

# 大動脈解離リスク評価のための流体-構造連成解析手法の開発 Development of Fluid-Structure Interaction Analysis for Aortic Dissection Risk Assessment

〇武田量 $^{1*}$ ,佐々木克彦 $^1$ -,大島伸行 $^1$ ,棟朝雅晴 $^1$ ,岩下武史 $^1$ ,横山博 $^2$ ,黒田明慈 $^1$ ,柴田良 $^3$ ,高橋 裕介 $^1$  $^1$  北海道大学, $^2$ 旭川医科大学, $^3$ 岐阜工業高等専門学校

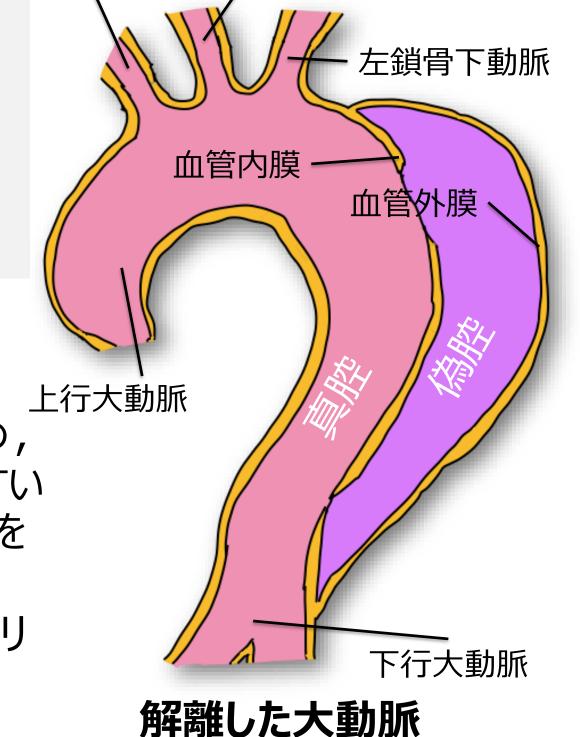
HOKKAIDO UNIVERSITY

# ■研究背景

大動脈解離とは大動脈内膜表面にできた裂け目から 血液が中膜に入り込み,大動脈壁が長軸方向に剥 がれる疾患である.剥がれた血管壁が偽腔と呼ばれ る新たな流路を形成し,大動脈のみならず体内の各 部に悪影響を及ぼす.

#### 解離リスク

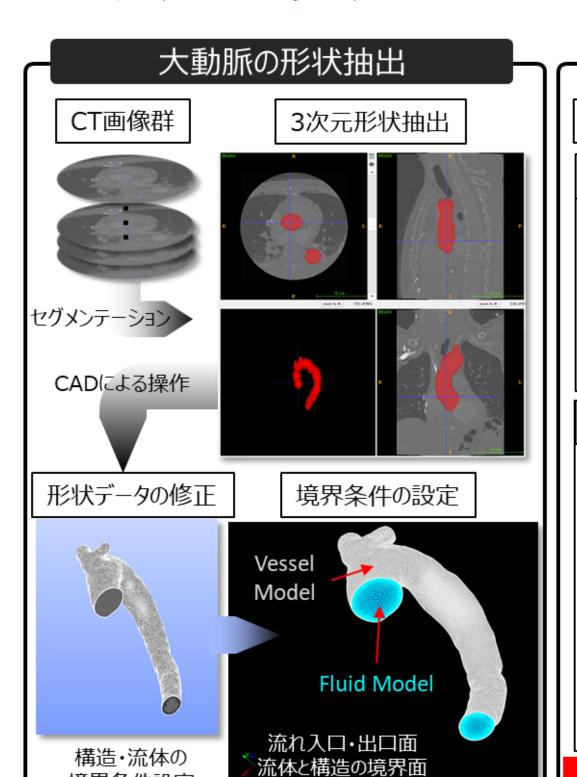
- ・ 偽腔の血管壁は外膜だけで維持されているため, 健康な血管より小さな負荷で破あ裂して出血しやすい
- ・ 解離した大動脈は多くの場合, 偽腔が拡大して瘤を 形成した後で破裂する
- ・ 大動脈解離は発症すると短期間のうちに死亡するリスクの高い



