

目的別テーマ：繊維系材料によるバイオミメティクス機能開発

研究テーマ

15-3-7：血管病変部を模擬する人工代替物を用いた血流-血管病変部間力学的相互作用の解明

ABSTRACT

Atherosclerosis is a common disease characterized by the localized build-up of plaque within the intimal layer of an artery. As the disease progresses, stenosis is formulated. High grade stenoses can limit blood flow and produce conditions in which the artery may collapse. This resultant compression may be important in the development of atherosclerotic plaque fracture and subsequent thrombosis or distal embolization. First, we developed the experimental stenosis models with lipid core that closely approximate the arterial disease situation where the entire stenosis is compliant, and examined the influence of the presence of lipid core on pulsatile flow and deformation. Secondly, we developed the coronary stenosis models and examined the influence of cyclic change of curvature and stretch of the stenosis model on pulsatile flow and deformation.

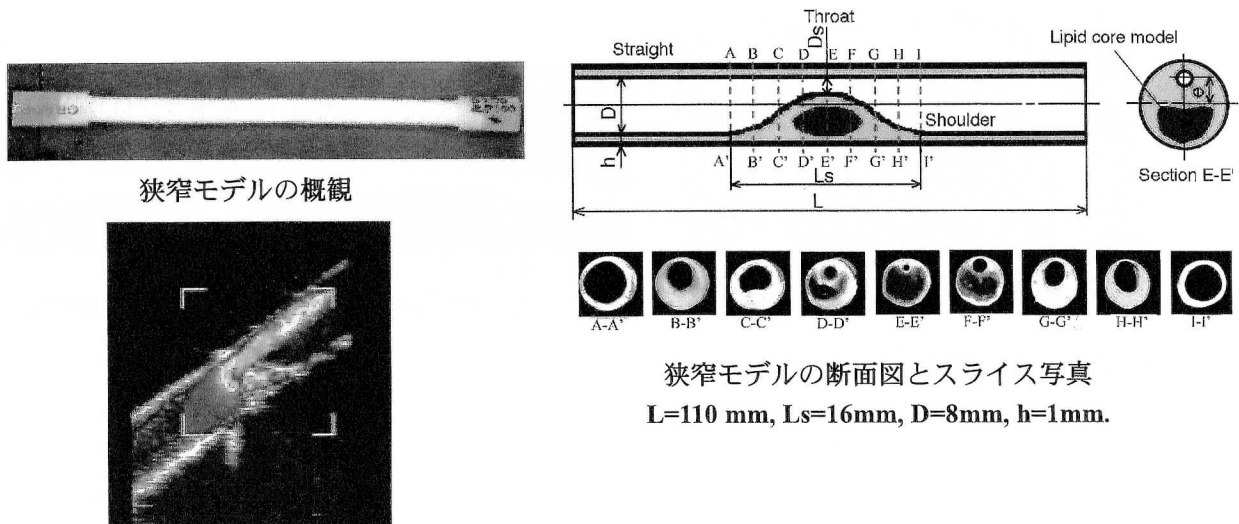
We also aimed to develop the realistic numerical model of the stenosis. The shape of the model is three dimensional and made from MRI images. We made plaque vulnerability factors from MRI images using numerical calculation.

研究目的

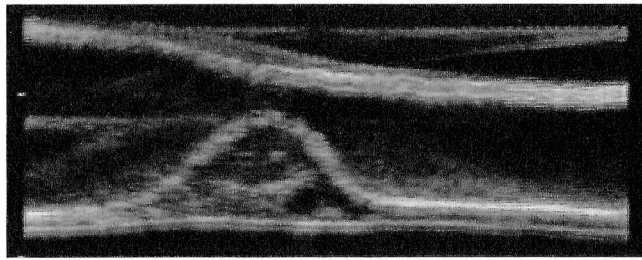
脳血管障害と心臓病は、ともにその多くがいわゆる粥状動脈硬化症を基礎疾患とするものであり、粥状動脈硬化症は社会的な重要度が高い解決すべき疾患である。粥状動脈硬化症では、血管内で発生したプラークが突然破裂して血液の固まりである血栓を作る引き金となり、その血栓が血管を閉塞する危険性が高い。また、剥離したプラークや血栓が抹消に流れて細い血管を閉塞する危険性もある。そこで本研究では、プラークにかかる力学的作用を人工代替物でモデル化して実験的に解析する。また、数値計算によっても解析し、実験では困難な条件で解析する。

