

2023 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 准教授)

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。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（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科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。

より具体的には、数理推定と AI 推定、そのハイブリッド型の推定手法を導入している。特に 2022 年度の進歩は大きく、頭部模型（脳模型・脳動脈瘤模型・頭蓋骨模型）の造作、及び、数値流体力学（CFD）解析を実施する等により、数理推定及び AI 推定の精度向上を実現している。2023 年度には、4D-CTA 及び 4D-MRA データを利用せず、標準診療で取得できるデータのみを利用して教師データを作成する「2種の手法」を開発し、AI 推定の精度検証に進んでいる。

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「壁性状（肥厚・菲薄）」を数値化出来る。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出来る。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や動脈硬化など、生活習慣病への適用可能性を探索している。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Teerawat Kumrai, Takuya Maekawa, Chen Yixuan, Yoshie Sugiyama, Masatoshi Takagaki, Shigeo Yamashiro, Katsumi Takizawa, Tsutomu Ichinose, Fujimaro Ishida, Haruhiko Kishima: Deep Learning-Based Fine-Grained Assessment of Aneurysm Wall Characteristics Using 4D-CT Angiography, in preparation.