

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「数学と諸分野の協働による
ブレークスルーの探索」
研究課題「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」

研究終了報告書

研究期間 平成22年10月～平成28年3月

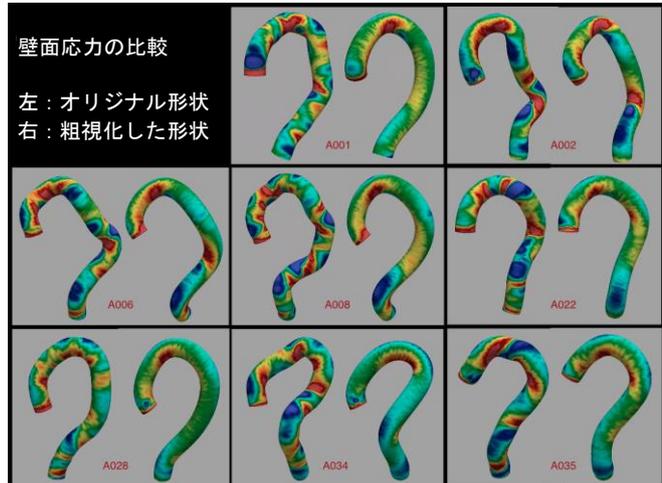
研究代表者：水藤 寛
(岡山大学
大学院環境生命科学研究科、教授)

§ 1 研究実施の概要

(1) 実施概要

本 CREST チームでは、数学・数理学に携わる研究者と臨床医療の現場に携わる医師・研究者とが緊密に協力することにより、臨床医療の現場で行われている熟練医による診断や蓄積された経験を数理モデル化・アルゴリズム化し、医療をいっそう高度化することを目指しています。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、そのうちのひとつとして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。実際に体内の血流を直接調べることは不可能なため、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、多くの症例の胸部大動脈形状を用いて血管壁に働く剪断応力（血管壁をこする方向の力）を求め、ある数学的手法によって粗視化した形状との比較から、その形状の変化を予想しようというものです。このような比較から、新しい視点が生まれて来つつあります。このような研究は、本 CREST チームの臨床医側から提示された問題意識に基づき、同時に提供された症例データを

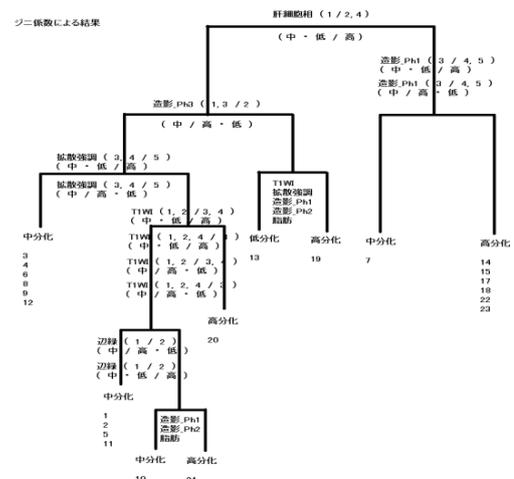


データを用いて数理科学者が問題の定式化と数値シミュレーションを実施し、その結果を臨床医と数理科学者が再度検討する、という協働作業の繰り返しによって行ってきました。このような異分野を横断した協働は通常多くの困難を伴いますが、それを乗り越える経験と方法論を獲得してきたのも、本 CREST 研究の成果の一つです。

コンピュータによるシミュレーションにおいては、数学的に定義された偏微分方程式に数値を当てはめながら解いていきますが、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。たとえば、より高精度で柔軟な形状表現、異なる次元のモデルの接続、現実 に即した非線形境界条件の設定などが挙げられます。また、医療画像から得られる臓器の形状情報においては、その変形を構造力学的に記述するために不可欠な初期応力（解析の初期状態において既に臓器内に存在する応力）の情報が欠落していますが、本研究グループで進めている数理科学的な解析を現実の医療現場に役立てるためには、このような欠落情報を補うことが重要です。本 CREST 研究では、このような初期応力

の見積もり方法についても大きな進展がありました。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。本 CREST 研究の成果の一つに、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があります。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、その熟練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ってきました。

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。



(2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

1. K. Takizawa, R. Torii, H. Takagi, T. E. Tezduyar and X. Y. Xu, "Coronary arterial dynamics computation with medical-image-based time-dependent anatomical models and element-based zero-stress state estimates", *Computational mechanics*, Vol. 54, pp. 1047-1053, 2014, DOI: 10.1007/s00466-014-1049-6

概要:

医療画像から得られる臓器の形状情報においては、その変形を構造力学的に記述するために不可欠な初期応力の情報が欠落している。本研究グループが進めている数理科学的な解析を現実の医療現場に役立てるためには、このような欠落情報を補うことが重要である。多くの場合、医用データは一心拍における平均的なものとなるが、論文では、経時データを利用し、それゆえ数理モデルの妥当性も示している。本数理モデルは適応範囲も広く、重要な成果といえるものである。

2. N. Saito, Y. Sugitani and G. Zhou: *Energy inequalities and outflow boundary conditions for the Navier-Stokes equations, to appear in Advances in Computational Fluid-Structure*, Birkhauser (2015)

概要:

血流問題のシミュレーションにおいて流出境界条件の設定は重要だが決定的な方法は知られていなかった。本論文では、流出境界の設定に、エネルギー不等式の成立が重要であることを、既存の条件を検討することで指摘した。また、新しい条件として Signorini 型の片側条件を提案し、数値計算向きの処罰型定式化を導出、問題の適切性や有限要素近似の収束性の概要を述べた。工学者の経験を数学的に意味づけし、さらに新しい境界条件を提案できた点が重要な成果である。

3. 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*, Vol. 54, No. 4, pp. 1035-1045, 2014, DOI: 10.1007/s00466-014-1017-1

概要:

実際の症例の形状から、平均曲率平面に射影することによって振率を持たない形状を生成し、それらの壁面応力を比較することで、形状の特徴と応力分布の特徴の関係を調べているものである。本 CREST の植田グループのデータと医学的情報に基づき、滝沢グループが開発してきた計算手法を用いて水藤グループが計算を実行したもので、本 CREST 内の協働の成果の一端を表している。

<科学技術イノベーションに大きく寄与する成果>

1. K. Hayashi, F. Ishioka, B. Raman, D. Y. Sze, H. Suito, T. Ueda, K. Kurihara, "Statistical sensitivity analysis for risk prediction of endoleak formation after thoracic endovascular aortic repair", *Analysis and modeling of complex data in behavioural and social sciences*, 2012

概要:

胸部大動脈瘤ステントグラフト治療の副作用に関わる因子を特定することは、その後の治療計画を立てる上で重要となる。本論文では、感度分析の手順を改良し、予測精度の改善および悪化に大きな影響を持つ患者を検出し、予後予測に関わる知見獲得に役立てた。本手法は、他の多くの臨床データ解析に応用できるものとして、科学技術イノベーションに寄与する成果であると言える。

§ 2 研究実施体制

(1) 研究チームの体制について

① 水藤グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
水藤 寛	岡山大学大学院環境生命科学研究科	教授	H22.10～
栗原 考次	岡山大学大学院環境生命科学研究科	教授	H22.10～
笛田 薫	岡山大学大学院環境生命科学研究科	准教授	H26.11～
石岡 文生	岡山大学大学院法務研究科	助教	H22.10～
小磯 深幸	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所	教授	H27.4～
小布施 祈織	岡山大学大学院環境生命科学研究科	助教	H27.4～
大久保 賢治	岡山大学大学院環境生命科学研究科	教授	H27.9～
林邦好	岡山大学大学院環境生命科学研究科	助教	H23.4～
Huynh Quang Huy Viet	岡山大学大学院環境生命科学研究科	助教	H24.5～
川端 直子	岡山大学大学院環境生命科学研究科	技術補佐員	H26.4～
田中 邦樹	岡山大学大学院環境生命科学研究科	M2	H26.1～
土井 翔太	岡山大学大学院環境生命科学研究科	M2	H26.1～
土井 純	岡山大学大学院環境生命科学研究科	M2	H26.1～
岡田 健	岡山大学大学院環境生命科学研究科	M1	H26.4～
森島 勝也	岡山大学大学院環境生命科学研究科	M1	H26.4～
後藤 紗希	岡山大学大学院環境生命科学研究科	M2	H26.11～
盛 啓太	静岡県立静岡がんセンター	生物統計家	H26.12～
河原田 秀夫	千葉大学名誉教授	名誉教授	H24.2～
中澤嵩	東北大学理学研究科	助教	H23.5～
桑名 杏奈	お茶の水女子大学人間文化創成科学研究科	講師	
齋藤 麻由美	お茶の水女子大学人間文化創成科学研究科	D3	
佐々木 多希子	東京大学大学院数理科学研究科	D3	H26.10～
川田 英央	岡山大学大学院環境学研究科	修了	H22.10～H23.3
村上 愛実	岡山大学大学院環境学研究科	修了	H22.10～H23.3
今津加奈子	岡山大学大学院環境生命科学研究科	退職	H24.5～H25.1
近藤 洋平	岡山大学大学院環境生命科学研究科	修了	H24.4～H26.3
佐藤 弘樹	岡山大学大学院環境生命科学研究科	修了	H24.4～H26.3
藤井 裕子	岡山大学大学院環境生命科学研究科	修了	H24.4～H26.3
間野 晶子	岡山大学大学院環境生命科学研究科	退職	H25.6～H26.3
笹井 健行	岡山大学大学院環境生命科学研究科	退職	H25.8～H25.9
柏原崇人	岡山大学大学院環境生命科学研究科	助教	H26.10～H27.3

研究項目

[A] 大動脈瘤とそのステント治療に関わる長期予後予測

[A-a] 大動脈瘤の発生と破裂予測

[A-b] 統計数学的手法を用いた判別分析・クラスタリング

[A-c] 臨床医療と数理科学の連携に関する戦略検討

[A-d] 数値シミュレーションに用いる数学的定式化の検討と解析

[A-e] 心臓における形状・流速画像の取得と心臓内血流の数値流体力学シミュレーション及び血管

壁との流体構造連成解析

[A-f] 大動脈解離に対する流体構造連成解析

[B] 肝細胞癌における病理組織学的特性・血管新生の評価

[B-a] 画像評価データベースの作成

[B-b] 画像評価システムの作成

[B-c] 肝細胞癌における病理組織学的特性・血管新生の評価:コンピュータ支援統合評価システムの構築

② 植田グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
植田 琢也	誠馨会千葉メディカルセンター放射線科	主任医長	H22.10～
角田 博子	聖路加国際病院放射線科	医長	H23.6～
琴岡 憲彦	佐賀大学医学部循環器内科	准教授	H24.4～
佐久間 理吏	獨協医科大学病院心臓・血管内科	講師	H24.4～
鈴木 宗村	スズキ・メディカルイメージング・ラボ	代表	H24.4～
井上 幸平	医療法人社団平静会大村病院画像診断部	部長	H22.10～
中玉利 葉月	千葉大学医学部附属病院放射線科	医員	H23.4～
西山 智哉	聖路加国際病院放射線科	研修医	H27.3～
和田 武	聖路加国際病院放射線科	研修医	H27.3～
増谷 佳孝	広島市立大学情報学研究科	教授	H25.4～H27.3
新井 仁之	東京大学大学院数理科学研究科	教授	H23.6～H27.3
石山 光富	ワシントン大学放射線科(聖路加国際病院より派遣)	臨床研究員	H24.4～H25.3
下総 良太	千葉大学医学部附属病院放射線科	助教	H23.4～H24.3

研究項目

[A] 大動脈瘤とそのステント治療に関わる長期予後予測

[A-a] 大動脈瘤の発生と破裂予測

[A-b] 統計数学的手法を用いた判別分析・クラスタリング

[A-c] 臨床医療と数理科学の連携に関する戦略検討

[A-e] 心臓における形状・流速画像の取得と心臓内血流の数値流体力学シミュレーション及び血管壁との流体構造連成解析

[A-f] 大動脈解離に対する流体構造連成解析

[B] 肝細胞癌における病理組織学的特性・血管新生の評価

[B-a] 画像評価データベースの作成

[B-b] 画像評価システムの作成

[B-c] 肝細胞癌における病理組織学的特性・血管新生の評価:コンピュータ支援統合評価システムの構築

[B-d] 肝細胞癌における病理組織学的特性・血管新生の評価:臨床データ取得)

[C] 画像診断の新たな展開

[C-a] マンモグラフィ診断における特徴抽出アルゴリズムの構築

③ 齋藤グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
齋藤 宣一	東京大学大学院数理科学研究科	准教授	H22.10～
阿原 一志	明治大学総合数理学部	准教授	H25.4～
柏原 崇人	東京工業大学大学院理工学研究科	博士研究員	H22.10～H26.10

佐々木 多希子	東京大学大学院数理科学研究科	D3	H25.4～
野津 裕史	早稲田大学高等研究所	講師	H22.10～
杉谷 宜紀	東京大学大学院数理科学研究科	D2	H24.4～
榊原 航也	東京大学大学院数理科学研究科	D2	H26.4～
上田 祐暉	東京大学大学院数理科学研究科	D1	H25.4～
劔持 智哉	東京大学大学院数理科学研究科	D1	H25.4～
芳木 武仁	東京大学大学院数理科学研究科	D3	H26.10～
千葉悠喜	東京大学大学院数理科学研究科	M1	H27.4～
及川 一誠	東京大学大学院数理科学研究科	D4	H22.10～H24.3
滝沢 研二	早稲田大学高等研究所	准教授	H23.12～H24.3
李 寧平	東京大学大学院数理科学研究科	M2	H23.4～H25.3
福永 翔士	東京大学大学院数理科学研究科	M1	H24.4～H25.3
周 冠宇	東京大学大学院数理科学研究科	D3	H22.10～H27.3

研究項目

[A] 大動脈瘤とそのステント治療に関わる長期予後予測

[A-a] 大動脈瘤の発生と破裂予測

[A-c] 臨床医療と数理科学の連携に関する戦略検討

[A-d] 数値シミュレーションに用いる数学的定式化の検討と解析

④ 滝沢グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
滝沢研二	早稲田大学理工学術院	准教授	H24.4～
八木高伸	早稲田大学理工学術院総合研究所	准教授	H25.7～
望月 寛樹	早稲田大学理工学術院総合機械工学専攻	M1	H27.3～
寺原 拓哉	早稲田大学理工学術院総合機械工学専攻	M1	H27.4～
筒井 雄樹	早稲田大学理工学術院総合機械工学専攻	M2	H24.4～ H27.10
Tayfun E. Tezduyar	Rice University, Mechanical Engineering and Materials Science	Professor	H24.4～
乙黒 雄斗	早稲田大学創造理工学部総合機械工学科	M2	H27.4～
倉石孝	早稲田大学創造理工学部総合機械工学科	M2	H25.4～
戸部泰貴	早稲田大学先進理工学研究科生命理工学専攻	D3	H25.7～
松橋祐輝	早稲田大学先進理工学研究科生命理工学専攻	D3	H25.7～
高橋東	早稲田大学先進理工学研究科生命理工学専攻	D2	H25.7～
服部均	早稲田大学理工学術院総合機械工学専攻	M2	H25.11～ H27.3
佐々木崇史	早稲田大学理工学術院総合機械工学専攻	M2	H26.4～H27.3
Nikolay Kostov	Rice University, Mechanical Engineering and Materials Science	D2	H24.4～H26.4
Spenser McIntyre	Rice University, Mechanical Engineering and Materials Science	M2	H24.4～H26.4
Joe Boben	Rice University, Mechanical Engineering and Materials Science	M2	H24.4～H26.4
高木 裕和	早稲田大学理工学術院総合機械工学専攻	M2	H24.4～H26.3
Casey Habluetel	Rice University, Mechanical Engineering and Materials Science	M2	H25.4～H26.4

