

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

利用者氏名: 深作和明

理研における所属研究室名: 情報システム本部 研究開発部門 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。

最近、頸動脈分岐部での狭窄の発生に同部での停滞や逆流が関与し血得るとい報告が散見されるようになりました。しかし、同部での停滞や逆流は本来生じているものであり、それだけに狭窄の成因を求めるのは困難と思われます。そのため、若年者の分岐部で、留置重解析を行い、狭窄がない状態で既に逆流が認められること、狭窄の進行により逆流が失われていることを確認することとしました。

2. 具体的な利用内容、計算方法

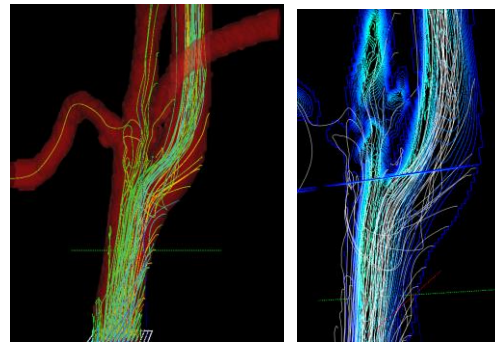
本研究でもちいる数値流体解析プログラムは、「ものづくり情報技術統合化研究プログラム」で整備された、V-FLOW-VOF3D をベースとしています。V-FLOW-VOF3D は三次元非定常 Navier-Stokes 方程式に有限体積法を適用した計算プログラムであり、計算に用いる血管形状の表現に CAD 等の固体表面幾何情報 (ポリゴン) を必要とせず、空間に占める流体の割合 (VOF: Volume Of Fluid) を用いる点、計算格子として構造格子を用いているため、有限要素法で通常使用される非構造格子 (通称 FEM 格子) より 1 格子当たりのメモリ使用量が約 1/5 程度であり、メ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せ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

MR angiogramphy で得られた健常者の頸動脈分岐をモデルに計算を行い、停滞、逆流を示し、狭窄によって、

改善してしまうことを示すこととした。臨床経過の観察では、長時間の変化は追いきれないので、シミュレーションの有用性が期待できる部分でもあった。

3. 結果

血流計算を行うと、定常流では、同部では血流が停滞していた。狭窄を加えることで、むしろ停滞部分は減少して行った。



4. まとめ

頸動脈分岐部では、血流は停滞、逆流を示し、狭窄によって、それが改善することが示された。臨床経過の観察では、長時間の変化は追いきれないので、シミュレーションの有用性が期待できる部分でもあった。

5. 今後の計画・展望

本件に関しては、むしろ CFD を用いずに、MR での評価に移行する方向を考えているが、その際の結果の確認には利用していく予定です。

脳動脈瘤に対しては引き続き検討していきます。

6. 利用がなかった場合の理由

平成 30 年度 利用研究成果リスト

【会議の予稿集】

CFD analysis for the carotid bifurcation, Fukasaku K, Negoro M, Noda S, Saito Y, Yoshioka H, Saito F, Neuroradiology, in press

【ポスター発表】

内頸動脈分岐部の流れに対する計算機流体力学的検討、深作和明、根来真、野田茂穂、斎藤佑樹、吉岡宏起、
齊藤文男、新座志木中央総合病院脳神経外科、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、第 48 回日本神経放射線学会（久留米）