

# 生体力学シミュレーション特別研究ユニット

## Computational Biomechanics Unit

研究ユニットリーダー 姫野 龍太郎  
HIMENO, Ryutarō

コンピュータ上に生きている人体を再現し、病気やけがの診断や手術計画を検討したり、医師のトレーニングを行ったりできるようなコンピュータシステムの開発を行っている。人体のモデリングでは血液などの循環を司る流体力学、硬軟組織の変形を司る構造力学、人の動きを司る動力学に基づいて偏微分方程式をたて、コンピュータでシミュレーションを行う。このシミュレーションのための人体全身モデル構築のために、各種臓器の形状や材料特性を取得するための装置の開発や画像処理ソフトの開発なども行っている。さらに、上記プロジェクトから派生した技術を基に、生物全体を対象に生体情報の取得、数値化、蓄積を図り、サイエンスの分野で用いられる標準データを作成することを目指した生体形状情報の数値化およびデータベース構築研究を推進している。

### 1. 生体力学シミュレーション研究

生体力学シミュレーション研究が目指すものは、できる限り精緻かつ大規模な力学的生体像を計算機の中に作り上げることである。この人体モデルは単に形状をモデル化したマネキンや死体ではなく、生体として呼吸をし、体内には血液が流れ、外部の環境に適応し、歩いたり走ったり、ボールを投げたりもでき、飛んできたボールにぶつかれば怪我もする生身の体を持つモデルとして構築する。さらに、その人体モデルは人間一般であると共に、注目しているある特定の個人のモデルも構築する。これによって、その人に関し、疾病の原因や障害の過程を目に見える形で捕らえ、診断のための基礎を提供したり、新しい治療手段の開発あるいはその適用の可否の事前の判断などを、患者に負担をかけることなく、計算機上で実行できることを目指している。過去5年間の第1期では、人体を循環器系、軟組織・硬組織、運動系に分けてそれぞれの領域での詳細なシミュレーションを目指した研究を行ってきた。それぞれの課題については、詳細なシミュレーションを再現することに成功したが、個々の詳細なシミュレーションを目指したがために、人体全体を統一的にシミュレーションすることはできない。本提案の第2期では、これまでの研究成果を基に、循環器、軟・硬組織、運動器系を合わせた、人体の統合化されたシミュレーションを目指す。提案課題終了時には、筋骨格モデルに血管や臓器が内包された全身モデルを構築する予定である。

本年度は第2期の初年度として、上記目的を達成する体制を整えると共に、個別の課題を設定した。これまでの研究体制を大きく変更し、解析手法開発チーム、人体モデル開発チーム、手術シミュレータ開発チームの編成に改変して研究を遂行している。なお、本年度は3月に理研シンポジウムを開催した。

(1) 解析手法開発チーム(姫野、遠藤<sup>\*1</sup>、賀<sup>\*1</sup>、伊藤<sup>\*1</sup>、清水<sup>\*1</sup>、長野<sup>\*2</sup>、荒川<sup>\*3</sup>、傳保<sup>\*3</sup>、Prokopow<sup>\*3</sup>、吉岡<sup>\*3</sup>、梶谷<sup>\*4</sup>、劉<sup>\*4</sup>、安達<sup>\*5</sup>、谷下<sup>\*5</sup>、辻岡<sup>\*5</sup>、小野<sup>\*6</sup>、Hose<sup>\*6</sup>、北脇<sup>\*6</sup>、幸村<sup>\*6</sup>、望月<sup>\*6</sup>、渡部<sup>\*6</sup>、桑原<sup>\*6</sup>、岩田<sup>\*6</sup>、坪田<sup>\*6</sup>、伊藤<sup>\*6</sup>)

解析手法開発チームでは、第1期での成果を基に従来の解析法(差分FEM)での流体構造連成プログラムをシステムとして完成させると共に、ものづくり情報技術統合化研究プログラムで開発中のボクセルベースの構造流体解析プログラムを基に、生体で問題となる流体構造連成問題を解析するプログラムの開発を行った。熱流体の連成解析では、正常組織と腫瘍組織の血流、温度、酸素分布を解析する連成モデルを開発した。また、流体構造連成解析では、イルカ等の粘弾性被膜が周囲流体の圧力を受けて微小変形し、摩擦抵抗力を現象させていることを三次元計算モデルとして再現することができた。開発したプログラムにより、航空機や船舶などへの粘弾性被膜の抵抗低減デバイスとしての応用可能性を示した。

