

2024 年度年次報告書

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

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～

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 教授）

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。治療は外科的手術に限られ、患者は術後合併症や後遺症のリスクを負う。本研究では高侵襲手術を行わず、造影 X 線 CT 画像のみから壁の肥厚・菲薄(脆弱)部位を予測する解析技術を開発し POC を推進している。安定瘤と増大瘤を識別する指標を多症例で検証中である。4D-CTA/MRA データを偏微分方程式の順問題・逆問題として定式化し、数理モデル型、データ駆動型、ハイブリッド型の推定手法を適用した。

2023 年度には標準診療で得られる CT/MRA データのみを用いた二種類の教師データ構築手法を開発し、AI による脆弱部位予測機能の検証に着手した。また、データ前処理アルゴリズムの最適化を並行して行い、モデル学習の精度向上を図っている。2024 年度には AI 推定による脆弱部位評価の成果を論文として発表し、同年には血管壁曲率情報を活用した新手法を提案して性能検証を進めている。さらに破裂瘤と未破裂瘤の CT 画像を用いて両者の特徴差を AI で抽出する研究を開始した。現在、複数施設の過去症例解析により本指標の統計的有意性を検証している。また、臨床医との連携によって評価体制を構築し、指標の信頼性を担保している。

今後は開発指標を統合するアプリケーションを創出し、リスク総合指標を提案する。前向き臨床研究を計画して実用化基盤を整備するとともに、学会発表や論文投稿を通じ成果を広く周知し、国際会議での発表も視野に入れている。本技術により従来は定量化が難しかった脳動脈瘤壁性状を数値化し、過度な医療介入や不要な開頭手術の削減を目指す。さらに、心血管疾患や動脈硬化など他の血管疾患への応用も検討している。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Kumrai, T., Maekawa, T., Chen, Y., Sugiyama, Y., Takagaki, M., Yamashiro, S., Takizawa, K., Ichinose, T., Ishida, F., & Kishima, H. (2025). Deep learning-based fine-grained assessment of aneurysm wall characteristics using 4D-CT angiography. PeerJ, 13, e19393.
<https://doi.org/10.7717/peerj.19393>