

課題名 (タイトル) : Computational fluid dynamics for neurointervention

利用者氏名 : 深作和明

理研での所属研究室名 : 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

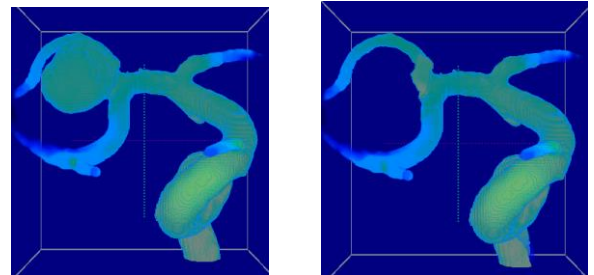
脳血管内治療 (Neurointervention) では、脳動脈瘤に対するコイル塞栓術、動静脈奇形に対する液体塞栓物質による塞栓術、頸動脈狭窄に対するステント併用の拡張術、急性の塞栓性閉塞に対する血栓回収術などが行われています。コイル塞栓術や液体塞栓物質による塞栓術、血管拡張術には、短時間での血流の大きな変化が生じるので、その変化を事前に推測することにより、治療の安全性を向上させることが期待されます。さらには、そもそも脳動脈瘤にはにはその発生、増大、破裂に血液の流れ刺激が大きく影響している可能性があります。これらに対して、血流解析を行って検討していくことを目的としています

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。

3. 方法と結果、今後の計画、展望

本年度は、比較的大きな (15 mm を超える程度) 動脈瘤を治療した際に、術後に懸念されるか還流の問題を扱うこととしました。動脈瘤の存在するモデルから、動脈瘤を消し去ったモデルを作成し、量モデルに定常流を与えて計算。末梢血管の流量を検討しました。流量の大きな違いが再現できず、また、動脈瘤で発生しているであろう圧力損失も再現できませんでした。末梢部の自由流出か、あるいは、計測部位が問題であろうと推測されたので、日本神経放射線学会にて報告の予定 (2. 16-17 開催のため) です。今後、単純化モデルを用意し、さらに検討を加えていく予定です。



動脈瘤のあるモデルとないモデル。

圧のボリュームレンダリング

動脈瘤よりも下流部分での圧が著明に低下していて、圧評価が妥当にお子なるか、疑問である。

平成 29 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】

大型動脈瘤治療後の過灌流の計算機流体力学的検討、深作和明、根来真、野田茂穂、永山和樹、奈良一成、塩川芳昭、碑文谷病院脳神経外科、理化学研究所 情報基盤センター、一宮西病院 血管内治療センター、杏林大学 脳神経外科、第 47 回二本神経放射線学会（つくば）