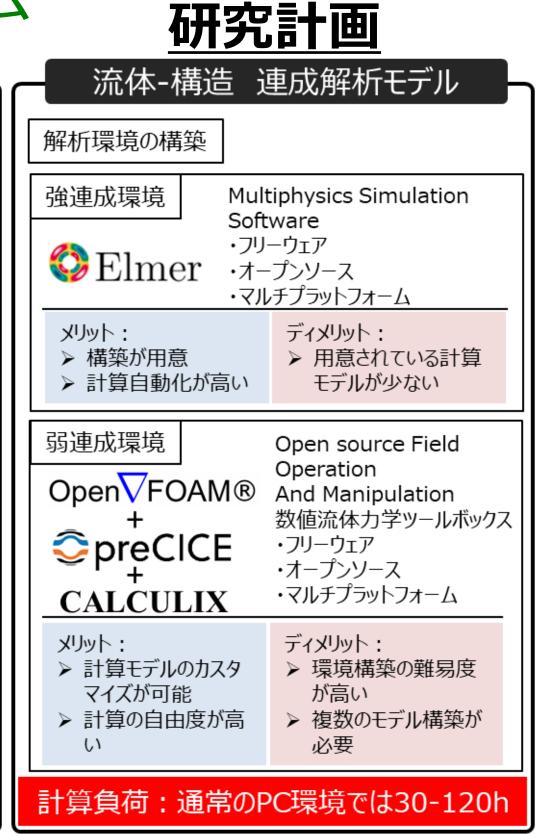
#### 目的

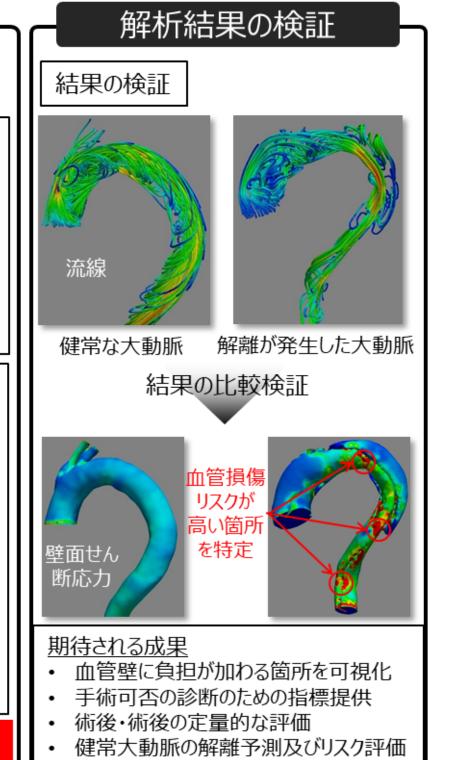
本研究のでは血管径が拡大 しそうな箇所や損傷を受けやすい箇所を数値計算から推測し,手術可否の診断のための指標や破裂のリスク評価を行う.