浅田 奨平	早稲田大学理工学術院総合機械工学専攻	M2	H24.4～H27.3
田畑 伸一郎	早稲田大学理工学術院総合機械工学専攻	M2	H24.4～H27.3
岡田尚也	早稲田大学理工学術院総合機械工学専攻	M2	H25.6～H27.3
杉原健太	Rice University MEMS	Research Scientist	H25.6～H27.3

研究項目

[A] 大動脈瘤とそのステント治療に関わる長期予後予測

[A-a] 大動脈瘤の発生と破裂予測

[A-c] 臨床医療と数理科学の連携に関する戦略検討

[A-d] 数値シミュレーションに用いる数学的定式化の検討と解析

[A-e] 心臓における形状・流速画像の取得と心臓内血流の数値流体力学シミュレーション及び血管壁との流体構造連成解析

[A-f] 大動脈解離に対する流体構造連成解析

[A-g] モデル計測による数値シミュレーションの評価と信頼性向上

⑤ 増谷グループ

研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
増谷 佳孝	広島市立大学大学院情報科学研究科	教授	H27.4～
青山 正人	広島市立大学大学院情報科学研究科	准教授	H27.4～

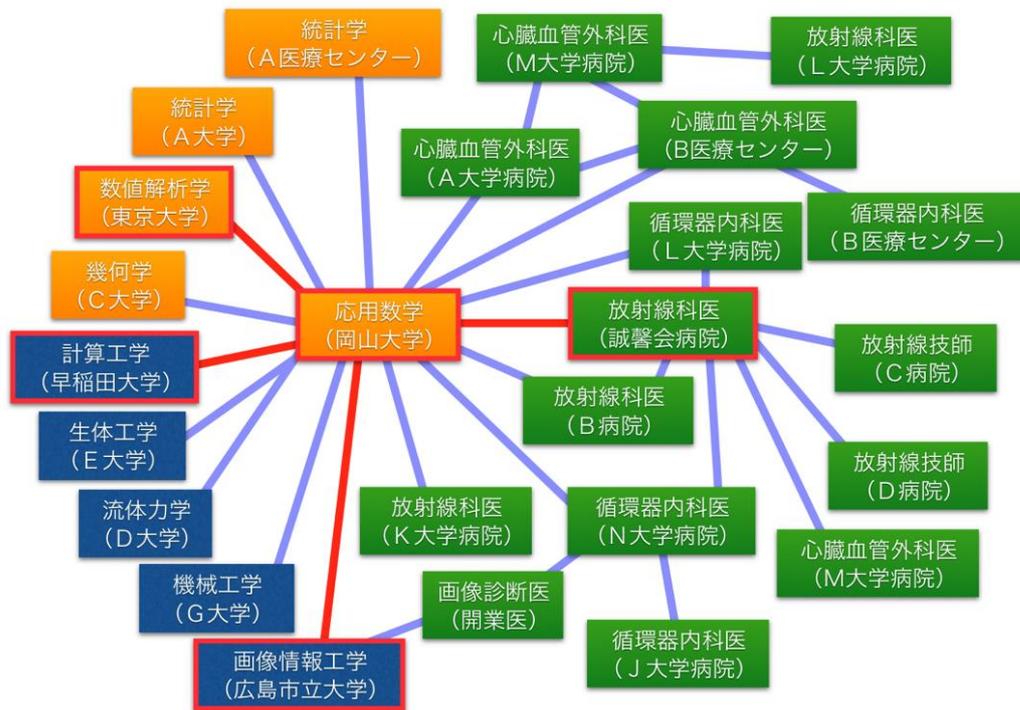
研究項目

[C] 画像診断の新たな展開

(2) 国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

本研究課題の開始当初は、研究代表者と3名の主たる共同研究者、およびそれらとすでに協力関係にあった少数の研究者のみの共同研究であった。しかし、本研究の進展とともに研究者ネットワークが拡大し、27年9月時点では図のような大きなネットワークとなっている。図でオレンジ色は数理科学、紺色は高額、緑色は臨床医学の研究者である。これは、様々な情報発信を通じて問い合わせを受け、協力関係が発展していったもので、この研究者ネットワーク自体が、本CREST研究の大きな成果の1つであると言える。

なお、図の赤枠は27年9月時点での主たる共同研究者である。研究開始後の研究者の機関異動や研究テーマの拡大に伴って、1名の主たる共同研究者が共同研究グループを廃止して別の共同研究グループに移り、新たに2名の主たる共同研究者を加えることとなった。このように、研究代表者と主たる共同研究者、及びそれに関わる多くの研究参加者のネットワークによって、本CREST研究は遂行されてきている。

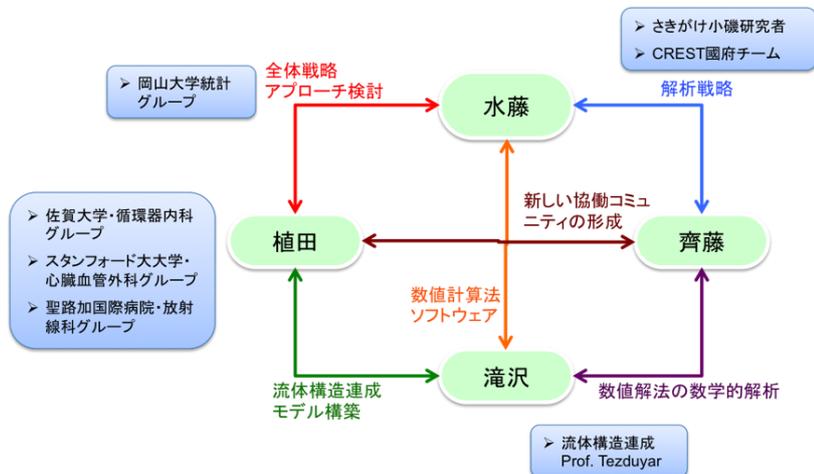


§ 3 研究実施内容及び成果

[A] 大動脈瘤とそのステント治療に関わる長期予後予測

[A-a] 大動脈瘤の発生と破裂予測（水藤グループ、滝沢グループ、植田グループ）

本サブテーマでは、医学側からの問題提起と結果の評価を担当する植田グループ、数値シミュレーションを実施する水藤グループと滝沢グループ、数学的基礎づけを担当する齊藤グループが有機的に連携して研究を進めている。それらの連携関係を図に示す。具体的な研究実施方法としては、まず医学側（植田グループ）から問題提起がされ、それに対し



して数理学側（水藤グループ、滝沢グループ）ではどんな解析が可能かを検討した上で、それが臨床医学的にはどんな意味があるのか、についての議論を皆で繰り返すことで解析手順を練り上げていく。その過程で数学的な問題が出てくることが多いが、それは齊藤グループとの議論となる。

本サブテーマでは胸部・腹部大動脈を主な対象として、流体構造連成の効果を取り入れたシミュレーションを実施し、幾何学的な形状の相違による血流の違いによってもたらされる壁面応力分布の特徴を様々な角度から調べてきた。その結果、各患者固有の形状から幾何学的な特徴量を抽出することによって病態をグループ分けし、治療方針の策定や予後予測に役立てることが実現しつつある。

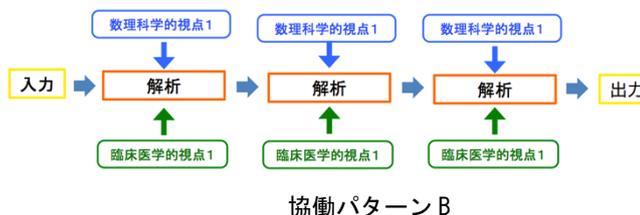
[A-b] 統計数学的手法を用いた判別分析・クラスタリング（植田グループ、水藤グループ）

本サブテーマでは、統計的判別モデルの影響診断に関する研究を理論面と応用面の両者の立場から進めた。判別問題では、各群の判別スコアの平均は各群の判別のしやすさを表す重要な統計量である。23 年度に提案した各群の判別スコアの平均に対する標本影響関数の符号に基づく統計的診断法に対して、24 年度は、標本影響関数の符号の情報に学習標本の除き方に関する手順 (statistical efficiency) を考慮した学習標本の除き方に関する手順を追加することで、これまでの診断法をさらに統一的な診断法へ一段飛躍させた。この研究を通じて、非線形パターン判別に柔軟に対応することが可能であるカーネル法に基づく判別手法に対する診断法を提案することができたため、今後得られる臨床上的様々な診断データに対する判別についても、柔軟に対応できると考えられる。

[A-c] 臨床医療と数理学の連携に関する戦略検討（全グループ）

本研究グループではこれまでの研究を通じて、臨床医療と数理学の関係のあり方について多くのことを経験し、方向性を試行錯誤してきた。当初は臨床医学の足りない部分を数理学が補うというようなことを漠然と考えていたが、本当にあるべき姿はそうではなく、一つの解析プロセスについて数理学的な見方と臨床医学側からの見方を並立させるべきであるということに気づくに至った。前者の形を図の協働パターン A に示す。このように数理学的解析が臨床医学の判断プロセスの中にブラックボックスに割り込むという形は、経験（臨床的エビデンス）を重視する臨床医学において受け入れられることはない。それに対して、図の協働パターン B に示すように、一つの解析プロセスが数理学的手法によるものであっても、それに対する医学的な解釈を明確にすることで臨床医

学からも受け入れられ、真にその向上に貢献していくことができるのである。このような協働体制を実現することは容易ではなく、異なる分野の立場や考え方を尊重した真摯な共同作業が必須である。そのような体制の必要性を実感し、実際にそれを構築してきたのが、本研究グループの大きな成果である。これは、数理科学と諸分野との真の協働を目指す本研究領域の戦略目標に合致したものであり、その実現に貢献するものであると言える。



[A-d] 数値シミュレーションに用いる

数学的定式化の検討と解析（齊藤グループ、滝沢グループ、水藤グループ）

齊藤グループでは、血流問題の数値シミュレーションの際に生じる様々な数学的題の解決に取り組んだ。第一には、水藤グループで採用されている、動く境界を固定離散格子で扱うための手法であるペナルティ型の仮想領域法について数学の立場からの正当化を行った。既存の研究では、有限要素法の利用を前提に、拡散項にペナルティを課するのが普通であるが、水藤グループで採用されている差分法では、ペナルティを抵抗項として導入している。従って、ペナルティ項をかなり一般的に考えて、既存の結果を整理・拡張しつつ研究を遂行し、24年には楕円型方程式・熱方程式の移動境界問題の解析が完了した。また、有限要素法での解析と合わせて、有限体積法（その特別な場合として差分法）による離散化を用いた場合の解析も完了した。

並行して、脳脊髄液流れ問題への応用を念頭に、摩擦型境界条件の下での Navier-Stokes 方程式の研究にも取り組み、時間非定常問題の適切性や空間3次元問題の有限要素近似などの成果が得られた。

水藤グループの計算をバックアップする趣旨の研究では、臨床医療問題以前の問題として、差分法の数学的理論を構築する必要があり、そのために、まず有限体積法の基礎理論を確立し、つぎに応用上用いられている差分法を有限体積法として定式化し、理論を適用するという手順をとっている。このため、有限体積法の基礎研究に時間を費やしがちであった。しかし、平成24年度から、space-time 有限要素法に基づく流体構造連成解析を研究手法としている滝沢グループが本 CREST 研究に参加したことによって、数学的な問題が整理しやすくなり、数学側からの直接的な寄与が可能になったため、滝沢グループで採用されている様々な手法の数学的なバックアップが主となった。

具体的には、まず、流出境界条件に関する研究が挙げられる。大動脈を通過する血流問題の数値シミュレーションにおいて流出部分の境界での条件（流出境界条件, outflow boundary condition, OBC) の設定は重要であるが決定的な方法は確立されていない。従来の方法を整理し、流量の制御を目的とする方法と、流れの向きの制御を目的とする方法に大別できること指摘した。また、後者では、系のエネルギー不等式を保証できるが、前者では一般にそれは不可能であり、数値的な安定性を確保する趣旨では後者が優れていることを指摘した。さらに、流れの向きを制御する新しい OBC として Signorini 型の片側条件 (unilateral boundary condition of Signorini type, LBCS) を提案した。この条件は変分不等式で記述されるため、実際の計算では、対応するペナルティ項を導入することになる。このペナルティ項は、最近注目されている（自由流出の）安定化項に類似のものであり、計算上の技巧としての意味しかなかった安定化に、数学的・物理的な意味を与える結果となった。ペナルティを含む非定常 Navier-Stokes 方程式の適切性の証明、そして定常 Stokes 問題を用いた有限要素法による空間離散化の研究、とくに誤差解析に成功した。現在、滝沢グループ・水藤グループで OBC を応用し妥当性を検証中である。並行して、精密なモデルとして、流量の制御も取り入れた拡張版と、流出境界部での OD-3D モデルや 1D-3D モデルの研究、特に、1D モデル (Hughes and Lubliner's 1D model) の詳細な数学解析を実行し、OD-3D、1D-3D モデルと LBCS を統合した、より精密な数学モデルの構築と、計算手法の開発を進めている。

平成 25 年度からは、滝沢グループ・水藤グループで採用されている NURBS 基底関数 (B-spline 基底関数の一般化) に基づく有限要素解析である Isogeometric Analysis の基礎研究にも着した。並行して、滝沢グループで提案された、B-spline 基底関数を用いて、時間について滑らかな近似解を得る手法である SPT (successive-projection technique) と DCT (direct computation technique) の数学的な解析を行い、数学理論の面から方法の正当性を確保することを進めた。26 年度は、モデル問題に対して SPT の安定性と誤差評価の証明に成功した。また、補間関数が 3 次の場合に、ある種の超収束性が数値実験により観察された。DCT についても、抽象的な関数空間上での厳密な定式化、スキームの適切性の証明までが完了した。特に DCT は、汎用性の高い近似手法であるので、流体構造連成問題に対象を限定せず、広く一般の抽象的發展方程式に対する、新しく有望な離散化手法と言えるものである。現在、関数空間の拡張、安定性と誤差評価についての解析を行い、その利点と適応限界を明確にしている。

[A-e] 心臓における形状・流速画像の取得と心臓内血流の数値流体力学シミュレーション及び血管壁との流体構造連成解析 (植田グループ、滝沢グループ、水藤グループ)

25 年度から開始した心臓三尖弁基部の軌跡を用いた心不全の診断に関しては、対象部位を医療画像から半自動抽出し、重回帰分析によって、心不全診断で用いられる医学的パラメータを算出するアルゴリズムを水藤グループにおいて構築した。流体力学的な観点からの心臓内の血流解析については、25 年度に弁の開閉に伴うトポロジーの変化を精密に考慮する手法を滝沢グループにおいて開発し、26 年度はこれを 3 次元に拡張した。

