脳動脈内の血流解析と可視化

大島　まり

東京大学生産技術研究所

marie@iis.u-tokyo.ac.jp

利用環境:パーソナルコンピュータ、Origin2000, Octane, ICEM CFD, AVS

目的:　くも膜下出血は日本において年間１万人のうち１人に起こる脳血管障害である。くも膜下出血の約９０%の原因は、脳動脈瘤といわれる、比較的太い脳血管にできる約１０mmほどの瘤の破裂によることが知られている。脳動脈瘤の発生および破裂は血管形状に起因する血行力学的な因子の変化が原因の一つといわれている。そこで、本研究では医用画像をもとに血管の実形状モデルを再構築し、より現実に近い血流解析を行い可視化することにより、脳動脈瘤の発生・破裂のメカニズムの解明を行っていくことを目的としている。

方法:　本研究で開発しているシミュレーションシステムの構成は、医用画像による３次元形状モデリングのプリ・プロセッサー部、有限要素による流体解析のソルバー部、そして解析結果を可視化するポスト・プロセッサー部からなる。図１に全体像を示す。

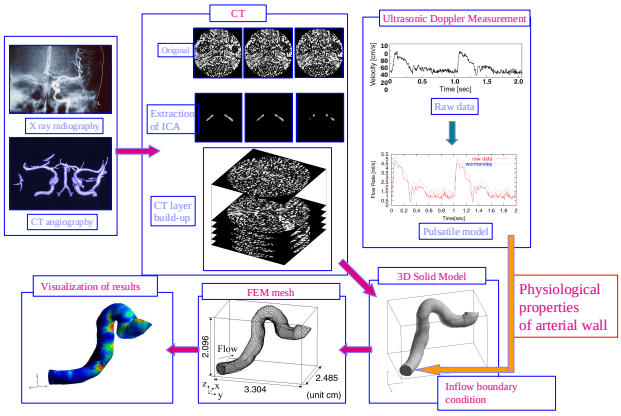

図１　シミュレーションシステム図

血管形状のモデリングには、CT (Computed Tomography)のスライス画像を用いている。CT 画像より抽出されたポリゴン画像に凹凸が生じるため、スムージングを行い、3次元形状を滑らかにする必要がある。本論文では、ポリゴン数を削減する簡略手法とモデルを局所的に滑らかにする平滑手法を繰り返し適用している。数値解析には、形状が複雑であることから、非構造格子である６面体による有限要素解析を用いている。

結果：　内頸動脈に関する壁面せん断応力の分布を図１中に示す。また、数値解析の最大の利点は形状を自由に変化させることにより、どのような変化が起こっているのかを検討することが可能である。実際の画像には内頸動脈から分岐する後交通動脈は写っていなかったため、仮想的に後交通動脈の分岐を加え、解析を行った。その結果を図２に示す。

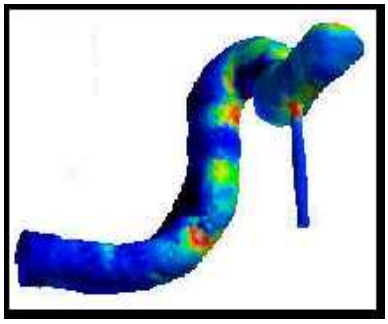

図２　内頸・後交動脈分岐部の壁面せん断応力分布

結論:　ベクトルなどの三次元量は時間変化も含め CAVE を用いて表示することにより、血管内の現象を詳細に理解するのに役立つで考えられる。今後は形状の要因が流体力学に与える影響をさらに検討していく予定である。