

水藤 寛

岡山大学大学院環境生命科学研究科
教授

臨床医療における数理モデリングの新たな展開

§ 1. 研究実施体制

(1)「水藤」グループ

- ① 研究代表者:水藤 寛 (岡山大学大学院環境生命科学研究科、教授)
- ② 研究項目
 - [A] 病態メカニズムの数理モデル化と診断・治療に適した形状表現の数理モデル構築
 - [A-a] 幾何学的特徴付けのための数理モデル
 - [C] 統計的手法を用いた診断アルゴリズムの抽出及び臨床現場に適した統計モデルの構築
 - [C-a] スクリーニング検査に対する統計数理モデル

(2)「植田」グループ

- ① 主たる共同研究者:植田 琢也 (誠馨会千葉メディカルセンター、部長)
- ② 研究項目
 - [A] 病態メカニズムの数理モデル化と診断・治療に適した形状表現の数理モデル構築
 - [A-a] 幾何学的特徴付けのための数理モデル
 - [B] 医用画像のイメージングと解析処理による情報抽出に関する数理モデル構築
 - [B-a] 画像診断のための形態・機能に関する特徴量抽出

(3)「齊藤」グループ

- ① 主たる共同研究者:齊藤 宣一 (東京大学大学院数理科学研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - [D] 臨床現場に適用する種々の数理モデルに対する数学的基盤の確立
 - [D-a] IGA 法の解析

(4)「滝沢」グループ

① 主たる共同研究者:滝沢 研二 (早稲田大学理工学術院、准教授)

② 研究項目

[D] 臨床現場に適用する種々の数理モデルに対する数学的基盤の確立

[D-a] IGA 法の解析

(5)「増谷」グループ

① 主たる共同研究者:増谷 佳孝 (広島市立大学大学院情報科学研究科、教授)

② 研究項目

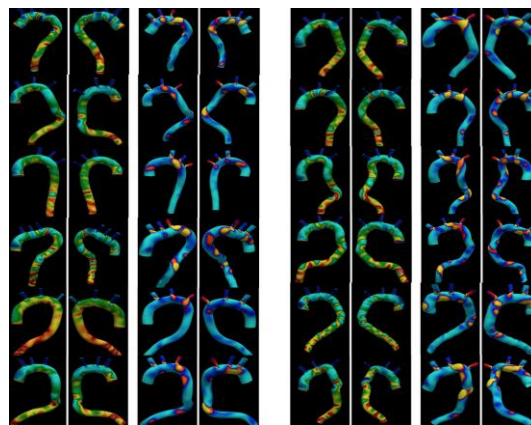
[B] 医用画像のイメージングと解析処理による情報抽出に関する数理モデル構築

[B-a] 画像診断のための形態・機能に関する特徴量抽出

§ 2. 研究実施の概要

本研究では、臨床医療の現場に役立つ数理モデルの構築を通して、臨床医療の高度化を実現すると共に数理科学自身へのフィードバックをも目指している。

病態メカニズムの数理モデル化と診断・治療に適した形状表現の数理モデル構築の研究項目では、臨床医と数理科学者の議論を通して、心臓血管系の疾患、特に大動脈瘤に関するメカニズム研究を進めた。大動脈瘤は多くの場合加齢に伴って進行するもので、拡大から破裂に至ると生命に危険を及ぼす重大なものである。本研究では、個人差の大きい胸部大動脈からの主要な 3 本の分岐血管位置を考慮した数値シミュレーションを行い、その結果を多数の症例について蓄積することで、大動脈瘤発生位置を推定するアルゴリズムの検討を進めた。



多数の症例の壁面剪断応力とその方向変動の程度

医用画像のイメージングと解析処理による情報抽出に関する数理モデル構築の研究項目においては、拡散 MRI を用いた脳白質

神経の軸索径の推定に焦点を置いて研究を行った。拡散 MRI では、生体内の拡散に関わる形態と機能のパラメータを組み込んだモデルを適用することで、解剖学的特徴である脳白質神経の走行や軸索径、軸索の走行方向あるいは軸索の走行方向に垂直な方向の拡散係数、拡散の非ガウス性などを推定することが可能となる。本年度は、実際の臨床機 MRI で得られた脳の拡散 MRI データを処理し軸索径を求めたところ、解剖学的に妥当な数値を得た。

統計的手法を用いた診断アルゴリズムの抽出及び臨床現場に適した統計モデルの構築の研究項目では、スクリーニング検査に対する統計数理モデルを取り上げ、臨床や疫学の現場で用いられている統計モデルに対して、最近の統計分野の成果である外れ値の扱い及び変化点検出に関する概念を、新たな視点から導入することを進めた。

臨床現場に適用する種々の数理モデルに対する数学的基盤の確立の研究項目では、臨床医療に現れる諸問題に数理モデルを適用する際に必要となる、様々な数学的基盤の研究を行っている。27年度は、NURBS と呼ばれる補間法を用いて時間方向にも滑らかな近似解を得る離散化手法の数学的な解析を行った。近似解に帯する誤差評価をより応用に適合した形に改良すると共に、証明を大幅に簡略化することにも成功した。ある手法をより広範囲の問題に適用できるように、ヒルベルト空間に値をとる関数に対する抽象的常微分方程式を対象にして数学的な定式化を2種類導出した。また、NURBS 基底関数に基づく有限要素解析である Isogeometric Analysis (IGA) について、典型的な問題で計算を遂行し、通常の有限要素法と比較してその長所を定量的に研究した。特に、大きな精度の損失なしで、問題の自由度、したがって計算時間を大幅に短縮できることを確認することができた。