[A-f] 大動脈解離に対する流体構造連成解析 (滝沢グループ、植田グループ、水藤グループ)

本サブテーマでは、スタンフォード大学で蓄積された臨床データの一部を用いて数値シミュレーションを行い、大動脈解離の有無に対する流れの状況の違いを調べてきた。しかし流れの解析からのみでは、大動脈解離の有無を区別する明確な違いは得られなかったため、その後は流体構造連成モデルの中で特に構造部の三層構造モデルの改良に注力してきた。これらの解析を進めることで、大動脈解離の発生を左右している因子を見出すことを目指している。

[A-g] モデル計測による数値シミュレーションの評価と信頼性向上 (滝沢グループ)

本サブテーマは、25 年度途中に追加支援を受け、新規に設定したものである。このサブテーマでは、高解像度の高速カメラを用いたステレオ PIV による血管ファントム内の流速分布及びその微分量までの比較を実現し、より信頼性の高い評価を行うことが可能となる。26 年度末までに、心臓からの流入部における速度プロファイルおよび壁面剪断応力の取得及び弁の変形データの取得の準備が整った。前者は大動脈弁周りの流速プロファイルを取得し、数値計算で定性的に同程度の空間プロファイルを実現できることをステレオ PIV で検証するものであり、この結果 Validate された手法により、MRI などの実際のデータと合わせて、個別の患者によりふさわしい流入境界条件を与えることが可能になる。後者については、数値流体解析の比較において有用になるものである。

[B] 肝細胞癌における病理組織学的特性・血管新生の評価

[B-a] 画像評価データベースの作成 (植田グループ、水藤グループ)

本サブテーマについては、23 年度に肝細胞癌における病理学的特性を医学的に検討し、血管新生の評価のための画像評価データベースを作成した。そのデータベースは、[B-c] で用いられることとなった。

[B-b] 画像評価システムの作成 (植田グループ、水藤グループ)

本サブテーマは、研究開始時に [B-c] とは別に挙げていたが、研究の進展に伴い、内容が重なっていることから [B-c] に統合するのが適切であると判断した。

[B-c] 肝細胞癌における病理組織学的特性・血管新生の評価：コンピュータ支援統合評価システムの構築（植田グループ、水藤グループ）

26年度までに、医師によって grading (画像の段階評価)された結果を入力とした判断システムのアルゴリズムとして樹木モデルを採用し、熟練医の判断を模倣するシステムの構築を進めてきた。その結果、医学的観点からも理解可能な形で、熟練医の判断を模倣する論理を抽出することが可能であることがわかってきた。27年度は最終年度となるので、この手法を発展させ、ソフトウェアの形にまとめる。

当初計画では、論理構造の抽出の部分を詳細に検討できていなかったが、その後の研究を通して、その部分がもっとも重要であることが分かってきた。

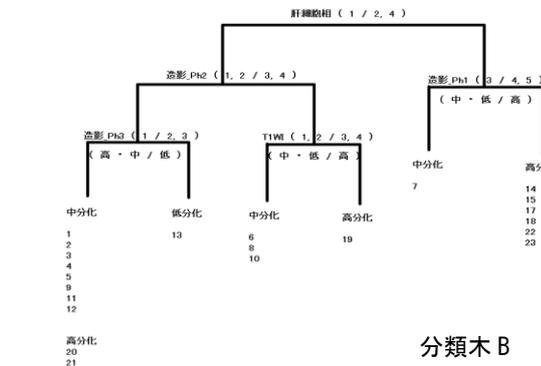
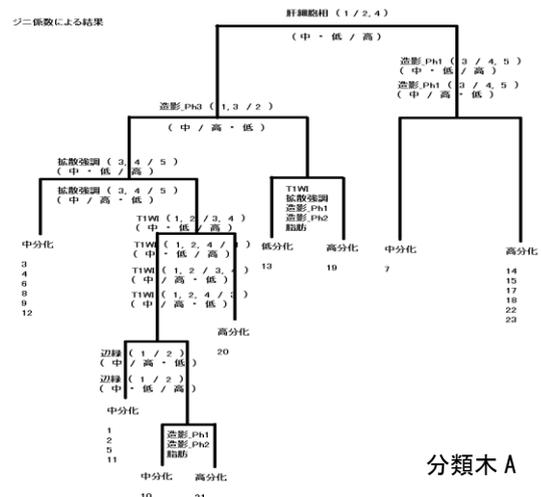
まず行ったのは、ニューラルネットワークによる機械学習によって、熟練医の判断を模倣することである。ニューラルネットワークにおけるニューロンを3層とり、gradingされたパラメータの入力層から出力層(良性、高分化、中・低分化)に至るネットワークを構成した。この解析により、学習を繰り返すことによって正答率を上げることが可能であることが分かり、結果に対する判断の重み付けを調べることができた。しかし、そこから論理構造を抽出しようとしてもその階層構造が明確でなく、熟練医がふだん行っている判断を模倣することはできなかった。

そこで次に、樹木モデルを適用して明確な論理構造を抽出することを試みた。ここで扱うデータは、入力計量的データ(複数の grading 結果)、出力が質的データ(カテゴリカルデータ)であり、ジニ係数またはエントロピーによる情報利得に基づいて分類木(classification tree)を作成する。具体的には、情報利得 H を用いて様々な分岐条件を用いた場合の分岐前後の H の差 ΔH を計算し、 ΔH が最大になる様な分岐条件を採用しながら、親ノードから末端ノードに至るまで条件分岐を行い、樹形図を作成していく。

図の分類木 A に、ジニ係数を用いて親ノードから順次作成していった樹形図を示す。この樹形図は、まず肝細胞相の濃染程度によって2つに分け、一方については CT による造影撮像結果(Ph1)で分離し、もう一方については造影撮像結果(Ph3)で分離する、ということを示している。以下、これを繰り返すことにより、最大 6 回の条件判断で全ての症例を正しく分類することができた。またこの論理は熟練医の判断論理と矛盾しないものであった。

分類木 A に示した結果は、各階層において、最も情報利得を大きくするように分類した結果であるが、別の戦略として、階層の数をできるだけ少なくするような分類を探索することが考えられる。この戦略のもとに分類木を作成したところ、下の図のように3段階で全ての分類を終了するという結果が得られた。

熟練医の判断においては、分類木 A のように 1 段階ずつ順を追って分類しているようである。その点で、分類木 B は熟練医の判断をそのまま模倣しているとは言えないが、ここには熟練医の判断を整理して、より影響力の大きい項目のみを選択し、評価を簡潔なものにできる可能性が含まれている。この手法は、熟練医の経験をアルゴリズム化するために有効なものであると考えられ、今後、同様の解析を他の臨床診断にも適用していくことが考えられる。



[B-d] 肝細胞癌における病理組織学的特性・血管新生の評価：臨床データ取得（植田グループ）

塞栓治療、血管新生治療が予定され病理学的証明がされた肝細胞癌を有する症例を用いて臨床画像データの取得を prospective に行う作業を行った。本テーマについては、26年度までにデータ取得を完了した。27年度はデータ取得を担当していた千葉大学の井上が民間病院へ異動したため、本サブテーマは26年度で完了とした。

[C] 画像診断の新たな展開

[C-a] マンモグラフィ診断における特徴抽出アルゴリズムの構築（植田グループ）

24年度から開始した本テーマでは、CREST 杉原チームの新井仁之研究者と協力し、マンモグラフィによる乳癌画像に対して視覚情報処理研究を応用した画像処理技術の開発を進めた。26年度までに特許出願を完了し、杉原チーム新井研究者との共同研究は終了した。

§ 4 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 12 件、国際(欧文)誌 37 件)

国内

1. 齊藤宣一, "Navier-Stokes 方程式といろいろな境界条件", 計算工学, Vol. 20, No. 3, pp. 13-16, 2015
2. 水藤寛, "臨床医療と数理科学の協働の営み", 応用数理, Vol. 25, No. 2, pp. 11-15, 2015
3. 水藤寛, "シミュレーションを通じた臨床医療と数理科学の協働", シミュレーション, Vol. 33, No. 3, pp. 231-233, 2014
4. 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, Vol. 24, No. 2, pp. 50-58, 2014
5. 水藤寛, "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", 数学, Vol. 65, No. 3, pp. 315-319, 2013
6. 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: sigmoid 関数により血管形状曲率を重み付けした場合のエンドリークの統計的予測(一般セッション, セッション 7A)", 日本計算機統計学会大会論文集, Vol. 27, pp. 163-166, 2013
7. 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: 線形判別分析に基づくエンドリークの予測と影響標本集合の探索", 計算機統計学, Vol. 26, No. 2, pp. 59-77, 2013
8. 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: ステント挿入位置と血管形状に基づくエンドリークの統計的予測とその感度分析(Session 6A)", 日本計算機統計学会シンポジウム論文集, Vol. 26, pp. 87-90, 2012
9. 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: 統計的判別分析に基づくエンドリークの予測とその影響診断(セッション 1B)", 日本計算機統計学会大会論文集, Vol. 26, pp. 43-46, 2012
10. 水藤寛, 植田琢也, "胸部大動脈瘤内の血流解析", 数理解析研究所講究録「非線形現象の数理解析と実験解析」, Vol. 1748, pp. 58-61, 2011
11. 水藤寛, 植田琢也, 七澤洋平, 石岡文生, "臨床医療における数理モデリング的思考と手法", 数理解析研究所講究録「諸分野との協働による数理科学のフロンティア」, Vol. 1752, pp. 43-48, 2011
12. 村上愛実, 水藤寛, 植田琢也, "胸部大動脈における血流解析と壁面応力評価", 数理解析研究所講究録「複雑流体の数理解析と数値解析」, Vol. 1724, pp. 92-100, 2011

国際

1. N. Saito, Y. Sugitani and G. Zhou, "Unilateral problem for the Stokes equations: the well-posedness and finite element approximation", Appl. numer. math., to appear, 2016, DOI: 10.1016/j.apnum.2016.03.002
2. G. Zhou and N. Saito, "The Navier-Stokes equations under a unilateral boundary condition of signorini's type", J. math. fluid mech., to appear, 2016, DOI: 10.1007/s00021-016-0248-7
3. K. Hayashi and K. Kurihara, "Illustration of an approach based on influence scores for detecting a change point", Proceedings of ISIS 2015 the 16th international symposium on advanced intelligent systems, pp. 1147-1159, 2015
4. N. Saito and G. Zhou, "Analysis of the fictitious domain method with an L^2 -penalty for elliptic problems", Numerical functional analysis and optimization, Vol. 36, No. 4, pp. 501-527, 2015, DOI: 10.1080/01630563.2015.1013554
5. N. Saito, Y. Sugitani and G. Zhou, "Energy inequalities and outflow boundary conditions for the Navier-Stokes equations", Advances in computational fluid-structure, to appear, 2015
6. K. Hayashi and K. Kurihara, "Detecting a change point using statistical sensitivity analysis based on the influence function", Proceedings of the joint 7th international conference on soft computing and intelligent systems and 15th international symposium on advanced intelligent systems, pp. 506-511, 2014, DOI: 10.1109/SCIS-ISIS.2014.7044767
7. K. Takizawa, Y. Bazilevs, T. E. Tezduyar, C. C. Long, A. L. Marsden and K. Schjodt, "ST

- and ALE-VMS methods for patient-specific cardiovascular fluid mechanics modeling", *Mathematical models and methods in applied sciences*, Vol. 24, No. 12, pp. 2437-2486, 2014, DOI: 10.1142/S0218202514500250
8. K. Takizawa, R. Torii, H. Takagi, T. E. Tezduyar and X. Y. Xu, "Coronary arterial dynamics computation with medical-image-based time-dependent anatomical models and element-based zero-stress state estimates", *Computational mechanics*, Vol. 54, No. 4, pp. 1047-1053, 2014, DOI: 10.1007/s00466-014-1049-6
 9. K. Takizawa, T. E. Tezduyar, A. Buscher and S. Asada, "Space-time interface-tracking with topology change (ST-TC)", *Computational mechanics*, Vol. 54, No. 4, pp. 955-971, 2014, DOI: 10.1007/s00466-013-0935-7
 10. T. Ueda, H. Takaoka, I. Petrovitch and G. D. 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", *Abdominal imaging*, Vol. 272, No. 1, pp. 275-283, 2014, DOI: 10.1148/radiol.14130920
 11. K. Takizawa, H. Takagi, T. E. Tezduyar and R. Torii, "Estimation of element-based zero-stress state for arterial FSI computations", *Computational mechanics*, Vol. 54, No. 4, pp. 895-910, 2014, DOI: 10.1007/s00466-013-0919-7
 12. K. Takizawa, T. E. Tezduyar, A. Buscher and S. Asada, "Space-time fluid mechanics computation of heart valve models", *Computational mechanics*, Vol. 54, No. 4, pp. 973-986, 2014, DOI: 10.1007/s00466-014-1046-9
 13. 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*, Vol. 54, No. 4, pp. 1035-1045, 2014, DOI: 10.1007/s00466-014-1017-1
 14. K. Hayashi, "Influence functions for a linear subspace method", *Pattern recognition*, Vol. 47, No. 6, pp. 2241-2254, 2014, DOI: 10.1016/j.patcog.2013.11.030
 15. H. Suito and T. Ueda, "Blood flow analysis using medical imaging data and streamline visualization", *Mathematical progress in expressive image synthesis I, Mathematics for industry 4*, Vol. 4, pp. 103-108, 2014, DOI: 10.1007/978-4-431-55007-5_14
 16. Y. Masutani and S. Aoki, "Fast and robust estimation of diffusional kurtosis imaging (DKI) parameters by general closed-form expressions and their extensions.", *Magn reson med sci.*, Vol. 13, No. 2, pp. 97-115, 2014, DOI: <http://doi.org/10.2463/mrms.2013-0084>
 17. E. Shibata, T. Ueda, G. Akaike and Y. Saida, "CT findings of gastric and intestinal anisakiasis", *Abdominal imaging*, Vol. 39, No. 2, pp. 257-261, 2014, DOI: 10.1007/s00261-014-0075-3
 18. 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
 19. K. Hayashi, F. Ishioka, B. Raman, D. Y. Sze, H. Suito, T. Ueda and K. Kurihara, "Assessment of the relationship between native thoracic aortic curvature and endoleak formation after TEVAR based on linear discriminant analysis", *Studies in classification, data analysis, and knowledge organization, German-Japanese interchange of data analysis results*, pp. 179-192, 2014, DOI: 10.1007/978-3-319-01264-3_16
 20. 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
 21. T. Kashiwabara, "Finite element method for Stokes equations under leak boundary condition of friction type", *SIAM Journal on Numerical Analysis*, Vol. 51, pp. 2448-2469, 2013, DOI: 10.1137/120896396
 22. K. Takizawa, K. Schjodt, A. Puntel, N. Kostov and T.E. Tezduyar, "Patient-specific computational analysis of the influence of a stent on the unsteady flow in cerebral aneurysms", *Computational Mechanics*, Vol. 51, No. 6, pp. 1061-1073, 2013, DOI: 10.1007/s00466-012-0790-y
 23. 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*