# ■研究の実施方法



境界条件設定



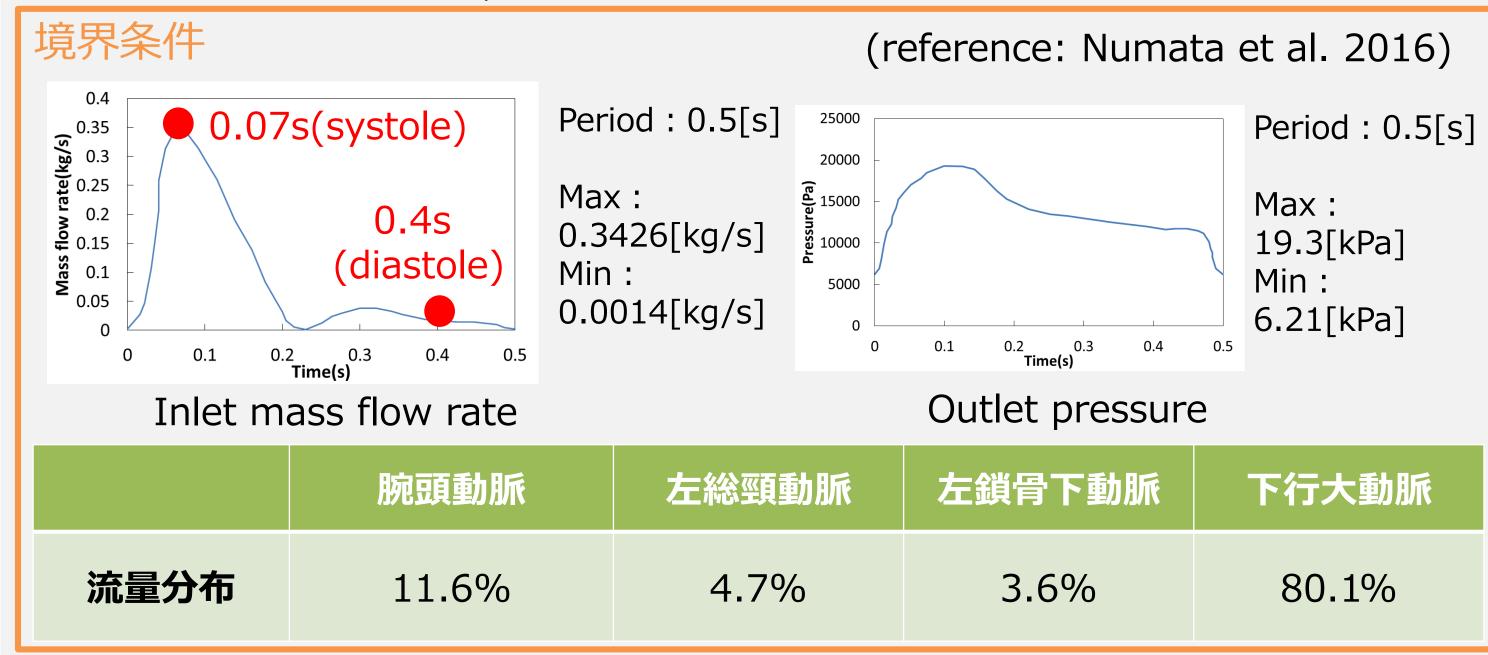


### ・ 研究目標 A) 医療画像からの大動脈の3次元形状抽出手法の確立

医療用画像ツール (itk-SNAP v3.6.0, www.itksnap.org) を用いて胸部CT画像群から大動脈と他の体内組織の境界閾値を特定し、大動脈部分のみの 3 次元形状をセグメンテーションを行う. 得られた形状データ (STL形式)をCAD (SALOME, Meshmixer: Autodesk) にエキスポートして境界条件を設定する.

#### ・ 研究目標 B) 大動脈の流体-構造連成解析手法の確立

大動脈壁は心臓の脈動に合わせて動くため、流体力が構造の変形をもたらし、同時に変位・変形する構造が流れ場に影響を及ぼす影響を考慮した流体-構造連成解析手法を検討する。有限要素解析用のオープンソース・マルチプラットフォーム Elmer (CSC - IT Center for Science Ltd.) や流体解析用オープンソース・ソフトウェアOpenFOAM (OpenCFD Ltd.) を を用いて解析環境を構築し、脈動の再現には入口・出口に以下の境界条件を与える:



## 研究目標 C) 医療視点による解析結果の評価

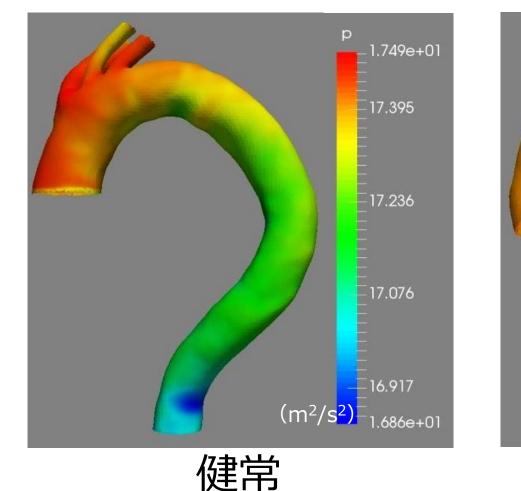
大動脈内の圧力分布,血流の流線,血管壁の変位と壁面せん断応力(WSS: Wall Shear Stress),振動せん断指数(OSI)等の医療現場で必要されるデータを提供する.