骨のリモデリングでは、骨内の骨細胞の反応を骨生成と消失の関係から数理モデル化し、骨細胞を最小単位として骨梁のリモデリングモデルの構築を行った。構築したモデルにより、骨の生成消失が再現され、骨梁レベルでのシミュレーションを実現した。

(2) 人体モデル開発チーム(姫野、横田<sup>\*1</sup>、覚正<sup>\*1</sup>、加藤<sup>\*1</sup>、中村<sup>\*1</sup>、竹本<sup>\*7</sup>、成嶋<sup>\*3</sup>、須長<sup>\*3</sup>、貝原<sup>\*8</sup>、佐藤(正)<sup>\*5</sup>、佐藤(嘉)<sup>\*6</sup>、谷下<sup>\*5</sup>、牛田<sup>\*6</sup>、古川<sup>\*6</sup>、世良<sup>\*6</sup>、渡部<sup>\*6</sup>)

人体全体の計算に用いるための全身メッシュモデルを作成する。メッシュモデルには形状情報と力学的特性が不可欠であり、本研究でも、それぞれを測定する方法の開発、人体の測定を目指している。形状情報の収集では、X線CT、MRIを用いて人体の1mm分解能の撮影を行う予定である。また、個体差に適応するための個人形状の収集も合わせて行う。さらに、超音波を用いた三次元形状情報収集装置の開発も合わせて行う予定である。また、人体の力学的特性の測定も重要な課題であり、引っ張り試験装置による摘出臓器の測定と、非破壊の超音波を用いた測定装置の開発を行う予定である。

初年度である本年度はまず粗いボクセルモデルを構築した。本プロジェクト所有のMRIを用いて、ボランティアの1×1×8mmのMRI全身モデルを構築した。撮影した

MRI モデルから、人体内の軟組織の判別が可能であった。また、局所的ではあるが、頭部、膝部の詳細モデルを構築した。撮影時間が長時間に及ぶことから、その撮影シーケンスと撮影手技（ボランティア個別撮影治具作製）を確定した。

さらに、再生骨による人工膝関節開発のための膝関節のMRI撮影について検討を行った。1.5Tの臨床機における撮影シーケンスの開発ならびに、膝関節専用コイル開発の可能性を見いだした。なお、MRIは組織情報、血流などのマルチフィジックスの情報を得ることができるが、空間分解能が悪い欠点がある。そこで、ボランティアを対象としたX線CT全身モデル撮影について倫理委員申請を行い、来年度以降での撮影の許可を得ることができた。今後、X線CTによる全身の1辺0.5mmボクセルの詳細形状モデルを構築すると共に、MRI、超音波エコー、ドップラー等の情報を適時挿入して人体モデルの構築を図る予定である。

さらに、物性値の測定では、非侵襲的な方法として、MRIを用いた非侵襲的弾性率測定について、Gradient echo法による定量的な測定法を考案し、その実現の可能性を見いだした。

(3) 手術シミュレータ開発チーム（姫野、横田<sup>\*1</sup>、山村<sup>\*1</sup>、孫<sup>\*1</sup>、深作<sup>\*4</sup>、矢部<sup>\*5</sup>、藤本<sup>\*5</sup>、上田<sup>\*9</sup>）

本チームでは、上記2チームからの研究の進捗に合わせ、前述の成果を基に、個別の疾患に対応するシミュレーションを可能とする手術シミュレータを開発する。このチームでは、開発の目処が立った対象について臨床応用が可能なシミュレータの開発を行うことを使命としている。

カテーテルシミュレータの開発では、三次元モデルへの拡張を行うと共に、外部の医療機関からのX線CTからの患者の血管情報を対象にするために医療機関からのDICOMデータに対応したインターフェースを開発し、実際の患者の血管情報を基にシミュレーションすることに成功した。網膜剥離に対する強膜バックリング術の術前シミュレータの開発では、昨年度までに開発したシミュレータに入力する網膜裂孔を有する眼球モデル構築法の開発、強膜バックリング後の屈折率の変化について検討を行った。また、個別の患者に対応した眼球モデル作製のために、外部資金を利用して、企業との共同研究により、三次元眼底画像構築システムの開発を行っている。さらに小耳症に対する、耳介再建術のためのモデル構築では、健側の耳介のX線CT情報を基に、小耳症側の耳介モデルを構築して光造型法により耳介模型を構築した。本年度は必要要件の抽出を行い、4名の患者のモデル構築を行い、実際の手術にて使用された。4例共に既存の術式と比較して立体的な形状が反映されており、医師から高い評価を得ている。今後は定量的な評価と専用システムの構築を行う予定である。

