

水藤 寛

岡山大学環境生命科学研究科
教授

放射線医学と数理科学の協働による高度臨床診断の実現

§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
 - ・数値シミュレーションを用いた生体内現象の解明と統計解析

(2) 植田グループ

- ① 主たる共同研究者: 植田 琢也 (聖路加国際病院放射線科、医幹)
- ② 研究項目
 - ・数理科学的手法を用いた機能画像診断技術の構築

(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
 - ・臨床診断で必要とされる解析技術に対する数学理論の構築

(4) 滝沢グループ

- ① 主たる共同研究者: 滝沢 研二 (早稲田大学高等研究所、准教授)
- ② 研究項目
 - ・生体内現象に対する流体構造連成解析手法の構築

(5) 井上グループ

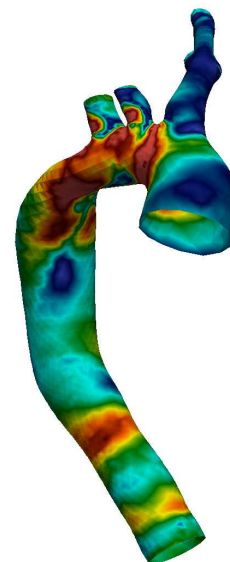
- ① 主たる共同研究者: 井上 幸平 (千葉大学医学部附属病院放射線科、助教)

② 研究項目

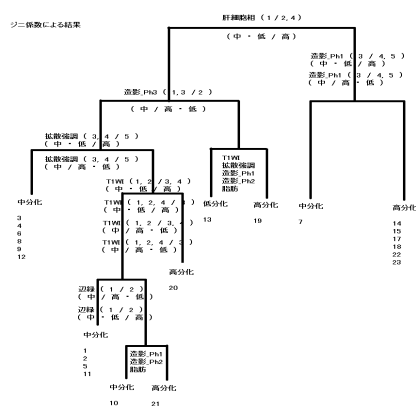
- ・臨床画像診断技術の構築と評価

§2. 研究実施の概要

本プロジェクトでは、臨床医学の現場に携わる医師・研究者と数学・数理科学に携わる研究者の協力による、臨床医療診断の高度化を目指しています。この目的を実現するためには、臨床医と数理科学者が密接な連携を組み、双方向のフィードバックを積み重ねることが重要です。具体的なテーマは多岐に及んでいますが、たとえば平成25年度には、大動脈瘤の発生に関与していると思われる形態上の特徴について研究を行いました。血管の形状は個人差が大きいいため、それによって血流の様相に違いが生じ、血管壁が受ける力も変わってきます。その違いにより、様々な病態の発生にも違いが出るのではないかと仮定の元に、形状の特徴と血管壁にかかる力の関係を調べています。実際に体内の血流を調べるのは容易ではないため、コンピュータによる数値シミュレーションを中心として研究を進めています。右の図は、ある症例の医療画像を用いて胸部大動脈の形状を再構成し、血管壁に関わる力の分布を求めた例です。コンピュータによるシミュレーションというのは、数学的に定義された偏微分方程式を、数値を当てはめながら解いていくことですから、そこでは様々な数学的技術が用いられます。それができただけ正確であることを保証するのもまた数学の重要な役割になります。我々の研究を進める過程で現れてくる様々な必要性から、新しい数学的な技術も生まれてきています。



また、蓄積された臨床データから、統計学的手法を用いて重要な情報を抽出する研究も行っています。25年度には、ある種の腫瘍の診断における熟練医の画像診断論理を模倣するアルゴリズムの構築を行いました。右の図は、その判断の過程を樹形図によって表したものです。このような研究の進展により、熟練医の持つ画像診断論理の一端を明らかにし、その高度な技術を一般化して医学教育に役立てたり、コンピュータによって診断のプロセスをサポートしたりする事も視野に入れていきます。



このような臨床医と数理科学者の協働による高度医療診断の実現という目的は、一つ一つのプロセスを数学と医学の両方の言葉で語っていくという地道な作業の積み重ねによって実体化していくものと、我々は考えています。

§3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

論文詳細情報(国内)

1. 林邦好, 石岡文生, 植田琢也, 水藤寛, 栗原考次, “胸部大動脈瘤ステントグラフト治療に関わる予後予測”, 計算機統計学, Vol. 26, No. 2, pp. 1-19, 2013.(DOI 不明)
2. 石岡文生, 林邦好, 植田琢也, 水藤寛, 栗原考次, “胸部大動脈ステント治療に関する統計的アプローチ”, 応用数理, in press, 2014

論文詳細情報(国際)

1. D. Kobayashi, O. Takahashi, T. Ueda, G.A. Deshpande, H. Arioka and T. Fukui. "Risk factors for adverse reactions from contrast agents for computed tomography", BMC Med Inform Decis Mak, Vol. 13, No. 18, 2013, (doi: 10.1186/1472-6947-13-18)
2. T. Kashiwabara, "On a finite element approximation of the Stokes problem under leak or slip boundary conditions of friction type", Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, Vol. 30, pp. 227-261, 2013, (doi: 10.1007/s13160-012-0098-5)
3. K. Takizawa, H. Takagi, T.E. Tezduyar, and R. Torii, "Estimation of element-based zero-stress state for arterial FSI computations", Computational Mechanics, published online, (doi: 10.1007/s00466-013-0919-7)
4. H. Suito, T. Ueda and D. Sze, “Numerical simulation of blood flow in the thoracic aorta using a centerline-fitted finite difference approach”, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, Vol. 30, No. 3, pp. 701-710, 2013, (doi: 10.1007/s13160-013-0123-3)
5. T. Kashiwabara, "Finite element method for Stokes equations under leak boundary condition of friction type", SIAM J. Numer. Anal. Vol. 51, pp. 2448-2469, 2013 (doi: <http://dx.doi.org/10.1137/120896396>).
6. G. Zhou and N. Saito, "Analysis of the fictitious domain method with penalty for elliptic problems", Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, Vol. 31, No. 1, pp. 57-85, 2014 (doi: 10.1007/s13160-013-0124-2)
7. K. Takizawa, T.E. Tezduyar, A. Buscher, and S. Asada, “Space–time interface-tracking with topology change (ST-TC)”, Computational Mechanics, published online, 2013, (doi: 10.1007/s00466-013-0935-7)
8. T. Ueda, H. Takaoka, I. Petrovitch and GD. Rubin, "Detection of Broken Sutures and Metal-Ring Fractures in AneuRx Stent-Grafts by Using Three-dimensional CT Angiography after Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair: Association with Late Endoleak Development and Device Migration", Radiology, published online, 2014, (doi: 10.1148/radiol.14130920)

9. K. Hayashi, "Influence functions for a linear subspace method", *Pattern Recognition*, Vol. 47, pp. 2241-2254, 2014. (doi: 10.1016/j.patcog.2013.11.030)
10. E. Shibata, T. Ueda, G. Akaike and Y. Saida, "CT findings of gastric and intestinal anisakiasis", *Abdominal Imaging*, Vol. 39, No. 2, pp. 257-61, 2014, (doi: 10.1007/s00261-014-0075-3)
11. H. Suito, K. Takizawa, V. Huynh, D. Sze and T. Ueda, "FSI analysis of the blood flow and geometrical characteristics in the thoracic aorta", *Computational Mechanics*, in press, 2014