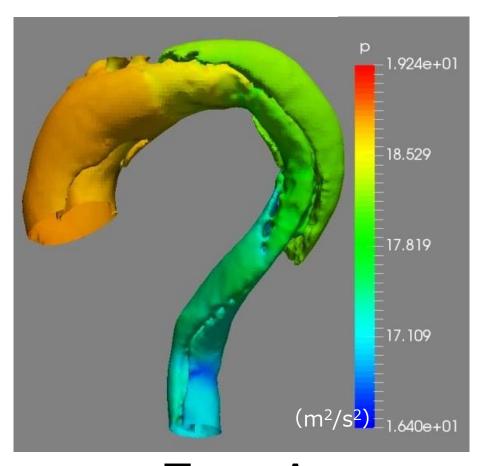
# 研究目標 D) 医療現場での使用を想定した解析ツールの開発

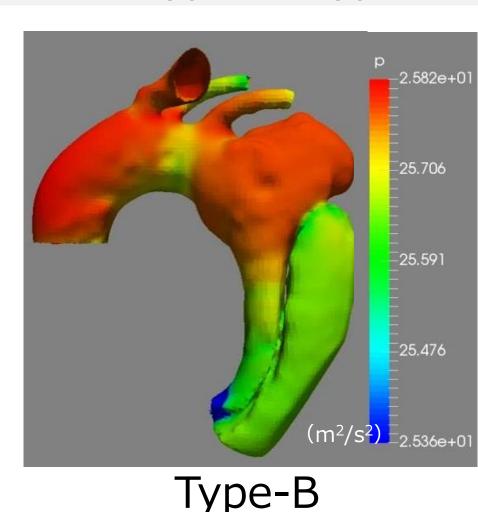
解析モデル作成に必要な手順の自動化や計算時間の短縮等により, 医療現場での使用を想定した試作的なツールの開発を行う.

# ■ これまでの解析結果の評価

内圧力分布
モデル: 健常モデル, 解離モデル (Stanford type-A, type-B)

