

脳動脈瘤手術時における 計算血流解析



岩瀬 英仁(理研)

姫野 龍太郎(理研)

劉 浩(千葉大学)

深作 和明(春日部中央病院)

加瀬 究(理研)

これまでの研究内容

- 心臓左心室内の数値血流解析
- 腎動脈内の数値血流解析
- 脳動脈瘤手術時の数値血流解析

本研究の目的

- これまでの研究では瘤部分だけを対象
もっと広い範囲もしくは脳動脈全体
手術器具による流れの影響
- 医療現場におけるシミュレーション環境を
提案する。
モデリングが簡単、格子生成が容易
計算時間が短い、パソコン上で動作する。

本研究での シミュレーションシステム

CT医用画像

医用画像処理 FORGE

CAD(CG) Rhinoceros

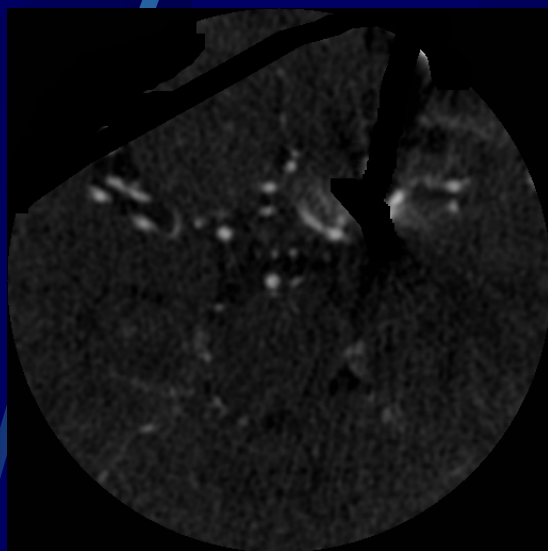
V-CAD情報による
モデルの格子点化

流体解析ソフトウェア
直交座標の差分法

可視化ソフトウェア

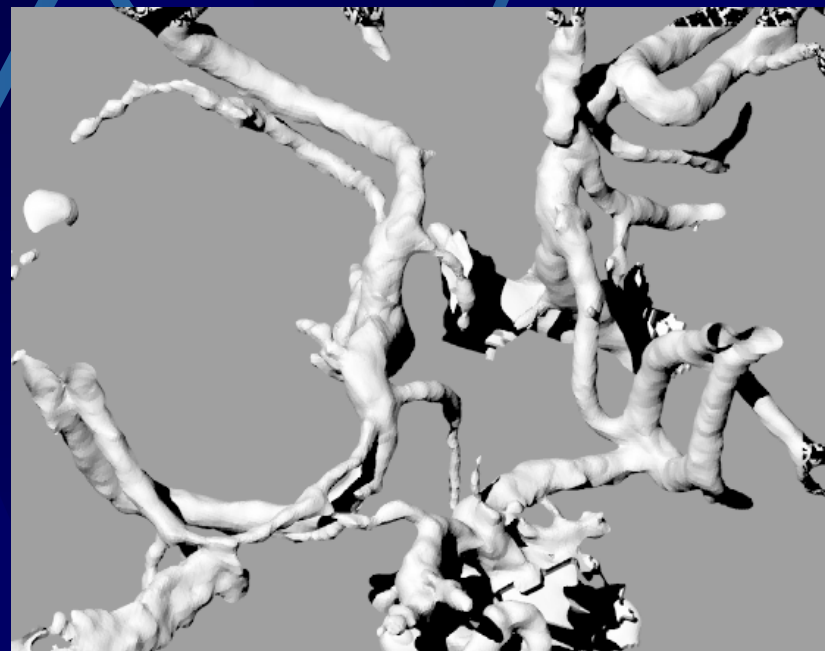


脳動脈のポリゴンモデルの構築



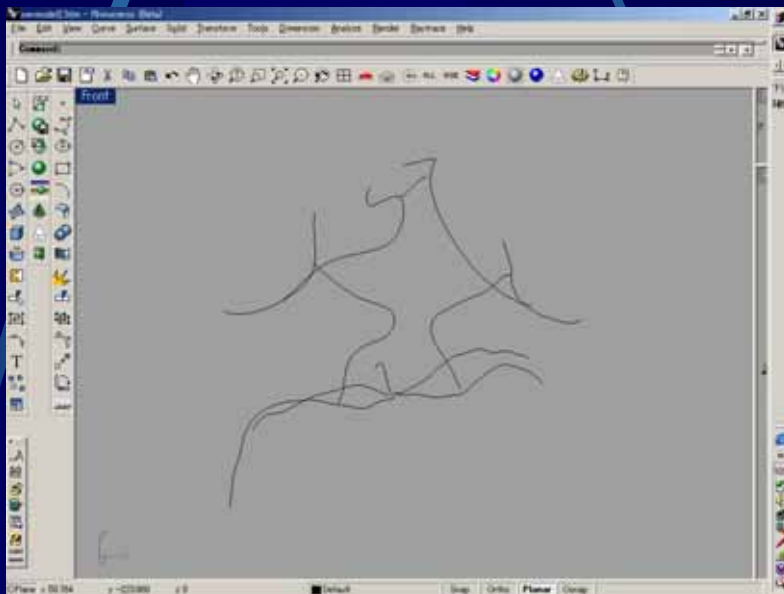
CT医用画像

医用画像処理
ソフトウェア

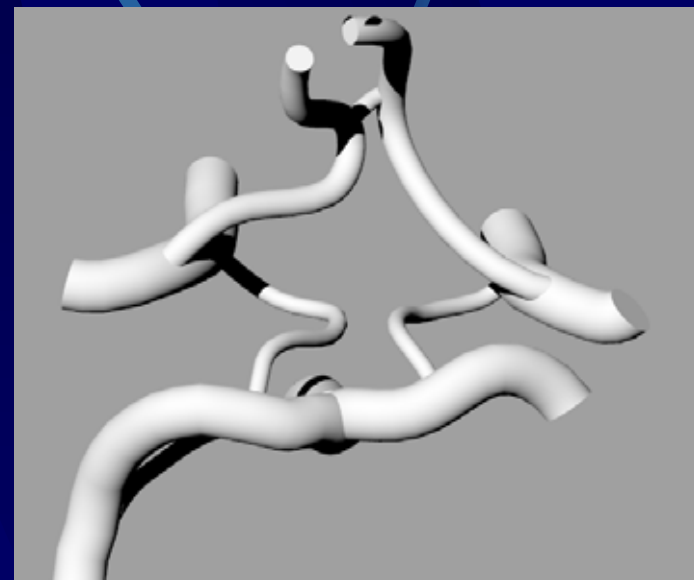


脳動脈のポリゴンモデル

脳動脈ソリッドモデルの構築

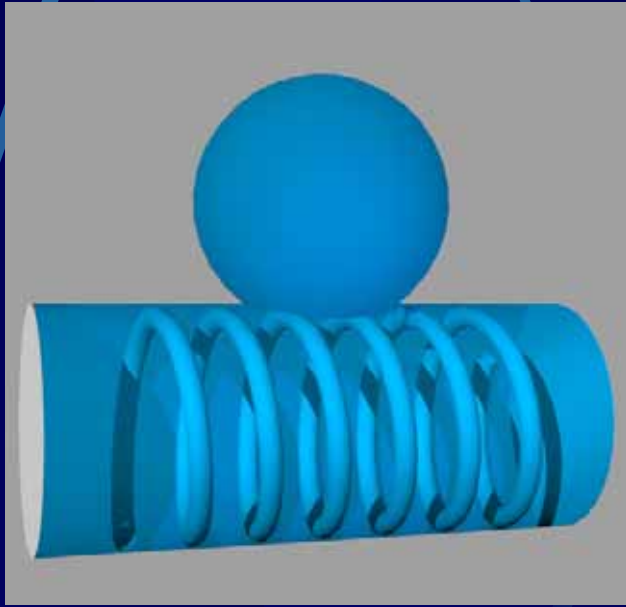


脳動脈の構造線



脳動脈のソリッドモデル

手術モデル(1)