- Medical Informatics and Decision Making, Vol. 13, No. 18, 2013, DOI: 10.1186/1472-6947-13-18
24. 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, No. 1, pp. 227-261, 2013, DOI: 10.1007/s13160-012-0098-5
 25. T. Kashiwabara, "On a strong solution of the non-stationary Navier–Stokes equations under slip or leak boundary conditions of friction type", *Journal of Differential Equations*, Vol. 254, No. 2, pp. 756-778, 2013, DOI: 10.1016/j.jde.2012.09.015
 26. Y. Ooka, F. Kanai, S. Okabe, T. Ueda, R. Shimofusa, S. Ogasawara, T. Chiba, Y. Sato, M. Yoshikawa and O. Yokosuka, "Gadoxetic acid-enhanced MRI compared with CT during angiography in the diagnosis of hepatocellular carcinoma", *Magnetic Resonance Imaging*, Vol. 31, No. 5, pp. 748-754, 2012, DOI: 10.1016/j.mri.2012.10.028
 27. T. Ueda, A. Chin, I. Petrovitch and D. Fleischmann, "A pictorial review of acute aortic syndrome: discriminating and overlapping features as revealed by ECG-gated multidetector-row CT angiography", *Insights into Imaging*, Vol. 3, No. 6, pp. 561-571, 2012, DOI: 10.1007/s13244-012-0195-7
 28. K. Hayashi, F. Ishioka, B. Raman, D. Y. Sze, H. Suito, T. Ueda and K. Kurihara, "Statistical sensitivity analysis for risk prediction of endoleak formation after thoracic endovascular aortic repair", *Analysis and modeling of complex data in behavioural and social sciences*, pp. 143-151, 2012
 29. K. Hayashi, F. Ishioka, H. Suito and Koji Kurihara, "Diagnostics and improvements on statistical sensitivity analysis in a subspace method", *Proceedings in COMPSTAT2012*, pp. 303-316, 2012
 30. K. Takizawa, K. Schjodt, A. Puntel, N. Kostov and T.E. Tezduyar, "Patient-specific computer modeling of blood flow in cerebral arteries with aneurysm and stent", *Computational Mechanics*, Vol. 50, No. 6, pp. 675–686, 2012, DOI: 10.1007/s00466-012-0760-4
 31. M. Ishiyama, G. Akaike, M. Matsusako, T. Ueda, A. Makidono, S. Ohde, A. Mizuno, S. Nishihara and Y. Saida, "Severity of pseudofilling defect in the left atrial appendage on cardiac computed tomography is a simple predictor of the degree of left atrial emptying dysfunction in patients with chronic atrial fibrillation", *Journal of Computer Assisted Tomography*, Vol. 36, No. 4, pp. 450-454, 2012, DOI: 10.1097/RCT.0b013e31825b88d2
 32. D. Kobayashi, O. Takahashi, T. Ueda, H. Arioka, Y. Akaishi and T. Fukui, "Asthma severity is a risk factor for acute hypersensitivity reactions to contrast agents: a large-scale cohort study", *Chest*, Vol. 141, No. 5, pp. 1367-1368, 2012, DOI: 10.1378/chest.11-3143
 33. H. Nakatamari, T. Ueda, F. Ishioka, B. Raman, K. Kurihara, G. D. Rubin, H. Ito and D.Y. Sze, "Discriminant analysis of native thoracic aortic curvature: Risk prediction for endoleak formation after thoracic endovascular aortic repair.", *Journal of vascular and interventional radiology*, Vol. 22, pp. 974-979, 2011
 34. T. Ueda, H. Takaoka, B. Raman, J. Rosenberg and G. D. Rubin, "Impact of quantitatively determined native thoracic aortic tortuosity on endoleak development after thoracic endovascular aortic repair.", *American journal of roentgenology*, Vol. 197, No. W, pp. 1140-1146, 2011, DOI: 10.2214/AJR.11.6819
 35. F. Ishioka, H. Nakatamari, H. Suito, T. Ueda and K. Kurihara, "Prediction of the future risk of endoleak complications based on statistical method", *Proceedings of the ISI2011, 58th world statistics congress of the international statistical institute*, Vol. CPS074-02, pp. 5769-5774, 2011
 36. K. Hayashi and Y. Tanaka, "Sensitivity analysis for multiple similarity method and its application", *Proceedings of the ISI2011, 58th world statistics congress of the international statistical institute*, Vol. CPS047-07, pp. 5083-5088, 2011
 37. T. Ueda, J. Starkey, K. Mori, K. Fukunaga, R. Shimofusa, K. Motoori, M. Minami and F. Kondo, "A pictorial review of benign hepatocellular nodular lesions: comprehensive radiological assessment incorporating the concept of anomalous portal tract syndrome.", *Journal of hepato-biliary-pancreatic sciences*, Vol. 18, No. 3, pp. 386-396, 2011, DOI: 10.1007/s00534-010-0342-9

(2)その他の著作物(総説、書籍など)

1. Y. Bazilevs, K. Takizawa, and T.E. Tezduyar, "Computational fluid-structure interaction: Methods and applications", John Wiley, 2013
2. 西浦廉政, 西成活裕, 荒井迅, 坂上貴之, 新井仁之, 水藤寛, 蓮尾一郎, 内田麻理香, 植田琢也, "越境する数学", 岩波書店, 2013

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 39 件、国際会議 22 件)

国内

1. 水藤寛, V. Huynh, 滝沢研二, 植田琢也, "大動脈形状の特徴と血流の関係", 北陸応用数理研究会 2016, 金沢大学サテライトプラザ, 2016.2.19
2. 植田琢也, "大動脈瘤・大動脈解離と類縁大動脈疾患の画像診断と病理", 断層画像研究会, 秋葉原コンベンションホール, 2015.10.24
3. 植田琢也, "心血管: 大動脈の画像診断(動脈瘤/解離)", 日本医学放射線学会秋季臨床大会, いわて県民情報交流センター, 2015.10.4
4. 林邦好, "データ解析・欠損値", The 29th EBM & Nursing workshop -臨床研究のための統計学-, 湘南国際村センター, 2015.8.28
5. 増谷佳孝, "拡散 MRI データの解析と診断・治療への応用", 第 11 回広島 MRI セミナー, 広島国際大学, 2015.7.25
6. 植田琢也, "大動脈疾患の画像診断 -病態の理解と最新の画像診断-", 三重総合画像研究会, 三重大学, 2015.7.24
7. 齊藤宣一, "Navier-Stokes 方程式の非凡な境界条件: 数値解析と数学解析の立場から", 博多ワークショップ: 数値解析と計算科学の協働を目指して, リファレンス駅東ビル, 2015.6.13
8. 水藤寛, "高齢化社会における日本の臨床医療とそれに貢献する数理学の役割", 「忘れられた科学-数学」から 10 年-数学イノベーションの現状と未来-, 文部科学省, 2015.4.16
9. 林邦好, "決断木分析について", The 28th EBM & Nursing Workshop - 臨床研究のための統計学 -, 湘南国際村センター, 2015.3.6
10. 植田琢也, "良性幹細胞性結節の画像診断", 日本画像医学会, 東京コンファレンス, 2015.2.28
11. 水藤寛, "脈管疾患の流体力学的側面", 北陸応用数理研究会 2015, 金沢大学サテライトプラザ, 2015.2.20
12. 齊藤宣一, "Numerical outflow boundary conditions for the Navier-Stokes equations", 研究集会「流体方程式の構造と特異性に迫る数値解析・数値計算」, 名古屋大学, 2014.12.9
13. 水藤寛, "脈管疾患への数理科学的アプローチ", 第 55 回日本脈管学会総会, 倉敷芸文館, 2014.10.30
14. 齊藤宣一, "Numerical outflow boundary conditions for the Navier-Stokes equations", RIMS 研究集会「新時代の科学技術を牽引する数値解析学」, 京都大学数理解析研究所, 2014.10.9
15. 水藤寛, "数理学と臨床医学の協働戦略", 日本数学会 2014 年度秋季総合分科会・数学連携ワークショップ ---様々な世界に広がる数理, 広島大学, 2014.9.26
16. 水藤寛, "大動脈形状の幾何学的特徴付けとエネルギー損失への影響", 第 50 回日本小児循環器学会総会・学術集会, 岡山コンベンションセンター, 2014.6.5
17. 植田琢也, "大動脈瘤の画像診断再考: 大動脈解離・大動脈類縁疾患との相違点・重複・移行を検討する", 第 73 回日本医学放射線学会総会, パシフィック横浜, 2014.4.13
18. 植田琢也, "急性大動脈症候群の画像診断 -各疾患重複と移行から学ぶ概念再考-", 第 1 回新札幌・江別画像診断セミナー, シェラトン札幌, 2014.3.28
19. 植田琢也, "大動脈瘤と類縁大動脈疾患の画像診断", 第 33 回日本画像医学会, シンポジウム 5「大動脈瘤の疾患概念再考: 大動脈解離・大動脈類縁疾患との相違点・重複・移行を討論する」, 東京ステーションカンファレンス, 2014.2.21

20. 水藤寛, "胸部大動脈の形状と渦構造の関係及び病態への影響", 応用数学連携フォーラム, 東北大学, 2013.12.4
21. 水藤寛, "高校で学習する数学を現実の医療に役立てるまで", SSH 科学セミナー, 岡山県立津山高等学校, 2013.11.13
22. 水藤寛, "数学で人体を「見る・視る・診る」", SSH 特別講義, 広島大学附属高等学校, 2013.11.6
23. 水藤寛, "大動脈内血流に関わる諸問題の流体力学的側面", 「第 5 回若手による流体セミナー」, 神戸大学, 2013.10.27
24. 水藤寛, "血流の数値シミュレーション手法", 「第 5 回若手による流体セミナー」, 神戸大学, 2013.10.26
25. 水藤寛, "胸部大動脈の形状と渦構造との関係", 第 54 回京都駅前セミナー～非線形現象の数理を考える～, キャンパスプラザ京都, 2013.10.11
26. 水藤寛, "数理科学を用いた大動脈血流に関わる病態メカニズムの研究", 第 2 回藤原洋数理科学賞授賞式, 慶應義塾大学, 2013.10.6
27. 水藤寛, "胸部大動脈形状の特徴と渦構造の関係について", 研究集会「渦の特徴付け」, 北海道大学, 2013.7.29
28. 水藤寛, "数学で人体を「見る・視る・診る」", 夢ナビライブ名古屋会場「講義ライブ」, ポートメッセなごや, 2013.7.20
29. 水藤寛, "胸部大動脈の形状と壁面剪断応力の関係について", 北海道大学 HMMC セミナー, 北海道大学, 2013.7.19
30. 植田琢也, "急性大動脈疾患の画像診断 Case review～プロはこう読む", 第 3 回救急放射線セミナープレミアム, 品川カンファレンス, 2013.6.29
31. 植田琢也, "Cardiovascular imaging の新たな流れ～冠動脈から成人先天性心疾患まで", 第 37 回佐賀 CT/MRI 研究会, マリトピア佐賀, 2013.6.28
32. 植田琢也, "CT/MRI 時代の成人先天性心疾患の画像診断 up-to-date", 第1回 Advance CT/MR 2013 研究会, 軽井沢プリンスホテル, 2013.6.15
33. 水藤寛, "大動脈疾患のメカニズム理解に関する数理科学からのアプローチ", 第 3 回博多応用数学セミナー, 九州大学医学部百年講堂, 2013.4.20
34. 植田琢也, "コンピューター4D 血行動態解析による大動脈瘤形成のメカニズム解明", 第 76 回日本心臓血管放射線研究会, 東京ステーションコンファレンス, 2013.1.26
35. 中澤嵩, 水藤寛, "螺旋管内において拍動流によって駆動される流れ場の様相", 北陸応用数理研究会 2012, 金沢大学サテライトプラザ, 2012.2.17
36. 水藤寛, "血流シミュレーションによる大動脈形状と病態の機序の把握", 北陸応用数理研究会 2012, 金沢大学サテライトプラザ, 2012.2.17
37. 植田琢也, "急性大動脈症候群の画像診断～疾患概念の刷新と治療戦略の再構築～", 宮城総合画像研究会, ホテルメトロポリタン仙台, 2011.9.16
38. 植田琢也, "急性大動脈症候群の画像診断最前線—疾患概念の刷新", 救急放射線セミナープレミアム, 京都テルサ, 2011.6.18
39. 植田琢也, "コンピューター4D 血行動態解析による大動脈瘤形成のメカニズム解明", Advance CT 研究会, 千里ライフサイエンスホール, 2011.5.28

国際

1. K. Takizawa, T. E. Tezduyar, A. Buscher and S. Asada, "Space-time computational analysis of flow in heart valve models", International conference on biomedical technology 2015, University of Hanover, 2015.10.28
2. K. Takizawa, T. E. Tezduyar, A. Buscher and S. Asada, "Space-time interface tracking in fluid mechanics computations with contact between moving solid surfaces", The 18th international conference on finite elements in flow problems, Regent Taipei, 2015.3.17
3. N. Saito, "A unilateral boundary condition for the Stokes equations with application to numerical outflow boundary conditions", The 18th international conference on finite elements in flow problems, Regent Taipei, 2015.3.17
4. H. Suito, K. Takizawa, V. Huynh, T. Ueda and T. E. Tezduyar, "FSI analysis of blood flow in the aorta and its relationship to the geometrical characteristics", The 18th international

- conference on finite elements in flow problems, Regent Taipei, 2015.3.16
5. H. Suito and T. Ueda, "Vortical flows in the aorta and their relations to geometrical characteristics", Japan-Russia workshop on supercomputer modeling, instability and turbulence in fluid dynamics, Keldysh institute for applied mathematics RAS, 2015.3.4
 6. N. Saito, "Mathematical and numerical analysis for flows and related problems", 1st joint conference of A3 foresight program mathematics of fluid dynamics and material science, International convention center, 2014.11.21
 7. H. Suito, "Topics in computing for flow problems and applications", 1st joint conference of A3 foresight program mathematics of fluid dynamics and material science, International convention center, 2014.11.21
 8. K. Takizawa, H. Takagi, T. E. Tezduyar and R. Torii, "Space-time interface-tracking with topology change (ST-TC)", International conference on progress in fluid dynamics and simulation celebrating the 60th birthday anniversary of Tony Wen-Hann Sheu, Mathematics Research Center Building, 2014.10.26
 9. H. Suito, "Blood flow structure in the aorta and its relation to geometrical characteristics", The 8th CREST-SBM international conference international conference on mathematical fluid dynamics, present and future, Waseda university, 2014.10.13
 10. N. Saito, "Energy inequalities and numerical outflow boundary conditions for the Navier-Stokes equations ", CJK2014, Ningxia University, 2014.8.27
 11. H. Suito, T. Ueda, K. Takizawa and T.E. Tezduyar, "FSI simulation of blood flow in thoracic and abdominal aortas", Advances in computational fluid-structure interaction and flow simulation, Waseda university, 2014.3.21
 12. N. Saito, "Energy inequalities and outflow boundary conditions for the Navier-Stokes equations", Advances in computational fluid-structure interaction and flow simulation, Waseda university, 2014.3.21
 13. K. Takizawa and T.E. Tezduyar, "Computational engineering analysis with the new-generation space-time methods", Advances in computational fluid-structure interaction and flow simulation, Waseda university, 2014.3.20
 14. H. Suito, "Blood flow analysis using medical imaging data", MEIS2013: Mathematical progress in expressive image synthesis, Centennial hall Kyushu university school of medicine, 2013.10.21
 15. H. Suito, "Flow structures and wall shear stress patterns in the thoracic aorta", IMA special workshop, University of Minnesota, 2013.6.5
 16. H. Takagi, "Prestress prediction technique for arterial FSI computations", 4th CREST-SBM international symposium "Collaboration between mathematical science and clinical medicine", The university of Tokyo, 2013.3.14
 17. K. Takizawa and S. Asada, "Space-time arterial FSI and fluid simulation techniques", 4th CREST-SBM international symposium "Collaboration between mathematical science and clinical medicine", The university of Tokyo, 2013.3.14
 18. T. Ueda, "Mathematical approach in medical imaging", 4th CREST-SBM international symposium "Collaboration between mathematical science and clinical medicine", The university of Tokyo, 2013.3.13
 19. H. Suito and T. Ueda, "Swirling flows in thoracic aorta with torsion", Vortex dynamics, biofluids and related fields, NIMS, 2011.12.12
 20. N. Saito, "Some nonlinear unilateral boundary conditions for the Navier-Stokes and stokes equations: theory and approximation", Vortex dynamics, biofluids and related fields, NIMS, 2011.12.12
 21. T. Ueda, "Acute aortic syndrome – new insights revealed by ECG-gated chest CT", 9th balcan congress of radiology, NAPOCA conference center, 2011.10.7
 22. K. Kurihara, "Spatial clustering for spatial-temporal lattice data and its applications in modern industry", 2011 international conference: applications of statistical methods in the modern industry, Chung-ang university, 2011.6.24