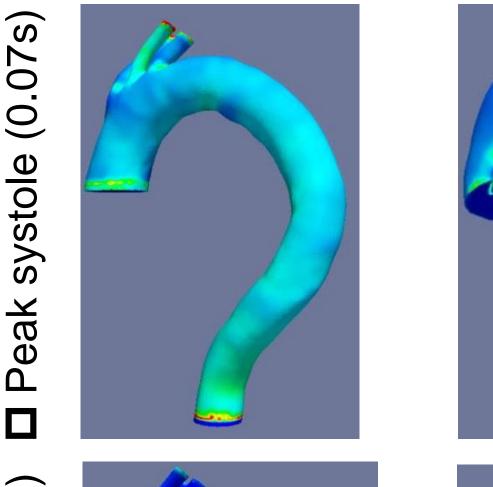


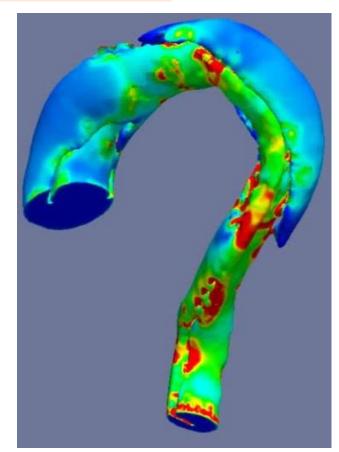


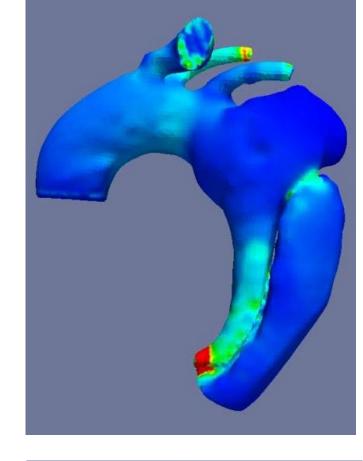


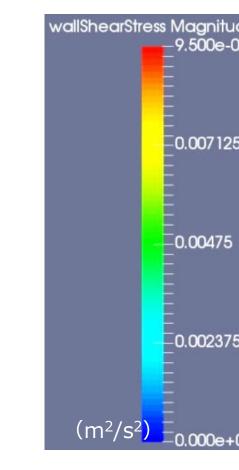
Type-A

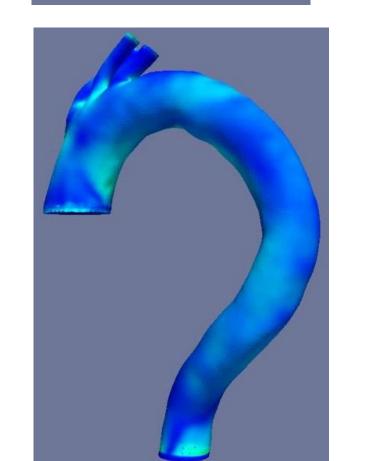
# 壁面せん断応力 (WSS)