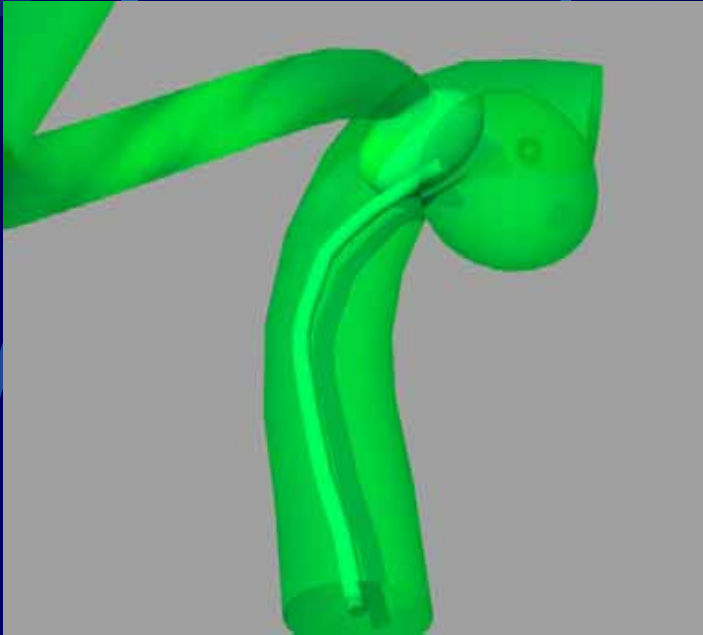


ステントモデル

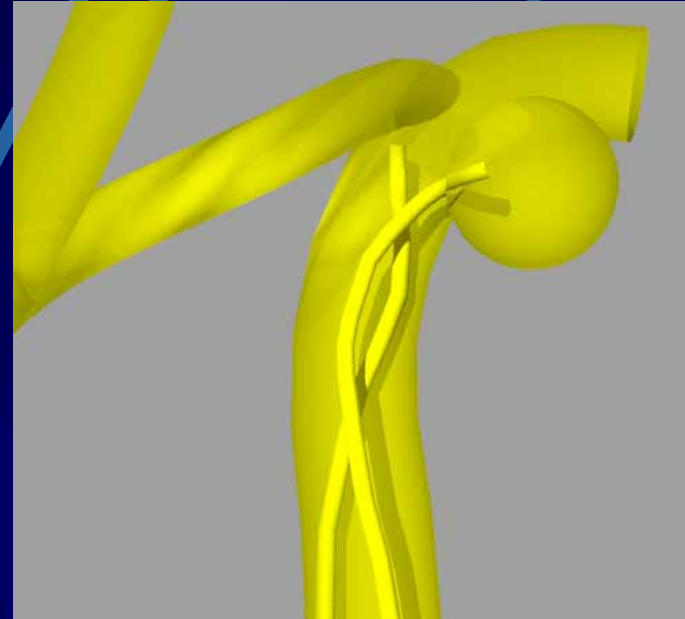


コイルモデル

手術モデル(2)



カテーテルとバルーン



ダブルカテーテル

カテーテル内挿の手術



V-CADとは(1)

- V-CADとは、ボリウムCADのことであり、理研のものづくり開発プログラムにおいて開発されている。これまでにない新しい概念のCADである。
- 対象となる形状はセルと呼ばれる体積要素で表現される。各セルが物理量、空間の属性を保持することができる。

V-CADとは(2)

CADでは、ものは形、すなわち境界だけで表現されている。

ソリッドモデル(3次元CAD)