② 口頭発表 (国内会議 140 件、国際会議 76 件)

国内

1. 林邦好, "KM 曲線・ログランク検定と多変量解析(重回帰分析, ロジスティック回帰分析, Cox 比例ハザードモデル)", The 31st EBM & Nursing workshop-臨床研究のための統計学-, 湘南国際村センター, 2016.3.19
2. 佐々木崇史, 滝沢研二, 内河寛明, T.E. Tezduyar, 板谷慶一, "NURBS を用いた大動脈ゼロストレス状態の推定", 日本機械学会第 28 回バイオエンジニアリング講演会, 東京工業大学, 2016.1.9
3. 高橋東, 須藤健太, 戸部泰貴, 松橋祐輝, 鈴木砂良, 八木高伸, 佐々木崇史, 滝沢研二, "Stereo PIV を用いた大動脈モデル近傍の流れ場の可視化手法の開発", 日本機械学会第 28 回バイオエンジニアリング講演会, 東京工業大学, 2016.1.9
4. V. Huynh, 水藤寛, "安定化有限要素法により離散化された 3 次元非圧縮性 Navier-Stokes 方程式の GPU 並列解法", 第 29 回数値流体力学シンポジウム, 九州大学筑紫キャンパス, 2015.12.17
5. 内河寛明, 佐々木崇史, 滝沢研二, T. E. Tezduyar, 齊藤宣一, "Space-time isogeometric analysis による安定な大動脈流出境界条件の検討", 第 29 回数値流体力学シンポジウム, 九州大学筑紫キャンパス, 2015.12.15
6. 土井純, 水藤寛, 滝沢 研二, "胸部大動脈の形状と血流の関係", 第 29 回数値流体力学シンポジウム, 九州大学筑紫キャンパス, 2015.12.15
7. 上田祐暉, "NURBS の数値計算への応用とその数学的性質", ワークショップ「数値モデルとシミュレーション」, 休暇村伊良湖, 2015.11.2
8. 杉谷宜紀, "Navier-Stokes 方程式と流出境界条件", ワークショップ「数値モデルとシミュレーション」, 休暇村伊良湖, 2015.11.2
9. V. Huynh, "安定化有限要素法により離散化された 3 次元非圧縮性 Navier-Stokes 方程式の GPU 並列解法", ワークショップ「数値モデルとシミュレーション」, 休暇村伊良湖, 2015.11.2
10. 土井純, 水藤寛, "胸部大動脈内の血流に対する流体構造連成計算", ワークショップ「数値モデルとシミュレーション」, 休暇村伊良湖, 2015.11.1
11. 森島勝也, 水藤寛, "循環器系における流れの 1 次元シミュレーション", ワークショップ「数値モデルとシミュレーション」, 休暇村伊良湖, 2015.10.31
12. 岡田健, 水藤寛, "重回帰分析による生体パラメータの同定", ワークショップ「数値モデルとシミュレーション」, 休暇村伊良湖, 2015.10.31
13. 水藤寛, 滝沢研二, 植田琢也, "循環器系疾患に関する流体力学 - 臨床医学と数理科学の協働 - ", RIMS 研究集会「生物流体における運動の諸相」, 京都大学, 2015.10.28
14. 水藤寛, "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", JST-CREST さきがけ数学シンポジウム 2015「22 世紀社会創造のための数学」, アキバホール, 富士ソフト秋葉原ビル, 2015.10.1
15. 佐々木崇史, 滝沢研二, 板谷慶一, 内河寛明, T. E. Tezduyar, 宮崎翔平, "複数医用画像を用いた動脈壁モデルの構築", 日本機械学会 2015 年度年次大会, 北海道大学, 2015.9.16
16. 林邦好, "臨床研究に対する支援とその取り組みについて", 第 31 回大規模データ科学に関する研究会第 1 回研究集会「医療情報のコンテンツ化と統計技法の研究開発」, 北海道大学, 2015.8.24
17. V. Huynh, "A GPU parallel solver based on the GPBiCGSafe algorithm for the 3D incompressible Navier-Stokes equations discretized by the finite element method", 情報技術、応用数学そして教育に関するワークショップ, 津和野町コミュニティセンター, 2015.8.18
18. 水藤寛, "数理科学と臨床医学が協力するには?", 「生命動態の理解と制御のための基盤技術の創出」研究領域第 4 回数値デザイン道場, 大阪ガス研修所奥池ロッジ, 2015.6.12
19. 佐々木崇史, 滝沢研二, 内河寛明, T. E. Tezduyar, 板谷慶一, 宮崎翔平, 宮地鑑, "物理エネルギーを加味した医用画像の写像と動脈壁モデルの構築", 第 20 回計算工学講演会, つくば国際会議場, 2015.6.8
20. 増谷佳孝, "計算機による医用画像理解を目的とした解剖学的構造物のモデリング", 日本医学放射線学会・日本医学物理学会・日本放射線技術学会合同シンポジウム, パシフィコ横浜, 2015.4.19
21. 剣持智哉, 齊藤宣一, "離散最大正則性の半線形熱方程式への応用", 日本数学会 2015 年度年会, 明治大学, 2015.3.24
22. 柏原崇人, 及川一誠, 周冠宇, "滑らかな領域における P1 有限要素近似の誤差評価とストークス方程

- 式の滑り境界条件問題への応用について", 日本応用数理学会 2015 年 研究部会連合発表会, 明治大学, 2015.3.7
23. 上田祐暉, 齊藤宣一, "NURBS を用いた時間変数の離散化手法の解析", 日本応用数理学会 2015 年研究部会連合発表会, 明治大学, 2015.3.7
 24. 野代史康, 青山正人, 増谷佳孝, "計算機による医用画像理解を目的とした深層学習による CT 画像の撮影部位認識", メディカルイメージング連合フォーラム 2015, ホテルミヤヒラ, 2015.3.2
 25. 林邦好, "Statistical approach for detecting outliers and change points", 北海道大学理学部セミナー講演会, 北海道大学, 2015.1.29
 26. 水藤寛, "大動脈瘤に対する血行力学的アプローチ", 姫路循環器病センター学術研修会, 兵庫県立姫路循環器病センター, 2015.1.21
 27. 水藤寛, "数学で人体を「見る・視る・診る」", 福島大学数学キャラバン in いわき & 第 14 回 JST 数学キャラバン, いわき産業創造館, 2015.1.11
 28. 佐々木崇史, 滝沢研二, 板谷慶一, 高木裕和, T. E. Tezduyar, 宮崎翔平, 宮地鑑, "Element-Based Zero-Stress State 推定法による動脈壁モデル構築および医療画像の写像", 第 27 回バイオエンジニアリング講演会, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター, 2015.1.10
 29. 水藤寛, 滝沢研二, Tezduyar Tayfun, 植田琢也, "胸部大動脈の形状と壁面応力分布及び病態の関係", 第 27 回バイオエンジニアリング講演会, 朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター, 2015.1.10
 30. 上田祐暉, 齊藤宣一, "B-spline に基づく高精度逐次的時間離散化法の解析", 応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2014.12.20
 31. 佐々木多希子, 齊藤宣一, "非線形シュレディンガー方程式の差分分解の爆発について", 応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2014.12.20
 32. 剣持智哉, 齊藤宣一, "離散最大正則性の半線形熱方程式への応用", 応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2014.12.18
 33. 盛啓太, "医療現場で行われている研究に対して統計家が貢献できること", CREST ワークショップ「医療統計とそれに関連する話題」, 東京大学, 2014.12.17
 34. 川原田茜, "統計的ルール選択によるセル・オートマトンモデルの構成", CREST ワークショップ「医療統計とそれに関連する話題」, 東京大学, 2014.12.17
 35. 林邦好, "糖尿病のスクリーニングに関する統計的アプローチ", CREST ワークショップ「医療統計とそれに関連する話題」, 東京大学, 2014.12.17
 36. 水藤寛, "大動脈における血流と病態の関係を理解するための血管形状の特徴付け", 岡山駅前セミナー「現象を捉える新しい数学的基盤の構築に向けて」, 岡山国際交流センター, 2014.12.13
 37. V. Huynh, 水藤寛, "GP-BiCG 法を用いた非圧縮性流れの 3D Navier-Stokes ソルバーの CUDA 並列解法の実装", 第 28 回数値流体力学シンポジウム, タワーホール船堀, 2014.12.10
 38. 増谷佳孝, "臨床画像の可視化、解析および認識 —拡散 MRI を中心として—", 第 9 回 MRI 撮像技術勉強会, 広島平和クリニック, 2014.12.3
 39. 佐々木多希子, "公式のない方程式を解く", 第 12 回 JST 数学キャラバン・広がる数学 V, 岡山大学, 2014.11.24
 40. 佐々木崇史, 滝沢研二, 板谷慶一, 高木裕和, T. E. Tezduyar, 宮崎翔平, 宮地鑑, "Element-Based Zero-Stress State 推定法を用いた大動脈計", 第 25 回バイオフロンティア講演会, とりぎん文化会館, 2014.10.3
 41. 上田祐暉, 齊藤宣一, "B-spline に基づく高精度逐次的時間離散化法の解析", 日本数学会 2014 年度秋季総合分科会, 広島大学, 2014.9.28
 42. 剣持智哉, 齊藤宣一, "抽象的 Cauchy 問題に対する離散最大正則性と有限要素法への応用", 日本数学会 2014 年度秋季総合分科会, 広島大学, 2014.9.28
 43. 杉谷宜紀, 周冠宇, 齊藤宣一, "Finite element approximation for the Stokes equations under a unilateral boundary condition", 日本数学会 2014 年度秋季総合分科会, 広島大学, 2014.9.28
 44. 佐々木多希子, 齊藤宣一, "非線形シュレディンガー方程式の差分分解の爆発について", 日本数学会 2014 年度秋季総合分科会, 広島大学, 2014.9.28
 45. 増谷佳孝, 堀正明, 青木茂樹, "拡散 MRI における MPG 方向および b 値の自由配置サンプルデータからの q 空間および PDF 再構成", 第 42 回日本磁気共鳴医学会大会, ホテルグランヴィア京都, 2014.9.20

46. 杉谷宜紀, 周冠宇, 齊藤宣一, "Navier-Stokes 方程式に対するエネルギー保存型の流出境界条件", 日本流体力学会年会 2014, 東北大学, 2014.9.15
47. 林邦好, 石岡文生, 井上幸平, 中玉利葉月, 植田琢也, 水藤寛, 栗原考次, "樹木モデルに基づく肝臓癌の悪性度に関する判別について", 2014 年度統計関連学会連合大会, 東京大学, 2014.9.15
48. 剣持智哉, 齊藤宣一, "抽象的 Cauchy 問題に対する離散最大正則性と有限要素法への応用", 日本応用数理学会 2014 年度年会, 政策研究大学院大学, 2014.9.5
49. 杉谷宜紀, 周冠宇, 齊藤宣一, "片側境界条件下での Stokes 方程式の有限要素近似", 日本応用数理学会 2014 年度年会, 政策研究大学院大学, 2014.9.4
50. 林邦好, 栗原考次, "統計的感度分析法に基づく変化点検出に対する粒子フィルタの応用について", 平成 26 年度北海道大学情報基盤センター共同研究「大規模医療データと統計技法に基づく高度臨床診断と予測」, 北海道大学, 2014.7.18
51. 増谷佳孝, "QSI, DKI の原理と解析法およびソフトウェアへの実装に関して", Advanced CT・MR 2014, 軽井沢プリンスホテルウェスト, 2014.6.15
52. 森島勝也, 水藤寛, "ネットワーク上の流れの数値シミュレーション", ワークショップ「数値流体シミュレーション手法とその数学的基盤」, 小豆島ふるさと荘, 2014.5.17
53. 岡田健, 水藤寛, "臨床診断サポートのための医療画像処理", ワークショップ「数値流体シミュレーション手法とその数学的基盤」, 小豆島ふるさと荘, 2014.5.17
54. 土井純, 水藤寛, "有限差分法/有限要素法による血流シミュレーション", ワークショップ「数値流体シミュレーション手法とその数学的基盤」, 小豆島ふるさと荘, 2014.4.17
55. 齊藤宣一, "Navier-Stokes 方程式に対するエネルギー保存型の流出境界条件", 平成 25 年度春の藤田保健衛生大学数理講演会, 藤田保健衛生大学, 2014.3.26
56. 佐々木多希子, 齊藤宣一, "非線形波動方程式の差分分解の爆発について", 第 10 回日本応用数理学会研究部会連合発表会, 京都大学, 2014.3.19
57. 佐々木多希子, 齊藤宣一, "非線形波動方程式の差分分解の爆発について", 日本数学会(応用数学分科会), 学習院大学, 2014.3.15
58. 杉谷宜紀, 周冠宇, 齊藤宣一, "A unilateral open boundary value problem for the stokes equations", 日本数学会(応用数学分科会), 学習院大学, 2014.3.15
59. 水藤寛, "埋め込み境界法による数値シミュレーションと可視化手法", 応用数学チュートリアル 2014 ~数学 CREST 連携チュートリアル&ワークショップ~, 沖縄青年会館, 2014.2.23
60. 井上幸平, 中玉利葉月, "頭頸部領域における H1-MR spectroscopy の初期経験", 第 20 回千葉 MR 研究会, ホテルポートプラザちば, 2014.2.1
61. 滝沢研二, 浅田奨平, B. Austin, T.E. Tezduyar, "Aortic-valve simulation with a high-accuracy method", 第 26 回バイオエンジニアリング講演会, 東北大学, 2014.1.11
62. 高木裕和, 滝沢研二, 杉原健太, T.E. Tezduyar, "Three-layer wall modeling for aortic dissection", 第 26 回バイオエンジニアリング講演会, 東北大学, 2014.1.11
63. 水藤寛, V. Huynh, 滝沢研二, T.E. Tezduyar, 植田琢也, "大動脈瘤の発生・増大機序理解のための血流解析", 第 26 回バイオエンジニアリング講演会, 東北大学, 2014.1.11
64. 周冠宇, 齊藤宣一, 杉谷宜紀, "Stokes 方程式に対する片側境界値問題", 応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2013.12.19
65. V. Huynh, 水藤寛, "IDR(s)法による流体シミュレーションにおける3次元ポアソン方程式の並列解法の実装", 数値流体力学シンポジウム, 名古屋大学, 2013.12.18
66. 林邦好, 石岡文生, 井上幸平, 中玉利葉月, 植田琢也, 水藤寛, 栗原考次, "樹木モデルを用いた肝臓癌の診断論理に関する統計解析", 日本計算機統計学会第 27 回シンポジウム, 熊本市民会館, 2013.11.15
67. 高木裕和, 滝沢研二, T. E. Tezduyar, 鳥井亮, "動脈血流解析における動脈初期ストレス推定法", 第 26 回計算力学講演会, 佐賀大学, 2013.11.4
68. 林邦好, "A general framework for statistical sensitivity analysis of multi-class discriminant methods", パーティクルフィルタ研究会, 鳥取大学, 2013.10.31
69. 周冠宇, 齊藤宣一, "Fictitious domain method with the L^2 -penalty and application to the finite element and finite volume methods", 日本数学会 2013 年度秋季総合分科会, 愛媛大学, 2013.9.27