**2. 生体形状情報の数値化およびデータベース構築研究**（姫野、横田<sup>\*1</sup>、覚正<sup>\*1</sup>、中村<sup>\*1</sup>、古城<sup>\*3</sup>、竹本<sup>\*7</sup>、森下<sup>\*7</sup>、本多<sup>\*3</sup>、中島<sup>\*3</sup>、阿部<sup>\*3</sup>、小林<sup>\*3</sup>、三島<sup>\*5</sup>、樋口<sup>\*4</sup>；山形（大森素材工学研究室）；加瀬（ポリウムCAD開発チーム）；牧野内（ものづくり情報技術統合化研究プログラム）；西村（VCAT開発チーム）；重谷、黒川（情報基盤センター））

生物の形状は遺伝子の最終表現形として観察することが

できる。しかし、生物の内部構造まで含めた三次元形状は測定方法や形状の取り扱い方法の問題により、定量的に取り扱うことが困難である。そこで、生物内部の三次元形状を数値化して比較検索が可能とすることにより、生物の形と遺伝子の働きを結びつけることが可能となる。この目的のために、測定装置、情報の取り扱い、可視化法について研究を進めている。

本年度は本プロジェクトの2年目であり、引き続き要素技術の開発と共に、実際の生物試料の観察を行った。なお、技術の分野が広範囲に渡ることから、4つの個別の課題毎に研究チームを構築した。

また、本年度は3月に理研シンポジウムを開催した。

(1) 生体の断層画像取得法研究チーム（姫野、横田<sup>\*1</sup>、覚正<sup>\*1</sup>、中村<sup>\*1</sup>、森下<sup>\*7</sup>、古城<sup>\*3</sup>、成嶋<sup>\*3</sup>、樋口<sup>\*4</sup>；山形（大森素材工学研究室））

本年度は、骨などの硬い組織に対応した硬組織対応型三次元内部構造顕微鏡システムの完成と観察手法の開発を行った。骨に適した切削速度、試料送り量等の切削条件を見いだした。また、試料観察法の検討では、マウスの脳血管の染色法の検討を行い、分解能1μm程度のマイクロ領域での観察手法を確立した。しかしながら、撮影範囲が限られていることから、広範囲の観察手法について開発を進めている。また、昨年度に確定した観察手法を用いて、マウスの主要な7系統雄雌14個体の全身ボクセル情報を取得した。全身、任意断面画像を構築して、それらの内部情報の可視化を行うと共に、内部臓器として腎臓を抽出した立体画像の構築にも成功した。また、既知の生殖器萎縮系統と正常マウスの生殖器の可視化、計測を行い、その構造の違いを明らかにした。

(2) 特徴部位の自動抽出手法開発チーム（姫野、横田<sup>\*1</sup>、竹本<sup>\*7</sup>、阿部<sup>\*3</sup>、本多<sup>\*3</sup>、中島<sup>\*3</sup>、三島<sup>\*5</sup>；西村（VCAT開発チーム））

本年度は、色情報のみを利用した画像抽出手法の開発を行った。教師断面画像の情報を基に、色座標とその頻度情報から色可能性マップ（カラーヒストグラム）を作製し、領域を拡張させることにより教師にない色部位を抽出することに成功した。今後拡張方法について検討を進める予定である。また判別分析の逐次型に拡張したOLDAをフルカラー連続断面画像に適応した手法の開発を行った。対象画像に依存するが、90%の高い正解率を得る手法を導き出すことができた。次に、ウマ卵巣内の卵胞の自動抽出法の開発を行った。フルカラーの画像内の判別に寄与するパラメーターを導き出し、局所領域毎に自動判別分析を行う手法により、操作者からは各卵胞の上端下端の断面番号と中央部の正解領域を設定するだけで領域を自動的に抽出することが可能となった。55個の卵胞抽出に要した時間は9時間であり、試算によるマニュアル操作による9166時間に比較して1000分の1の時間で抽出することが可能となった。また、領域抽出の基本ソフトウェアとしてVCAT開発チームと共同でVCATシステムをベースに自動抽出手法の組込みを行っている。