境界

ボリウムモデル

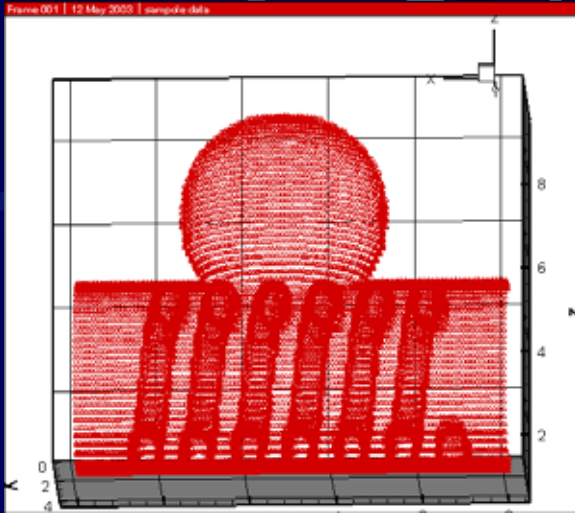


内部構造表現
可能

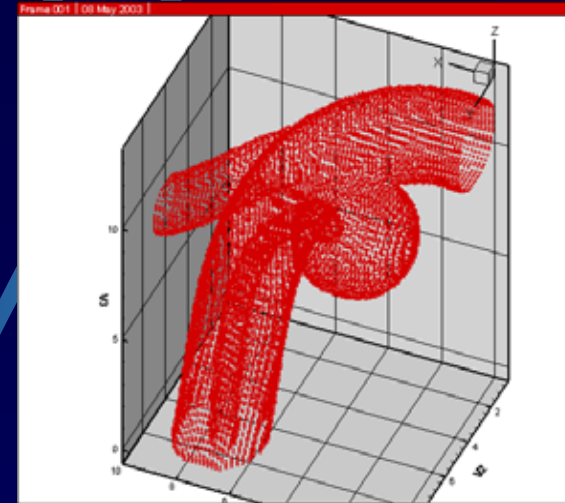
変形時は
メッシュを切る
必要なし

正確な境界の形状を持っている

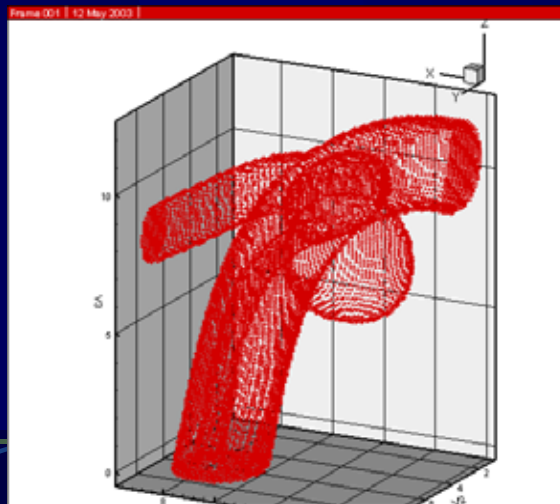
V-CAD情報による格子点化



ステント



カテーテル



バルーンと
カテーテル

外部セル

内部セル

境界セル

直交座標系の差分法

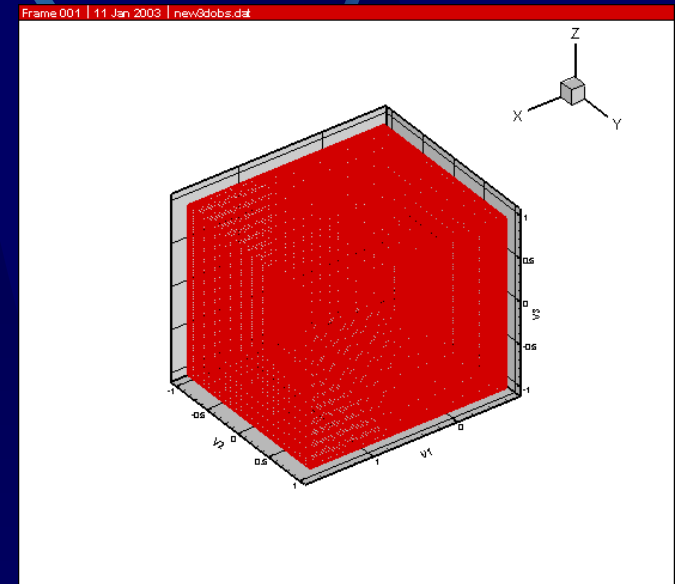