70. 周冠宇, 齊藤宣一, "仮想領域法 (L^2 処罰法) とその有限要素法および有限体積法の誤差解析", 日本応用数学会, アクロス福岡, 2013.9.10
71. 石岡文生, 林邦好, 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おける統計的アプローチ", 2013 年度統計関連学会連合大会, 大阪大学, 2013.9.9
72. 林邦好, 石岡文生, 井上幸平, 植田琢也, 水藤寛, 栗原考次, "樹木モデルを用いた診断論理の統計解析について", 第 21 回大規模データ科学に関する研究会第 1 回研究集会「大規模医療データを有効活用した高度臨床診断と予測」, 北海道大学, 2013.8.3
73. 近藤洋平, 水藤寛, "有限体積法を用いた胸部大動脈内の血流計算", ワークショップ「有限体積法の数学的基盤理論の確立 III」, 愛媛大学, 2013.8.2
74. 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 - sigmoid 関数により血管形状曲率を重み付けした場合のエンドリークの統計的予測 -", 日本計算機統計学会第 27 回大会, 弘前大学, 2013.5.17
75. 柏原崇人, "漏れ境界条件を課したナビエ・ストークス方程式に対するいくつかの注意", 日本数学会 (応用数学分科会), 京都大学, 2013.3.22
76. 柏原崇人, "摩擦型境界値問題に対する二つの数値計算法の比較: ニュートン法と Active/Inactive 集合法", 日本応用数学会研究部会連合発表会, 東洋大学, 2013.3.14
77. 滝沢研二, 浅田奨平, 高木裕和, T. Tezduyar, "弁の開閉を伴う流体流れの計算", 第 62 回理論応用力学講演会, 東京工業大学, 2013.3.6
78. H. Takagi, K. Takizawa, N. Kostov and T. Tezduyar, "Histology-based prestress for arterial FSI computations", 第 25 回バイオエンジニアリング講演会, 産業技術総合研究所つくばセンター, 2013.1.10
79. K. Takizawa, N. Kostov, H. Takagi and T. Tezduyar, "Boundary fitted meshing for arterial flow analysis", 第 25 回バイオエンジニアリング講演会, 産業技術総合研究所つくばセンター, 2013.1.10
80. 李寧平, 齊藤宣一, "Finite volume approximation for a singularly perturbed convection-diffusion equation", 応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2012.12.21
81. 周冠宇, "Analysis of the fictitious domain method with L^2 -penalty for elliptic and parabolic problems", 応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2012.12.20
82. K. Takizawa, H. Takagi and T. Tezduyar, "Effect of longitudinal prestress in arterial FSI", 第 25 回計算力学講演会, FOCUS, 2012.10.6
83. 水藤寛, 佐久間理史, 植田琢也, 鈴木宗村, 滝沢研二, 琴岡 憲彦, 野出孝一, T. Tezduyar, "大動脈瘤の増大機序理解のための流体構造連成シミュレーション", 第 25 回計算力学講演会, FOCUS, 2012.10.6
84. 柏原崇人, "摩擦型境界条件を課した流体方程式に関わる数値解析(1)(2)", 第 4 回若手による流体セミナー, 富山大学, 2012.9.30
85. 林邦好, 水藤寛, 栗原考次, "カーネル法と次元縮小法 - 非線形パターンの判別とその周辺 -", 第 1 回研究集会「大規模医療データに基づく高度医療診断」, 北海道大学情報基盤センター, 2012.8.9
86. 富田誠, 栗原考次, 田中豊, "DNA データにおける関連解析とその周辺", 第 1 回研究集会「大規模医療データに基づく高度医療診断」, 北海道大学情報基盤センター, 2012.8.9
87. 石橋雄一, 原敦子, "病理診断書の意味解析によるテキストマイニング", 第 1 回研究集会「大規模医療データに基づく高度医療診断」, 北海道大学情報基盤センター, 2012.8.9
88. 石岡文生, 林邦好, 植田琢也, 水藤寛, 栗原考次, "胸部大動脈瘤ステント治療の予後予測に関する研究の進捗状況について", 第 1 回研究集会「大規模医療データに基づく高度医療診断」, 北海道大学情報基盤センター, 2012.8.9
89. 植田琢也, "医療統計と画像診断", CREST ワークショップ「医学における統計学」, 東京大学, 2012.7.20
90. 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", CREST ワークショップ「医学における統計学」, 東京大学, 2012.7.20
91. 滝沢研二, "Space-Time 法による変形物体の定式化と解析", CREST ワークショップ「生体形状モデリングと幾何学」, 東京大学, 2012.7.13
92. 植田琢也, "臨床医療と数理 I - 画像診断における数理的アプローチ", GCOE シンポジウム「臨床医学における数理」, 東京大学, 2012.6.5

93. 水藤寛, "臨床医学診断に生かす数値シミュレーション", 生命科学に取り組む異分野の融合と交流の推進:スーパーコンピューター「京」と生命科学, 岡山大学, 2012.6.1
94. K. Takizawa, K. Schjodt, A. Puntel, N. Kostov, H. Takagi, S. Asada and T. Tezduyar, "Patient-specific modeling of cerebral aneurysms with FSI and stent", 第17回計算工学会, 京都教育文化センター, 2012.5.30
95. 齊藤宣一, "Numerical method for fast diffusion equations", 非線形現象の数理と数値解析2012, 富山大学, 2012.5.26
96. 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 -統計的判別分析に基づくエンドリークの予測とその影響診断-", 日本計算機統計学会第26回大会, 香川県社会福祉センター, 2012.5.12
97. 植田琢也, "臨床画像診断医より数学者へのメッセージ ~ヒトの画像評価アルゴリズム理解のために~, CREST ワークショップ「医療画像診断と数学・統計学の関わり」, 東京大学, 2012.4.20
98. 石橋雄一, "画像情報とテキスト情報をもとにした病理診断支援システム", CREST ワークショップ「医療画像診断と数学・統計学の関わり」, 東京大学, 2012.4.20
99. 中澤嵩, 水藤寛, "微小曲率における螺旋管内流れの様相", 日本数学会 2012 年度年会, 東京理科大学, 2012.3.28
100. 周冠宇, "Analysis of the fictitious domain method with penalty for parabolic problems in non-cylinder domain", 日本数学会 2012 年度年会, 東京理科大学, 2012.3.26
101. 柏原崇人, "応力の大きさに制約を課した境界条件下での Navier-Stokes 方程式に対する強解の存在と一意性", 日本数学会 2012 年度年会, 東京理科大学, 2012.3.26
102. 中澤嵩, 水藤寛, "螺旋管において拍動流によって誘起される 2 次流れの様相", 第 290 回 Q-NA セミナー, 九州大学, 2012.3.13
103. 中澤嵩, 水藤寛, "螺旋管内で拍動流によって駆動される流れ場の安定性解析", 第61回理論応用力学講演会, 東京大学生産技術研究所, 2012.3.7
104. 周冠宇, "Analysis of the fictitious domain method with H^1 -penalty for parabolic problem", 第 8 回数学総合若手研究集会, 北海道大学, 2012.2.27
105. 林邦好, 石岡文生, 植田琢也, 水藤寛, 栗原考次, "統計的判別分析を用いた胸部大動脈瘤ステントグラフト治療に関わる予後予測", 第2回研究集会「大規模医学データの統計的解析とその応用」, 北海道大学情報基盤センター, 2012.2.10
106. 林邦好, 石岡文生, 植田琢也, 水藤寛, 栗原考次, "B-スプラインを用いた大動脈形状曲率の平滑化", 第5回 CREST ワークショップ in 岡山「医学・環境情報の高度利用 II」, 岡山大学環境理工学部, 2012.2.2
107. 植田琢也, "Computational simulation of 4D blood flow dynamics of the thoraco-abdominal aorta: prediction of long-term changes in aneurysm morphology", アカデミア, 聖路加国際病院, 2012.1.21
108. 柏原崇人, "摩擦型境界条件を課した非定常ナビエ・ストークス方程式に対する強解の存在と一意性について", 応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2011.12.15
109. 周冠宇, 齊藤宣一, "Some remarks on the fictitious domain method with penalty for elliptic problems", 応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2011.12.15
110. 中澤嵩, 水藤寛, "円管内旋回流の様相とその安定性", 2011 年度応用数学合同研究集会, 龍谷大学, 2011.12.15
111. 中澤嵩, 水藤寛, "螺旋管における流れの安定性解析", 第 8 回日本流体力学会中四国・九州支部講演会, 九州大学, 2011.12.10
112. 中澤嵩, 水藤寛, "螺旋管における流れの安定性解析", 日本応用数理学会環瀬戸内応用数理研究部会第 15 回シンポジウム, 山口東京理科大学, 2011.12.4
113. 柏原崇人, "摩擦型境界条件を課したナビエ・ストークス方程式に対する強解の存在と一意性", 北海道大学偏微分方程式セミナー, 北海道大学理学部, 2011.11.28
114. 石岡文生, 林邦好, 水藤寛, 植田琢也, 栗原考次, "胸部大動脈瘤のステント治療に関わる予後予測", 医学統計学・疫学分野の最前線に関するシンポジウム, 山梨大学, 2011.11.2
115. 柏原崇人, "P2/P1 有限要素を用いた離散版ソレノイダル拡張定理の証明とその応用について", RIMS 研究集会「科学技術計算における理論と応用の新展開」, 京都大学数理解析研究所,

2011.10.25

116. 水藤寛, "血液の流れを数学で診るには?", 広がる数学Ⅱ・第4回 JST 数学キャラバン, 岡山国際交流センター, 2011.10.23
117. 水藤寛, "血液の流れを数学で診るには", 共生する数学・社会と数理科学の接点-, 香林坊プラザホール, 2011.10.9
118. 柏原崇人, 及川一誠, "絶対値を含む積分の数値計算に対する注意と応用", 日本数学会(応用数学分科会), 信州大学, 2011.9.28
119. 及川一誠, "1 階線形偏微分方程式に対するハイブリッド型不連続 galerkin 法", 日本応用数理学会 2011 年度年会, 同志社大学, 2011.9.14
120. 柏原崇人, 及川一誠, " $L^1(a,b)$ ノルムの数値計算に対する注意とその応用について", 日本応用数理学会 2011 年度年会, 同志社大学, 2011.9.14
121. 石岡文生, 植田琢也, 水藤寛, 栗原考次, "大動脈形状の分類と予後予測", 2011 年度統計関連学会連合大会, 九州大学, 2011.9.6
122. 林邦好, 水藤寛, 栗原考次, "エントロピー基準による次元縮小に基づくパターン認識手法に対する統計的感度分析法", 2011 年度統計関連学会連合大会, 九州大学, 2011.9.5
123. 周冠宇, "Some remarks on the fictitious domain method with penalty for elliptic and parabolic problems", 第 33 回発展方程式若手セミナー, つくばグランドホテル, 2011.8.26
124. 林邦好, "有限次元線形空間に関連した統計量に対する摂動解析 -固有値が重複した場合における SIF と EIF の近似について-", 平成 23 年度統計数理研究所共同研究集会 統計サマーセミナー 2011, 諏訪東京理科大学, 2011.8.11
125. 石岡文生, "胸部大動脈形状の分類と予後リスク評価", 第 13 回大規模データ科学に関する研究会, 北海道大学, 2011.7.8
126. 林邦好, "シミュレーションデータによるロジスティック回帰分析と Claflc 法の性能比較", 第 13 回大規模データ科学に関する研究会, 北海道大学, 2011.7.8
127. 水藤寛, "臨床医療と数理科学の協働", 第 20 回芝浦工大数理科学科談話会, 芝浦工業大学, 2011.6.9
128. 林邦好, "高次元データに対するパターン認識手法における感度解析", 医学・環境情報の高度利用, 岡山大学環境理工学部, 2011.6.9
129. 植田琢也, "虚血性心疾患の画像診断 CT/MRI 時代の心血管画像診断 up-to-date", Academic and clinical radiology, 聖路加国際病院, 2011.5.17
130. 近藤洋平, 水藤寛, "大動脈内の血流シミュレーションと壁面応力評価", 中国地区 5 校合同環境セミナー, 野呂高原ロッジ, 2011.5.13
131. 佐藤弘樹, 水藤寛, "医療画像診断のための最適化アルゴリズム", 中国地区 5 校合同環境セミナー, 野呂高原ロッジ, 2011.5.13
132. 藤井裕子, 水藤寛, "脳脊髄液の流動シミュレーション", 中国地区 5 校合同環境セミナー, 野呂高原ロッジ, 2011.5.13
133. 林邦好, 南弘征, 水田正弘, "影響関数を利用した Multiple similarity method における統計的感度分析", 日本計算機統計学会第 25 回大会, 函館市亀田福祉センター, 2011.5.7
134. 村上愛実, 水藤寛, 植田琢也, "大動脈瘤内の血流シミュレーションの壁面応力評価", 「MathESD による異分野協働型人材養成プログラム」平成 22 年度成果報告会, 岡山大学, 2011.3.3
135. 水藤寛, "数学と医学のホットな関係", 拡がりゆく数学 in 山形-数学はどんな形で社会で役立つか-, 山形大学, 2011.2.20
136. 水藤寛, "臨床医療と数理科学の協働", 越境する数学-さきがけ第一期生研究成果報告会-, 東京大学, 2011.2.16
137. 川田英央, 水藤寛, 植田琢也, "MRI 画像を用いた脳脊髄液の数値シミュレーション", 第 24 回数値流体力学シンポジウム, 慶應義塾大学, 2010.12.20
138. 村上愛実, 水藤寛, 植田琢也, "胸部大動脈拍動流シミュレーションと壁面応力評価", 第 24 回数値流体力学シンポジウム, 慶應義塾大学, 2010.12.20
139. 水藤寛, "新しいタイプの臨床医療診断を目指した放射線医学と数理科学の協働", 東北大学ワークショップ「数学の展開—諸分野との連携を探る」, 東北大学, 2010.11.27
140. 水藤寛, "臨床医療と数理科学の協働に向けて", RIMS 研究集会「諸分野との協働による数理科学

