

数学・数理科学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と  
社会課題解決に向けた展開  
2020年度採択研究代表者

2020年度 年次報告書
-----------------

杉山 由恵

大阪大学 大学院情報科学研究科  
教授

4D-CTA・4D-MRA 医療画像に基づく壁微小運動の数理解析と AI 技術の融合  
～先制医療のための数理データ科学統合シミュレーション～

## § 1. 研究成果の概要

本研究の主たる疾患対象は《くも膜下出血》を引き起こす「脳動脈瘤」である。脳動脈瘤の治療手法は外科的手術に限られているため、患者は医療介入による後遺症状の不安を免れられない。本研究では、後遺症状を誘発する“高侵襲な外科的手術”を施すこと無しに、造影 X 線 CT を用いた画像のみから、脳動脈瘤の肥厚・菲薄(脆弱)部位を予測する解析技術の開発、及び同開発技術の社会実装に向けた POC (Proof of Concept、概念実証)を目指している。同時に、安定瘤と増大瘤を識別する指標導出を試行しており、現在、多症例を用いて POC を推し進めている。より具体的には、4D-CTA 及び 4D-MRA データを利用して「脳動脈瘤の血管壁微小運動」を「偏微分方程式の順問題・逆問題」として定式化し、同式を用いて、数理モデル型・データ駆動型の数理工学的アプローチによって、“視る・触れる”こと無く「瘤壁性状」を推定している。

医工連携型研究によって、流体力学解析手法を駆使したシミュレーションが実施され、2000 年には脳動脈瘤の肥厚・菲薄部位予測の可能な時代が到来した。同手法によって、解析パラメータのひとつである「壁面せん断応力」の重要性が明らかになった。具体的には、同力が脳動脈瘤の増大・破裂に関係していることが明らかにされた。一方で、解析結果の安定性は課題となってきた。

本研究で開発された技術を用いれば、従来研究では算出できなかった「壁厚条件」を数値化できる。同時に、肥厚・菲薄部位の推定、及び増大瘤であるか否かの推定を実施できる。同開発技術が普及すれば、将来的には、過度な医療介入の抑止や、不要な開頭手術症例数の劇的な低減も期待できる。

同手法は汎用性が高く、全身の壁性状へ応用が可能であることから、高齢者に患者数の多い心臓疾患へ研究展開が開始されている。更に、多様な疾患原因となる動脈硬化など生活習慣病への適用可能性が探索されている。

## § 2. 研究実施体制

### (1) 杉山グループ

- ① 研究代表者:杉山 由恵 (大阪大学大学院情報科学研究科 教授)
- ② 研究項目
  - ・医療データ集積及び同集積システムの構築
  - ・医療画像データの数値データ変換ソフトウェア開発
  - ・物理的特性量算出
  - ・肥厚・菲薄度判定とパラメータ分布を作り出すメカニズム解明
  - ・AI 前処理
  - ・AI 解析
  - ・4D-MRA を利用した数理解析の脳ドッグ展開

### (2) 前川グループ

- ① 主たる共同研究者:前川 卓也 (大阪大学大学院情報科学研究科 准教授)

② 研究項目

- ・多様な症例に対応可能なデータ駆動型 肥厚・菲薄部位予測手法の開発
- ・予測の根拠が説明可能なデータ駆動型 肥厚・菲薄部位予測手法への拡張