 28 年度 利用研究成果リスト

**【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】**

杉山 和靖, 野田 茂穂, 医療応用を目指した血流シミュレーション, 宇宙航空研究開発機構特別資料 (第 8 回 EFD/CFD 融合ワークショップ) JAXA-SP-16-002 (2016.10), pp. 5-15.

**【国際会議、学会などでの口頭発表】**

Sugiyama, K., Numerical simulation of dispersed multiphase flows: from boundary-fitted to fixed grid, International Conference on Multiphase Flow 2016 (2016.5) Firenze, Italy.

**【その他 (プレスリリース、学術会議以外の一般向けの講演など)】**

杉山 和靖, 超並列計算に適した流体構造手法, JSME 関西第 92 期支部専門部会 (2016.4), 大阪科学技術センター, 大阪.

杉山 和靖, 伊井 仁志, 清水 和弥, 高木 周, 松本 洋一郎, 血流と血栓のシミュレーション, 第 57 回日本脈管学会総会 (2016.10), ホテル日航奈良, 奈良.

杉山 和靖, スパコンを用いたオイラー型流体構造連成シミュレーション, 「数学協働プログラム」ワークショップ 工学と現代数学の接点を求めて (2016.12), 大阪大学 基礎工学研究科 国際棟.