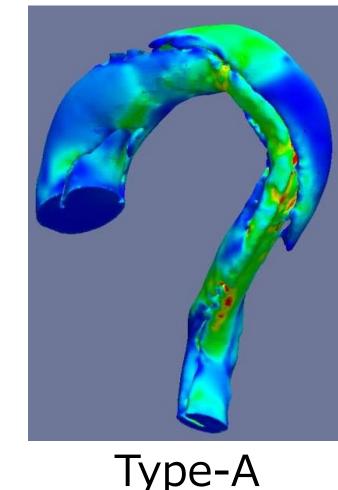


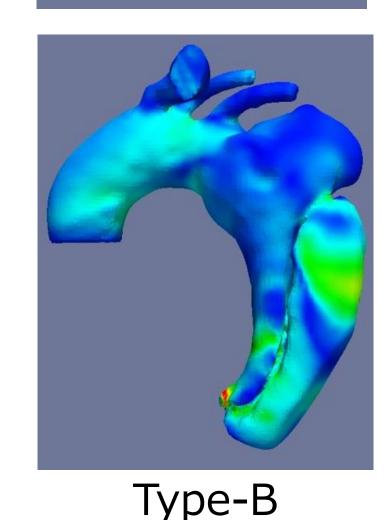


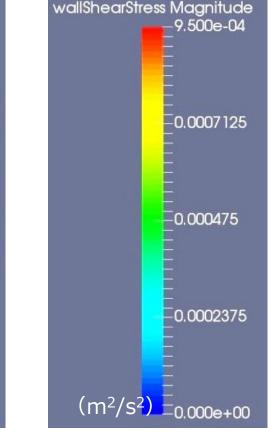


健常

stole

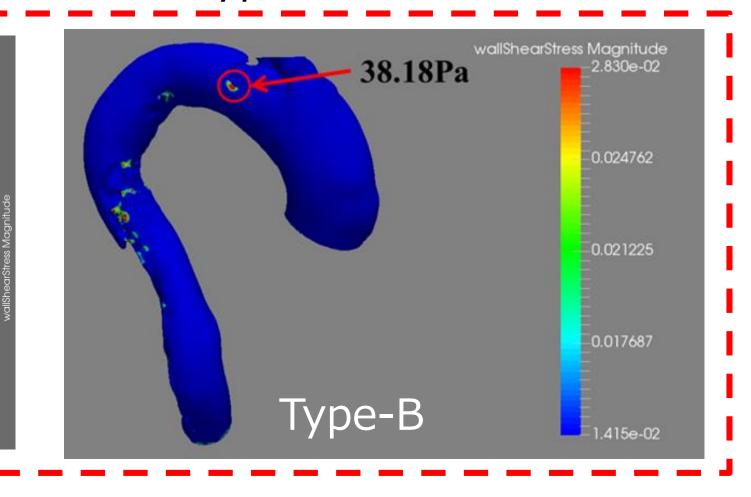




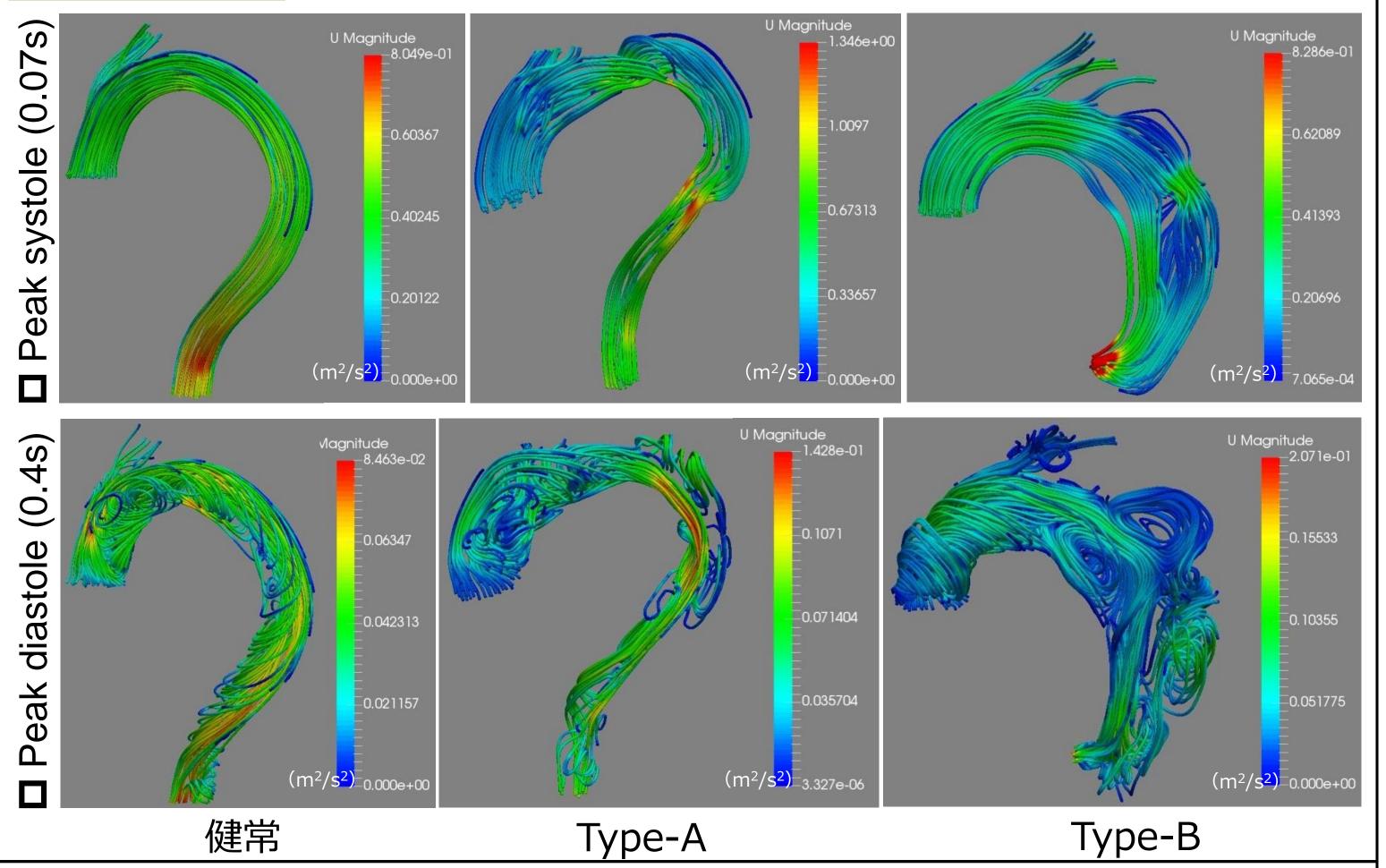


内にWSSが

局所的にWSSが 高い領域を発見 ※38Paを超えると血管 内膜面が損傷すると報告 されている Type-A



# 血流の流線



■結論と今後の展望

真腔偽腔間の高いWSSの領域は血管内膜を損傷させる可能性がある

血管径の拡大及び振動せん断指数との関連性を調査