国際

1. K. Hayashi and K. Kurihara, "Illustration of an approach based on influence scores for detecting a change point", The 16th international symposium on advanced intelligent systems, Mokpo national university, 2015.11.16
2. K. Hayashi, S. Ode, H. Suito, T. Ueda and O. Takahashi, "Statistical analysis of measurement errors in the screening of diabetic patients based on HbA1c", 2015 International workshop for JSCS 30th anniversary in Okinawa, Okinawa institute of science and technology graduate university, 2015.10.31
3. T. Sasaki, K. Takizawa, T. E. Tezduyar, H. Takagi, K. Itatani, S. Miyazaki and K. Miyaji, "Arterial wall modeling with time-dependent surface extraction from medical images", International conference on biomedical technology 2015, University of Hanover, 2015.10.28
4. Y. Masutani, "An algorithm dedicated to corticospinal tract tracking by tensor field replacement for crossing fiber cancelling", MICCAI DTI Challenge on tractography for brain tumor surgery 2015, Forum 10 Holiday inn Munich, 2015.10.5
5. Y. Sugitani, G. Zhou and N. Saito, "Finite element approximation for the Stokes equations under a unilateral boundary condition", The 8th international congress on industrial and applied mathematics, China national convention center, 2015.8.14
6. T. Kemmochi and N. Saito, "Discrete maximal regularity for abstract Cauchy problems and its application to the finite element method", The 8th international congress on industrial and applied mathematics, China national convention center, 2015.8.14
7. T. Sasaki and N. Saito, "Blow-up of finite difference solutions to nonlinear Schrodinger equations", The 8th international congress on industrial and applied mathematics, China national convention center, 2015.8.14
8. T. Yoshiki, "A new bound on the integration error of an enough smooth function by quasi-monte carlo integration and the existence of point sets to make the bound small", The 8th international congress on industrial and applied mathematics, China national convention center, 2015.8.12
9. Y. Ueda and N. Saito, "Analysis of space-time computation technique with continuous representation in time (ST-C)", The 8th international congress on industrial and applied mathematics, China national convention center, 2015.8.11
10. T. Sasaki, K. Takizawa, T. E. Tezduyar, H. Takagi, K. Itatani, S. Miyazaki and K. Miyaji, "Arterial wall modeling with time-dependent surface extraction from medical images", 13th U.S. National congress on computational mechanics, Manchester grand hyatt San Diego, 2015.7.29
11. H. Suito, "Flow analyses with nonlinear boundary conditions for cerebrospinal fluid", Summer school and workshop in control and numerics for fluid-structure interaction problems, The TIFR centre for applicable mathematics, Bangalore, 2015.7.20
12. H. Suito, "Fluid-structure interaction analyses for blood flow in the aorta", Summer school on current research in finite element methods, Indian institute of technology Bombay, 2015.7.16
13. K. Hayashi and K. Kurihara, "Analysis of influence scores for detecting a change point", IFCS2015, University of Bologna, 2015.7.7
14. Y. Masutani, M. Hori, and S. Aoki, "Unstructured sampling and RBF-based ODF reconstruction in Q-space for diffusion MR tractography", Computer-assisted radiology and surgery 2015, Hotel NH collection Barcelona constanza, 2015.6.25
15. H. Suito, K. Takizawa, V. Huynh, T. Ueda and T. E. Tezduyar, "Numerical analyses for cardiovascular problems with risk assessments", PANACM2015, Hilton Buenos Aires, 2015.4.29
16. V. Huynh and H. Suito, "A GPU parallel implementation of a 3D Navier-Stokes solver for incompressible flows using the IDR(s)-biortho algorithm", International workshop on information technology, applied mathematics and science, Kyoto ASNY, 2015.3.28
17. T. Sasaki, K. Takizawa, T. E. Tezduyar, H. Takagi, K. Itatani, S. Miyazaki and K. Miyaji,

- "Arterial dynamics computation with surface-extraction medical-image-based time-dependent anatomical models and element-based zero-stress estimates", The 18th international conference on finite elements in flow problems, Regent Taipei, 2015.3.16
18. K. Hayashi and K. Kurihara, "Detecting a change point using statistical sensitivity analysis based on the influence function", Joint 7th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 15th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, Kitakyushu International Conference Center, 2014.12.4
 19. Y. Masutani, "On the effect of diffusion tensor estimation accuracy for pyramidal tract tracking with crossing fiber cancelling", MICCAI 2014 DTI Challenge, Haravad University Hospital, 2014.9.14
 20. K. Hayashi and K. Kurihara, "Sequential statistical sensitivity analysis for detecting a change point", 21st International conference on computational statistics, The international conference center Geneva, 2014.8.20
 21. K. Takizawa, T. E. Tezduyar, A. Buscher and S. Asada, "Space-time interface-tracking with topology change (ST-TC)", WCCM-XI/ECCM-V/ECFD-VI, Palau de congressos de Catalunya, 2014.7.21
 22. K. Takizawa, H. Takagi, T. E. Tezduyar and R. Torii, "Estimation of element-based zero-stress state for arterial FSI computations", WCCM-XI/ECCM-V/ECFD-VI, Palau de congressos de Catalunya, 2014.7.21
 23. H. Suito, V. Huynh, K. Takizawa, T. Ueda and T. Tezduyar, "Blood flow in the thoracic aorta and its relation to geometrical characteristics", WCCM-XI/ECCM-V/ECFD-VI, Palau de congressos de Catalunya, 2014.7.21
 24. G. Zhou, "Error analysis on finite-volume approximation for a parabolic-elliptic system modeling chemotaxis and the numerical blow-up analysis", EASIAM 2014: East Asia Section of SIAM 2014, Ambassador city Jomtien, 2014.6.24
 25. Y. Sugitani, "A unilateral open boundary value problem for the Stokes equations", EASIAM 2014: East Asia Section of SIAM 2013, Ambassador city Jomtien, 2014.6.24
 26. T. Sasaki, "Blow-up of finite difference solutions for nonlinear wave equations", EASIAM 2014: East Asia Section of SIAM 2014, Ambassador city Jomtien, 2014.6.24
 27. T. Ueda, H. Tsunoda, H. Arai, E. Morishita, G. Akaike and S. Arai, "Improved detection of architectural distortion in digital mammography using distortion-weighted image (DiWI): a new mathematical image-filtering technique by the pinwheel-framelet processing method", ECR2014, Austria center Vienna, 2014.3.7
 28. N. Tanio, T. Ueda, "CT findings of intramural blood pool in intramural hematoma: significant differential diagnosis of ulcer-like projection", ECR2014, Austria center Vienna, 2014.3.7
 29. H. Suito, K. Takizawa and T. E. Tezduyar, "FSI modeling of thoracic aortic aneurysms", APCOM&ISCM2013, Intercontinental hotel, 2013.12.11
 30. K. Takizawa, J. Boben, Y. Tsutsui, C. Boswell, R. Kolesar, N. Toh, T. Kanai and T. E. Tezduyar, "Comparative modeling of full-scale and subscale spacecraft parachute", APCOM&ISCM2013, Intercontinental hotel, 2013.12.11
 31. G. Zhou, N. Saito, "Fictitious domain method with the L2-penalty and application to the finite element and finite volume methods", SIAM conference on analysis of partial differential equations, Hilton Orlando lake buena vista, 2013.12.10
 32. N. Saito and G. Zhou, "A unilateral open boundary condition for the Navier-Stokes equations", SIAM conference on analysis of partial differential equations, Hilton Orlando lake buena vista, 2013.12.8
 33. H. Suito, "FSI simulation of swirling flows in thoracic aorta", Seminar at department of mechanical engineering, Rice university, 2013.8.23
 34. K. Hayashi, F. Ishioka, B. Raman, D. Sze, H. Suito, T. Ueda and K. Kurihara, "Diagnostics for the risk prediction of each type of endoleak formation after TEVAR using statistical discriminant analysis", Conference of the international federation of classification societies, Tilburg university, 2013.7.17
 35. K. Takizawa, K. Schjodt, A. Puntel, N. Kostov, H. Takagi, S. Asada and T. Tezduyar, "Patient-specific computational analysis of the influence of a stent on the unsteady flow in

- cerebral aneurysms", Coupled problems 2013, Conference center, 2013.6.17
36. H. Suito, T. Ueda, D. Liang, D. Sze, K. Takizawa and T. Tezduyar, "FSI simulation of swirling flows in thoracic aorta", Coupled problems 2013, Conference center, 2013.6.17
 37. T. Kashiwabara, "On a strong solution of the Navier-Stokes equations under slip or leak boundary conditions of friction type", ICMFD, Hotel nikko nara, 2013.3.7
 38. T. Kashiwabara, "Stokes and Navier-Stokes equations under slip or leak boundary conditions of friction type", MOX Seminar, Politecnico di milano, 2013.2.11
 39. K. Takizawa and T. Tezduyar, "Space-time fluid-structure interaction techniques for long arterial segments", 4th international conference on computational methods, Crowne plaza, 2012.11.26
 40. Y. Morita, T. Ueda, A. I. Makidono, T. Shirai, K. Niwa and Y. Saida, "Radiological assessment of repaired Tetralogy of Fallot in adults: what radiologists need to know to determine the indication of redo surgery", RSNA2012, McCormick place, 2012.11.25
 41. T. Ueda and H. Suito, "Computational simulation of 4D blood flow dynamics of the aorta: significant clue of long-term development of aneurysm", RSNA2012, McCormick place, 2012.11.25
 42. K. Takizawa, T. Brummer, K. Schjodt, N. Kostov, A. Puntel, H. Takagi and T. Tezduyar, "Patient-specific modeling of fluid-structure interaction and stenting in cerebral arteries with aneurysm", JSME-CMD international computational mechanics symposium 2012, FOCUS, 2012.10.11
 43. H. Suito, T. Ueda and D. Sze, "Swirling flows and vortex dynamics in thoracic aorta with torsion", ECCOMAS 2012: 6th European congress on computational methods in applied sciences and engineering, University of Vienna, 2012.9.12
 44. H. Suito, "Computational analysis for cardiovascular system/cerebrospinal fluid flow", Introduction to mathematical physiology, Meiji university, 2012.9.4
 45. K. Hayashi, F. Ishioka, B. Raman, D. Sze, H. Suito, T. Ueda and K. Kurihara, "Statistical sensitivity analysis for risk prediction of endoleak formation after thoracic endovascular aortic repair", Analysis and modeling of complex data in behavioural and social sciences, Hotel villa orlandi, 2012.9.3
 46. K. Hayashi, F. Ishioka, H. Suito and K. Kurihara, "Diagnostics and improvements on statistical sensitivity analysis in a subspace method ", COMPSTAT 2012:20th international conference on computational statistics, Amathus beach hotel, 2012.8.28
 47. N. Saito, "Discrete extinction phenomenon in fast diffusion equations", 4th China-Japan-Korea conference on numerical mathematics, Piazza omi, 2012.8.25
 48. H. Suito, "Vortical flow related to aortic aneurysms", 4th China-Japan-Korea conference on numerical mathematics, Piazza omi, 2012.8.25
 49. G. Zhou, "The fictitious domain method with penalty for parabolic problems", 4th China-Japan-Korea conference on numerical mathematics, Piazza omi, 2012.8.25
 50. T. Kashiwabara, "Finite element approximation for Stokes equations under slip or leak boundary conditions of friction type", 4th China-Japan-Korea conference on numerical mathematics, Piazza omi, 2012.8.25
 51. G. Zhou, "Analysis of the fictitious domain method with penalty for parabolic problem", EASIAM 2012, National Taiwan university, 2012.6.27
 52. N. Saito, "Finite volume approximation for fast diffusion equations", EASIAM 2012, National taiwan university, 2012.6.26
 53. T. Kashiwabara, "On a strong solution of the Navier-Stokes equations under slip or leak boundary conditions of friction type", EASIAM 2012, National Taiwan university, 2012.6.26
 54. T. Kashiwabara, "Finite element method for the Stokes equations under frictional boundary conditions", YIC2012, University of aveiro, 2012.4.24
 55. K. Takizawa, "Estimated zero-pressure (EZP) arterial geometry and mesh generation techniques for patient-specific cerebral aneurysm FSI analysis", CREST workshop "Recent developments of mesh generation and biofluids", The university of Tokyo, 2012.3.19
 56. K. Hayashi, F. Ishioka, B. Raman, D. Sze, H. Suito, T. Ueda and K. Kurihara, "Assessment of the relationship between native thoracic curvature and endoleak formation after TEVAR

- based on linear discriminant analysis", 4th Japanese-German symposium on classification, Doshisha university, 2012.3.9
57. K. Hayashi, H. Suito and K. Kurihara, "Analysis of influence pattern at training samples in discrimination", 7th conference of the asian regional section of the IASC, Academia sinica, 2011.12.16
 58. T. Ueda, "Seeing the forest: integrated radiologic assessment of ischemic heart disease in coronary artery bypass graft surgery", Radiological society north America (RSNA), Lakeside learning center, 2011.11.30
 59. N. Saito, "L1 analysis of the finite volume method for nonlinear degenerate diffusion problems", SIAM conference on analysis of partial differential equations (PD11), San Diego marriott mission valley, 2011.11.14
 60. K. Hayashi, H. Suito and K. Kurihara, "Detection of mislabeled training data in pattern recognition with influence function", Joint meeting of the Korea-Japan conference of computational statistics, Haeundae grand hotel, 2011.11.12
 61. H. Suito, T. Ueda and D. Sze, "Secondary flows in thoracic aorta with torsion", SIMBIO 2011, Vrije Universiteit Brussel, 2011.9.22
 62. N. Saito, "L1 analysis of the finite volume method for degenerate diffusion problems, nonlinear dynamics in partial differential equations", The 4th MSJ-SI mathematical society of japan, Kyushu university, 2011.9.12
 63. F. Ishioka, H. Nakatamari, H. Suito, T. Ueda and K. Kurihara, "Prediction of the future risk of endoleak complications based on statistical method", 58th world statistics congress of the international statistical institute, Dublin conference centre, 2011.8.24
 64. K. Hayashi and Y. Tanaka, "Sensitivity analysis for multiple similarity method and its application", 58th world statistics congress of the international statistical institute, Dublin conference centre, 2011.8.24
 65. T. Nakazawa and H. Suito, "Mathematical analysis for the effect of curvature and torsion on the torque exerted on the aortic wall", Joint seminar of Okayama university and SYKE - mathematical modeling and simulation in environmental and medical problems -, SYKE, 2011.8.9
 66. H. Suito, "Introduction of CREST project for collaboration between clinical medicine and mathematical sciences/blood flow analysis related to aortic aneurysms", Joint seminar of Okayama university and SYKE - mathematical modeling and simulation in environmental and medical problems -, SYKE, 2011.8.9
 67. H. Suito and T. Ueda, "Vortex dynamics in thoracic aorta with torsion", ICIAM2011, Vancouver convention centre, 2011.7.22
 68. T. Kashiwabara, "Finite element approximation of the stokes problem under leak or slip boundary conditions of friction type", ICIAM 2011, Vancouver convention centre, 2011.7.18
 69. N. Saito, "Maximum-norm error estimate of the finite volume approximation for a convection-diffusion equation", ICIAM 2011, Vancouver convention centre, 2011.7.18
 70. H. Suito, T. Ueda and D. Sze, "Flows in thoracic aorta with torsion", EASIAM2011, Waseda university Kitakyushu campus, 2011.6.28
 71. T. Kashiwabara, "FEM analysis of the stokes equations under boundary conditions of friction type", EASIAM 2011, Waseda university Kitakyushu campus, 2011.6.27
 72. N. Saito, "Analysis of the finite volume approximation for a degenerate parabolic equation", EASIAM 2011, Waseda university Kitakyushu campus, 2011.6.27
 73. G. Zhou and N. Saito, "Some remarks on the fictitious domain method with penalty for elliptic problems", EASIAM 2011, Waseda university Kitakyushu campus, 2011.6.27
 74. T. Ueda, H. Suito, G. D. Rubin and D. Sze, "Computational simulation of 4D blood flow dynamics of the thoraco-abdominal aorta: prediction of long-term changes in aneurysm morphology", European congress of radiology 2011, Austria center Vienna, 2011.3.3
 75. H. Suito, "Vortex dynamics in aorta with torsion", International workshop on "Far-from-equilibrium dynamics 2011", Kyoto university, 2011.1.7
 76. H. Suito and T. Ueda, "Vortex dynamics related to thoracic aortic aneurysms", Japan-Russia workshop on numerical investigation of hydrodynamic instabilities and turbulence with high-performance computing, Okayama royal hotel, 2010.10.7

