

課題名 (タイトル) :

Computational fluid dynamics for neurointervention

利用者氏名 : 深作和明

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

脳血管内治療 (Neurointervention) では、脳動脈瘤に対するコイル塞栓術、動静脈奇形に対する液体塞栓物質による塞栓術、頸動脈狭窄に対するステント併用の拡張術、急性の塞栓性閉塞に対する血栓回収術などが行われています。コイル塞栓術や液体塞栓物質による塞栓術、血管拡張術には、短時間での血流の大きな変化が生じるので、その変化を事前に推測することにより、治療の安全性を向上させることが期待されます。さらには、そもそも脳動脈瘤にははその発生、増大、破裂に血液の流れ刺激が大きく影響している可能性があります。これらに対して、血流解析を行って検討していくことを目的としています。

2. 具体的な利用内容、計算方法

本研究でもちいる数値流体解析プログラムは、「ものづくり情報技術統合化研究プログラム」で整備された、V-FLOW-VOF3D をベースとしています。V-FLOW-VOF3D は三次元非定常 Navier-Stokes 方程式に有限体積法を適用した計算プログラムであり、計算に用いる血管形状の表現に CAD 等の固体表面幾何情報 (ポリゴン) を必要とせず、空間に占める流体の割合 (VOF: Volume Of Fluid) を用いる点、計算格子として構造格子を用いているため、有限要素法で通常使用される非構造格子 (通称 FEM 格子) より 1 格子当たりのメモリ使用量が約 1/5 程度であり、メモリ当たりの空間解像度が高いと言った点で特徴的です。特に、CT, MRI, 3D DSA などの医用画像から領域抽出等を全く要さずに閾値の調節程度のみで直接計算を行えます。これは、作業時間の限られた医療現場での応用を考えた場合には非常に有用であり、また、研究目的での利用の観点でも、境界が厳密に決まらないもの、まさに生体など、を対象とした計算での有用性が期待されます。本年度は、

本年度は、バイオレオロジー学会における AVEC

CFD 2016 (Analysis and Visualization Exhibition of Cerebral aneurysm using CFD 「レオロジーの観点から多発性脳動脈瘤の症例で破裂した動脈瘤を識別する」) に参加。課題は、「クモ膜下出血を発病した時に同時に、複数の脳動脈瘤が診断されていて、どれが破裂したかが何らかの方法で判明している症例を解析し、破裂瘤を指摘する。」というものでした。DICOM または STL を与えられ、各施設で妥当と考えられる条件で解析。臨場的な印象ではなく計算結果から破裂瘤を指摘するというものでした。二例の二つの動脈瘤を持った症例が対象となりました。

3. 結果

いずれもより流れの遅い成分が大きく、圧が高いものを選択し、参加 7 チーム中に例とも一致した 2 チームに入ることができました。破裂の誘因に関しては未だに一定の見解はなく、さらに検討を加える必要があります。(図 1 - 5)