3次元Navier-Stokes方程式

移流項は一次精度上流差分

対流項は二次精度中央差分

速度はフラクショナルステップ法

時間方向はオイラー陽解法



計算条件

Re=500

$t = 0.001$

格子数

$X \times Y \times Z$

$64 \times 64 \times 128$

境界条件

入り口

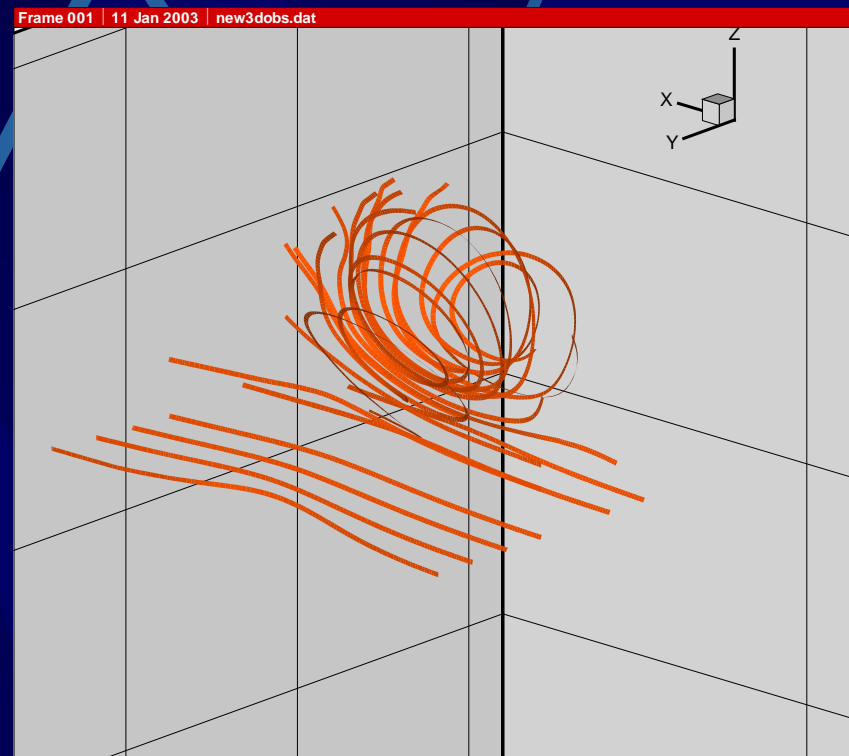
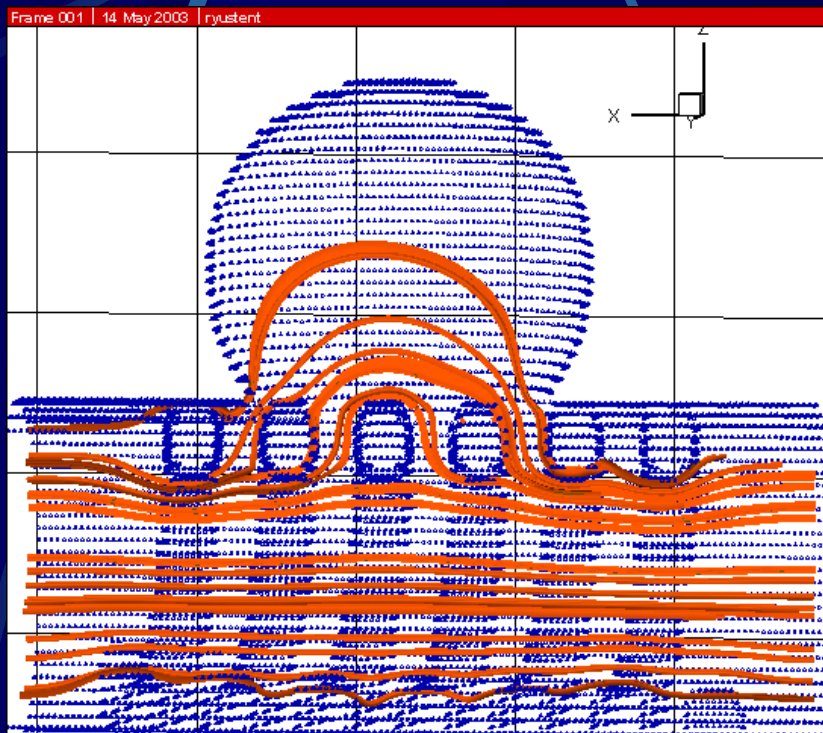
$U=1$