5年間の研究内容と成果

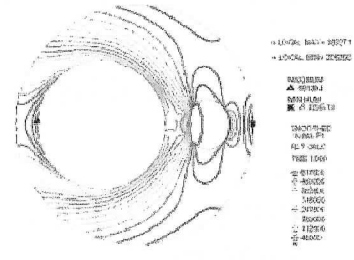
粥状動脈硬化症による病変部であるプラークを通常の血管壁と脂肪コアからなるモデルと近似して、ハイドロゲルによる人工代替物を用いて病変部モデル（狭窄モデル）を作成した。狭窄モデル内の拍動流れと変形の相互作用を実験的に検討した。また、その結果を数値計算の結果とあわせて検討した。さらに、数値計算ではMRI画像からのリアリスティックな形状における評価を行った。



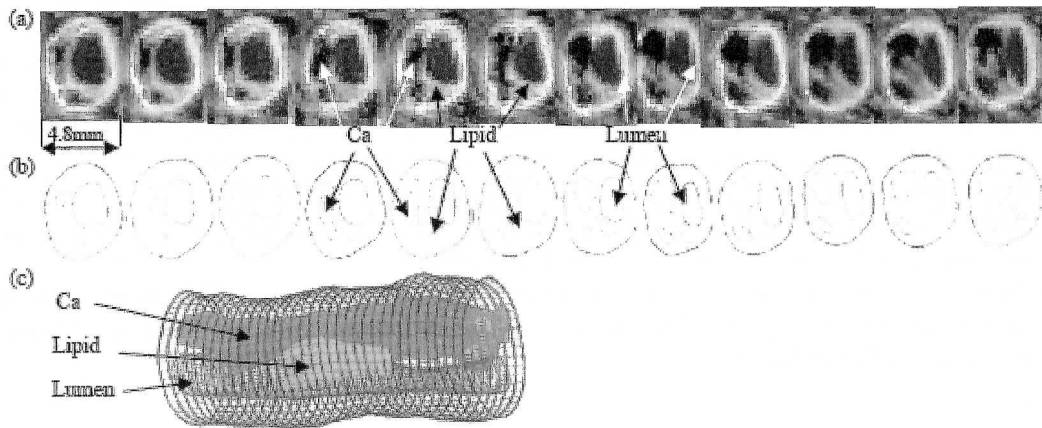
狭窄モデルの超音波診映像装置による映像（カラー Doppler による流れ）



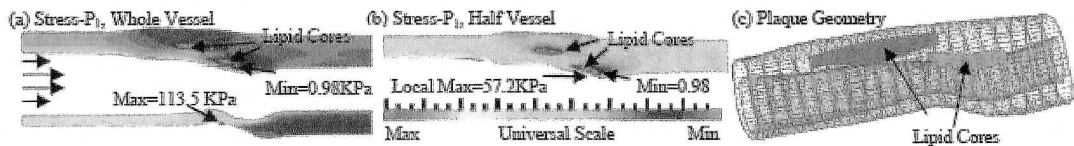
狭窄モデルの超音波映像装置による映像
(Bモードによる変形の観察：脂質コアモデル)



数値計算結果（応力分布）
円形状の血管と脂質コア
からなるモデル



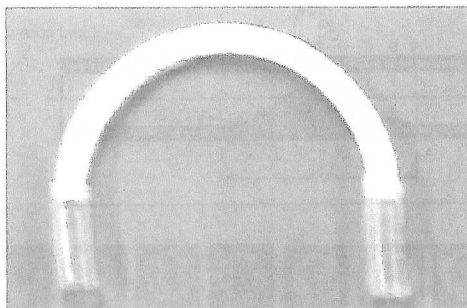
MRI 画像からのモデル化



数値計算結果（応力等高線図）

次に、冠動脈における粥状動脈硬化症による狭窄モデルを開発し、その曲率と伸びが周期的に変化する実験装置を用いて拍動流れと狭窄モデルの変形の相互作用を実験的に検討した。

これらの実験、数値計算結果より、プラーク破壊を引き起こす力学的な因子の基礎的データを得ることができた。



曲率をもつ狭窄モデルの外観



曲率をもつ狭窄モデルの超音波映像
(右：縦断面映像，左：狭窄部後流の横断面映像)