③ ポスター発表 (国内会議 16 件、国際会議 11 件)

国内

1. 林邦好, 栗原考次, "影響スコアに基づく変化点検出について", 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2015, 函館アリーナ, 2015.11.20
2. V. Huynh and H. Suito, "A GPU parallel solver for 3D incompressible Navier-Stokes equations discretized by the stabilized finite element method", JST-CREST さきがけ数学シンポジウム 2015「22 世紀社会創造のための数学」, アキバホール, 富士ソフト秋葉原ビル, 2015.9.30
3. 林邦好, 大出幸子, 植田琢也, 水藤寛, 高橋理, "時系列健診データからの異常値検出・検査誤差に関する分析-", JST-CREST さきがけ数学シンポジウム 2015「22 世紀社会創造のための数学」, アキバホール, 富士ソフト秋葉原ビル, 2015.9.30
4. 林邦好, 大出幸子, 植田琢也, 水藤寛, 高橋理, "CART による肝細胞癌の分化度の判別について-ロバストな分岐条件の生成-", JST-CREST さきがけ数学シンポジウム 2015「22 世紀社会創造のための数学」, アキバホール, 富士ソフト秋葉原ビル, 2015.9.30
5. 柏原崇人, 水藤寛, "MRI 画像撮像における磁性体の影響を調べるための数値シミュレーション構築に向けて", 第 2 回 JST CREST「数学」領域横断若手合宿@志賀島, 休暇村志賀島, 休暇村志賀島, 2015.3.9
6. 林邦好, "臨床データへの応用に向けた Classification and Regression Trees のロバスト化に関する考察", 第 2 回 JST CREST「数学」領域横断若手合宿@志賀島, 休暇村志賀島, 休暇村志賀島, 2015.3.9
7. 松本尚, 富岡義樹, 青山正人, 増谷佳孝, "あいまいな境界情報の入力に基づく対話的臓器領域抽出法", メディカルイメージング連合フォーラム 2015, ホテルミヤヒラ, 2015.3.3
8. V. Huynh, "A GPU implementation of GPBiCGSafe-algorithm-based Navier-Stokes solvers for 3D incompressible flows", 第 18 回環瀬戸内応用数理研究部会シンポジウムシンポジウム, 加計学園国際学術交流センター, 2014.12.5
9. 林邦好, 栗原考次, "母パラメータが変動しうるデータの判別における統計的異常値検出について", 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2014, 岡山大学, 2014.11.23
10. 佐々木多希子, "非線形シュレディンガー方程式の差分分解の爆発について", 日本応用数学会 2014 年度年会, 政策研究大学院大学, 2014.9.3
11. 水藤寛, 植田琢也, 中澤嵩, "大動脈血流解析と予後予測", 越境する数学-さきがけ 2 期生研究成果報告会-, 東京大学弥生講堂, 2011.12.20
12. 水藤寛, 植田琢也, 中澤嵩, "大動脈血流解析と予後予測", JST 数学領域第 2 回領域シンポジウム, アキバプラザ・アキバホール, 2011.9.7
13. 齊藤宣一, 柏原崇人, "摩擦型境界条件に関わる数学解析", JST 数学領域第 2 回領域シンポジウム, アキバプラザ・アキバホール, 2011.9.7
14. 林邦好, 石岡文生, 栗原考次, 植田琢也, "大動脈形状判別分析", JST 数学領域第 2 回領域シンポジウム, アキバプラザ・アキバホール, 2011.9.7
15. 水藤寛, 川田英央, 植田琢也, "MRI 画像を用いた有限要素法による脳脊髄液流れの数値シミュレーション", 越境する数学-さきがけ第一期生研究成果報告会-, 東京大学, 2011.2.16
16. 水藤寛, 村上愛実, 植田琢也, "胸部大動脈における血流解析と壁面応力評価", 越境する数学-さきがけ第一期生研究成果報告会-, 東京大学, 2011.2.16

国際

1. Y. Ueda and N. Saito, "Analysis of successive projection with B-spline", Second Joint Workshop of China-Japan-Korea A3 Foresight Program, Xiamen university, 2015.11.28
2. Y. Sugitani, N. Saito and G. Zhou, "Some outflow boundary conditions for the Navier-Stokes equations", Second Joint Workshop of China-Japan-Korea A3 Foresight Program, Xiamen university, 2015.11.28
3. V. Huynh and H. Suito, "A GPU implementation of GPBiCGSafe-algorithm-based Navier-Stokes solver for 3D incompressible flows", the GPU technology conference, San Jose convention center, 2015.3.17

4. V. Huynh, "A GPU Implementation of a 3D Poisson solver for fluid simulation using the IDR(s) algorithm", the GPU technology conference, Tokyo Midtown Hall & Conference, 2014.7.16
5. Y. Fujii and H. Suito, "Numerical simulation of cerebrospinal fluid flow", Advances in computational fluid-structure interaction and flow simulation, Waseda university, 2014.3.19
6. Y. Kondo, H. Suito, K. Takizawa and T.E. Tezduyar, "Numerical simulation of blood flow in thoracic and abdominal aortae", Advances in computational fluid-structure interaction and flow simulation, Waseda university, 2014.3.19
7. K. Inoue, H. Takishima, K. Motoori and T.Uno, "Proton MR spectroscopy of the head and neck lesions; technical issues and initial experience", Radiological society of the north America 2013, McCormick place, 2013.12.1
8. S. Horiuchi, M. Ishiyama, T. Ueda, T. Takeda and M. Goto, "How do we suspect internal hernia and identify the cause of hernia in patients without typical clinical presentation", Radiological society of the north America 2013, McCormick place, 2013.12.1
9. T. Ueda, A. Makidono, M. Matsusako, S. Horiuchi and Y. Saida, "Explore the heart ""without"" ECG-gating!; a practical approach to evaluate cardiac function on non-ECG-gated thoracic CT", Radiological society of the north America 2013, McCormick place, 2013.12.1
10. S. Horiuchi, T. Ueda, M. Goto, T. Suzuki and Y. Saida, "Radiological findings of crohn disease revisited: pictorial review of whole gastrointestinal tract involvement in the era of CT", Radiological society of the north America 2013, McCormick place, 2013.12.1
11. K. Hayashi, F. Ishioka, H. Suito and K. Kurihara, "Perturbation analysis for similarity based on entropy in a linear subspace method ", 59th World statistics congress of the international statistical institute, The Hong Kong convention and exhibition centre, 2013.8.25

(4)知財出願

①国内出願 (2 件)

1. 発明の名称:画像処理用デジタルフィルタ、画像処理装置、画像処理方法、および、プログラム
 発明者:植田琢也、角田博子、新井仁之、新井しのぶ
 出願人:JST
 出願日:2014 年 1 月 30 日
 出願番号:特願 2013-016203 号
2. 発明の名称:構造推定装置、構造推定方法、および、プログラム
 発明者:鈴木宗村、増谷佳孝、阿原一志、植田琢也
 出願人:JST
 出願日:2015 年 9 月 11 日
 出願番号:特願 2015-179892

②海外出願 (1 件)

1. 発明の名称:IMAGE PROCESSING DIGITAL FILTER, IMAGE PROCESSING DEVICE, PRINTING MEDIUM, RECORDING MEDIUM, IMAGE PROCESSING METHOD AND PROGRAM
 発明者:新井仁之、植田琢也、角田博子、新井しのぶ
 出願人:JST
 出願日:2014 年 1 月 29 日
 出願番号:PCT/JP2014/052596
 出願国:米国他

③その他の知的財産権
なし

(5)受賞・報道等

①受賞

- [1] 日本応用数学会第8回若手優秀講演賞, 柏原崇人(齊藤グループ), 2012年4月
- [2] Japan Association for Computational Mechanics Fellow Award, 滝沢研二, 2012年7月
- [3] International Association for Computational Mechanics Young Investigator Award, 滝沢研二, 2012年7月
- [4] ASME AMD Young Investigator Award American Society of Mechanical Engineers, 滝沢研二, 2012年11月
- [5] 第2回藤原洋数理科学賞・大賞, 水藤寛, 2013年10月
- [6] Young Investigator Award of the Asian Pacific Association for Computational Mechanics, 滝沢研二, 2013年12月
- [7] JACM Award for Computational Mechanics, Japan Association of Computational Mechanics, Tayfun E. Tezduyar, 2013年12月
- [8] 日本機会学会三浦賞, 高木裕和, 2014年3月
- [9] 機械学会計算力学部門業績賞, 滝沢研二, 2014年11月
- [10] 2014年度早稲田大学リサーチアワード(国際研究発信力), 滝沢研二, 2014年11月
- [11] The 18th International Conference on Finite Elements in Flow Problems, Outstanding Student Presentation Award, Takafumi Sasaki, 2015年3月
- [12] 平成27年度科学技術分野文部科学大臣表彰・若手科学者賞, 滝沢研二, 2015年4月

②マスコミ(新聞・TV等)報道

- [1] 2014年7月11日 日経産業新聞、「テクトレンド 高度数学、他分野への応用」
- [2] 2015年1月5日 京都新聞、「背後に潜む本質に迫る 医療現場で」
- [3] 2015年4月24日 日経産業新聞、「テクトレンド 数学を医療などに応用」

③その他
なし

(6)成果展開事例

①実用化に向けての展開
特になし

②社会還元的な展開活動

領域活動の一環として JST 数学キャラバンを毎年開催し、数学と社会との関わりについて、高校生及び一般市民へ広く知らせる取り組みを続けてきている。

§ 5 研究期間中の活動

5. 1 主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2011年 6月9日	第2回 CREST ワークショップ in 岡山(医学・環境情報の高度利用 I)	岡山大学環境理工学部	15人	チーム内ミーティング兼研究ワークショップ
2011年 10月13日	第4回 CREST ワークショップ in 岡山「実験解析と数値解析の融合」	岡山大学環境理工学部	9人	研究討論会
2012年 3月15日	CREST Workshop “Recent Developments of Mesh Generation and Biofluids”	東京大学大学院数理科学研究科	30人	グループ内研究ワークショップ
2012年 3月22日	第6回 CREST ワークショップ in 岡山「時間遅れを伴う相関解析」	岡山大学環境理工学部	14人	ワークショップ
2012年 4月20日	CREST Workshop 医療画像診断と数学・統計学の関わり	東京大学大学院数理科学研究科	26人	学術交流
2012年 6月5-7日	GCOE シンポジウム臨床医学における数理 I(共催)	東京大学大学院数理科学研究科	43人	情報発信
2012年 7月13日	CREST Workshop 生体形状モデリングと幾何学	東京大学大学院数理科学研究科	16人	学術交流
2012年 7月20日	CREST ワークショップ 医学における統計学	東京大学大学院数理科学研究科	18人	情報発信
2012年 10月19日	第8回 CREST ワークショップ in 岡山	岡山大学環境理工学部	12人	学術交流
2012年 10月24-26日	GCOE シンポジウム臨床医学における数理 II(共催)	東京大学大学院数理科学研究科	34人	情報発信
2012年 12月28日	第9回 CREST ワークショップ in 岡山	岡山大学環境理工学部	8人	学術交流
2013年 1月18日	CREST ワークショップ 医療画像診断と幾何学・数値解析学の接点	東京大学大学院数理科学研究科	20人	学術交流
2013年 3月13-14日	4th CREST-SBM International Symposium “Collaboration between Mathematical Science and Clinical Medicine”	東京大学大学院数理科学研究科	52人	数学領域国際会議シリーズの一つとしての開催
2013年 3月18日	第10回 CREST ワークショップ in 岡山	岡山大学環境理工学部	11人	学術交流
2013年 5月9日	第11回 CREST ワークショップ in 岡山	岡山大学環境理工学部	10人	学術交流

2013年 5月23日	第12回 CREST ワークショップ in 岡山	岡山大学環境理工学部	9人	学術交流
2013年 5月28日	第13回 CREST ワークショップ in 岡山	岡山大学環境理工学部	11人	学術交流
2014年6 月20日	第14回 CREST ワークショップ in 岡山	岡山大学環境理工学部	10人	学術交流
2014年12 月17日	CREST ワークショップ「医療統計 とそれに関連する話題」	東京大学数理科学研究 科	25人	学術交流
2015年10 月9日	連続講演会その1「医療統計と 医用画像処理」	岡山大学環境理工学部	19人	情報発信
2015年10 月30日	連続講演会その2「医療統計と 医用画像処理」	岡山大学環境理工学部	21人	情報発信
2015年11 月6日	連続講演会その3「医療統計と 医用画像処理」	岡山大学環境理工学部	25人	情報発信
2015年12 月4日	連続講演会その4「医療統計と 医用画像処理」	岡山大学環境理工学部	20人	情報発信
2016年1 月8日	連続講演会その5「医療統計と 医用画像処理」	岡山大学環境理工学部	22人	情報発信

§6 最後に

本研究の開始当初には、大動脈瘤に関係する血流の問題と、肝臓癌の画像診断に関する問題を、大きな二つのテーマとして挙げていた。前者については幾何学的な特徴抽出と病態の関係の理解に至り、後者については熟練医の診断論理を抽出してアルゴリズム化することに成功した。実際には我々の研究対象はこの二つのテーマにとどまらず、多くのテーマに発展することになった。このように、臨床医学と数理学の協働の輪がどんどん広がっていったことは、本研究プロジェクトの大きな成果といえるだろう。このプロジェクトで培った研究者ネットワークと異分野協働の経験を元にして、今後それをさらに発展させ、臨床医学と数理学の双方にとって有益な、さらにそれらを通して国民の幸福をもたらす成果につなげていきたい。