出口

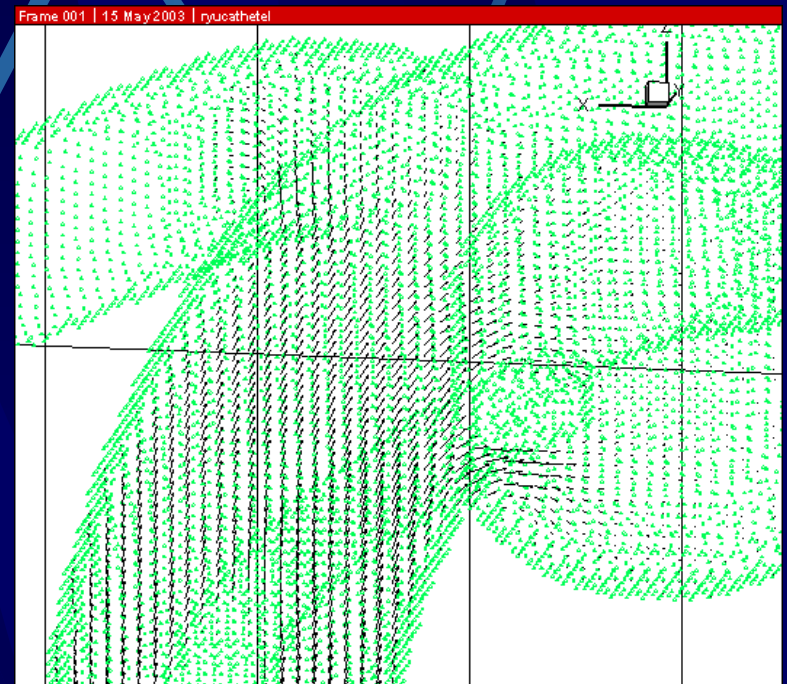
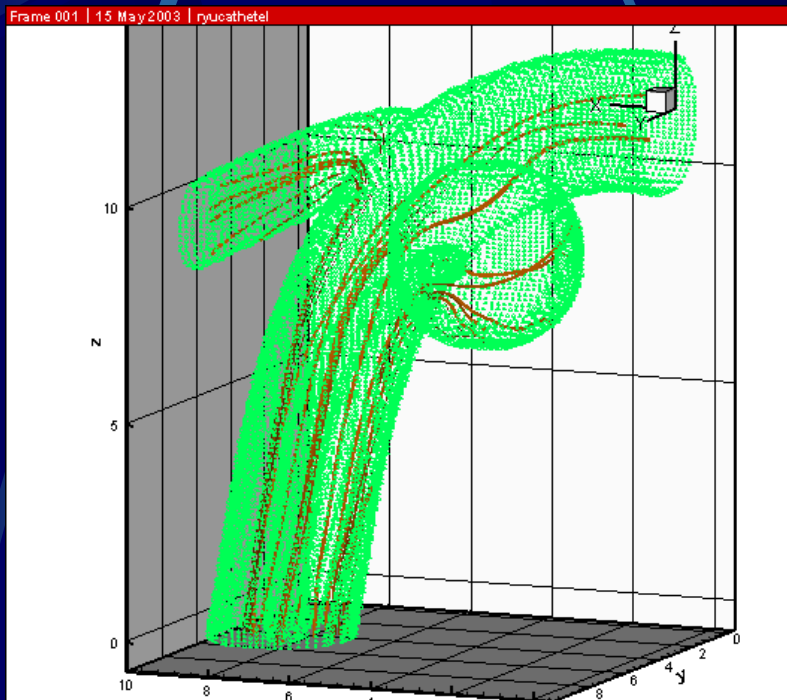
自由流出