4. まとめ

脳動脈瘤の破裂予測のコンテストに参加、予測は的中しましたが、さらに条件を検討する日通用を痛感しました。

5. 今後の計画・展望

引き続き脳動脈瘤の発生増大、破裂について検討するとともに、過韓流現象を評価していく予定です。

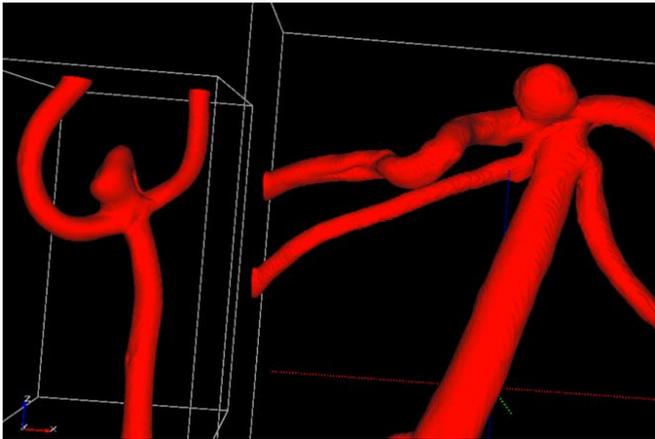


図 1
症例 1 の流速の isosurface。高流速。

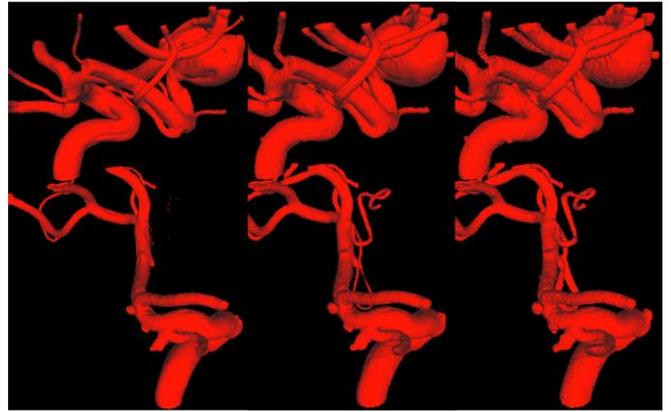


図 4
症例 2 の流速の isosurface。右が低流速で後交通動脈部の動脈瘤が低流速域が大きいことがわかる。

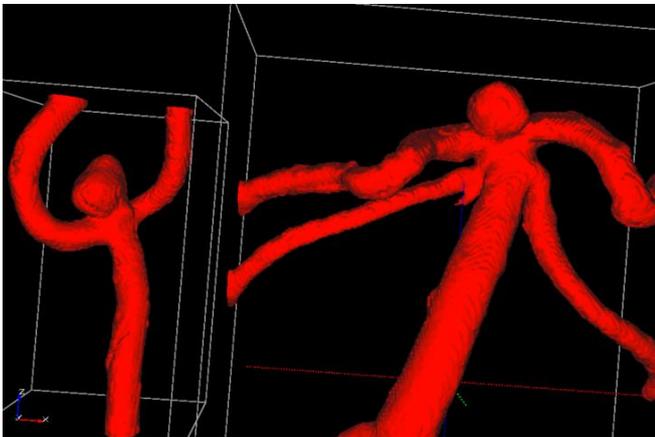


図 2
症例 1 の流速の isosurface。低流速。

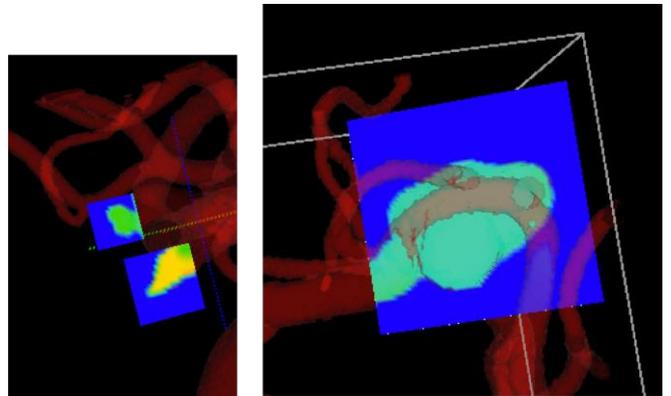


図 5
症例 5 の圧の isosurface と圧勾配。後交通動脈部の動脈瘤で圧が高いことが判明する。

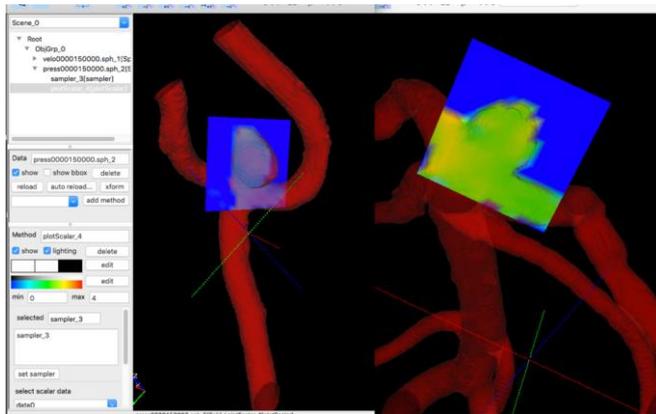


図 3
症例 1 の圧の isosurface と圧勾配。右の脳底動脈の方が低流速息が広く、圧が高い。

平成 28 年度 利用研究成果リスト

【国際会議、学会などでの口頭発表】

AVECC CFD 2016, 深作和明、野田茂穂 第 39 回日本バイオレオロジー学会年会 2016.6.18-19, 東京