計算結果

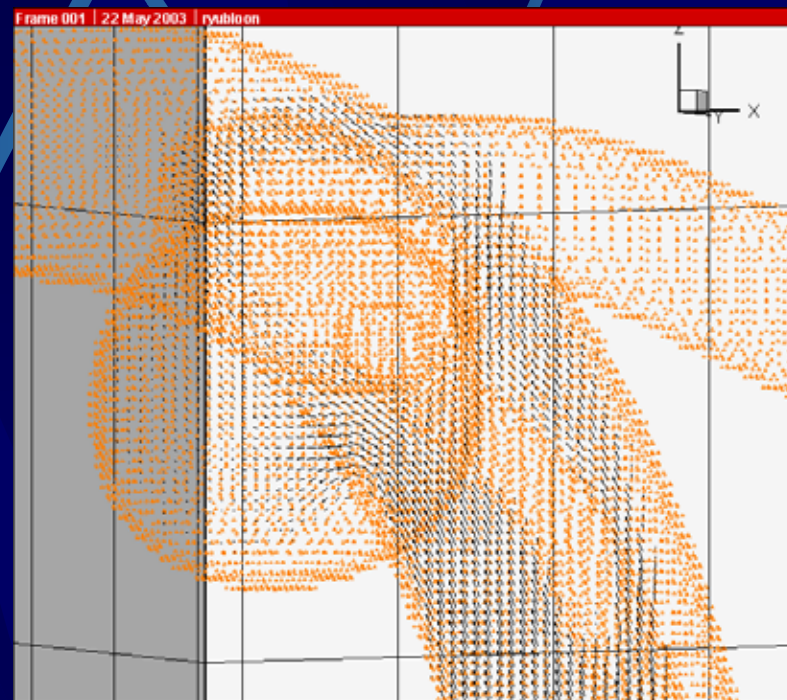
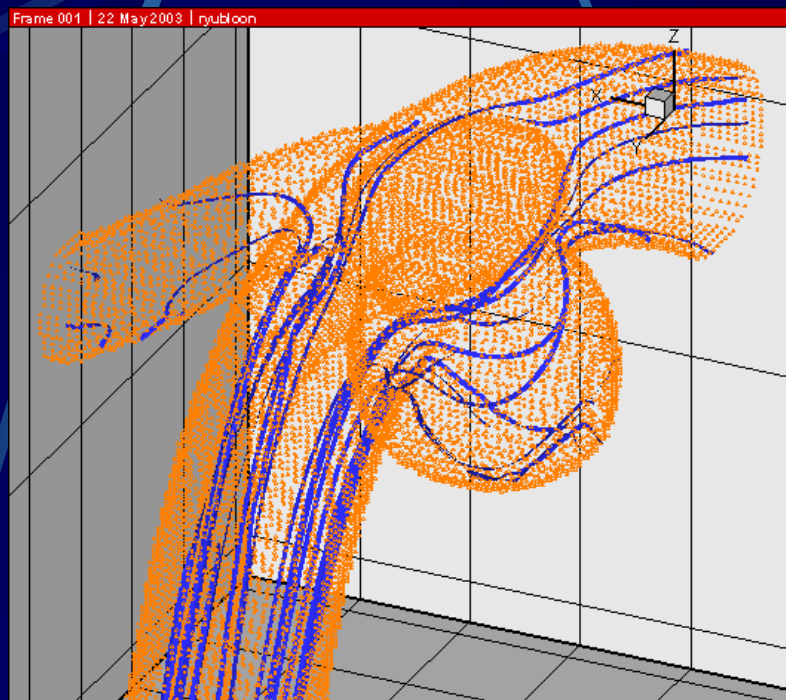
ステントの場合



カテーテルの場合



バルーンとカテーテルの挿入の場合



結 言

- カテーテル、バルーン、ステント、コイルなどの手術時の血流シミュレーションを行った。
- 本研究では医療現場でも効率良くパソコン上で血流シミュレーションできるシステムを提案した。