(3) 形状情報の数値化チーム（姫野、横田<sup>\*1</sup>、中村<sup>\*1</sup>、森下<sup>\*7</sup>、小林<sup>\*3</sup>、三島<sup>\*5</sup>；牧野内（ものづくり情報技術統合化研究プログラム）；加瀬（ポリウムCAD開発チーム））

血管を対象にその分岐を基準に数値化する手法を開発す

る。血管の任意の部位を出発点としてその下流に向かって、血管の中心線を算出し、その分岐数、分岐までの距離を数値データ化する手法を開発した。数値化した情報は、血管形状の分岐とその太さを指標にした親子関係を設定したツリー構造(グラフ)とすることに成功した。今後、ロバストなシステムにすると共に、類似度検索システムの開発を行う予定である。

(4) 取得情報の圧縮可視化チーム(姫野, 横田<sup>\*1</sup>; 重谷, 黒川(情報基盤センター))

上記各チームから生み出される情報は膨大な容量となる。そのために、可逆圧縮の手法、三次元可視化手法、インターネットによる配信システムについて研究を進めている。本年度は、情報基盤センターと共に、9GBもの大容量のフルカラーボリュームレンダリングを目指したシステムの開発を行っている。

---

<sup>\*1</sup> 協力研究員, <sup>\*2</sup> 基礎科学特別研究員, <sup>\*3</sup> 研修生, <sup>\*4</sup> 客員主管研究員, <sup>\*5</sup> 客員研究員, <sup>\*6</sup> 共同研究員, <sup>\*7</sup> ジュニア・リサーチ・アソシエイト, <sup>\*8</sup> 研究嘱託, <sup>\*9</sup> 研究生

## 1. Computational biomechanics simulation project

The Computational Bio-Mechanics research project (CBM project, here after), a five-year project started, was terminated at the end of March 2004, and succeeded by the second CBM project from April, 2004. We are developing a computer model of live human body to make a diagnosis for disease or injury, to make an operation plan or to make practice of operations. The ultimate goal of this project is to develop a live human model on a computer system. The computer model is based on fluid dynamics for the circulatory system, structure analysis for soft and hard tissue and kinematics for human body motion. We are also developing a 3D measurement device to get shapes of various organs as well as image processing software and sequence of MRI. We held a RIKEN symposium in March, 2005.

(1) Analysis code developing team

We aimed to develop the simulation code for the heat fluid coupling analysis, the structural fluid coupling analysis, and the restructuring analysis of the bone. In the heat fluid coupling analysis, the blood stream, the temperature, and the oxygen distribution was developed. In the fluid structure coupling analysis, a three dimensional computing model of the viscoelasticity film was developed. In the simulation of the bone, we developed a restructuring model of the bone trabeculae of which a minimum unit was the cell of bone.

(2) Human digital data model team

The aim of this team is to construct the human body model to be alive. The constructed human body model has muscle, blood vessels, bone, and various organs. Moreover, this model has information on shape and mechanical properties. In this year, we developed the whole body model with a resolution of  $1 \times 1 \times 8$  mm, it used MRI from a volunteer.

(3) Surgical operation simulator team

The aim of this team develops the operation simulator used by the medical practice based on the results of the other two team. In this year, we developed the simulator of the sclera buckling operation to detached retinas, and developed the catheter simulator. In the catheter simula-

tor, we succeeded in use and the simulation of patient's blood vessel information.

## 2. Digitization of biological sample's shape and construction of its database

The shapes of living things are the final expression of their genomes. However, numerical handling of a three dimensional shape is not easy because there is no general numerical definition of the shapes. Once we define the method to measure the three dimensional internal structure of a biological sample, we will be able to search and compare the structure to presume the relationship between the shape of a living thing and its genome.

This year, we have developed a 3D internal structure microscope which can be applied for such hard tissues as bones. We obtained very clear 3D images of both mouse skull and brain at the same time. We also developed an observation protocol for bone and whole mouse and the blood tubes in the brain, and successfully obtained sectional images of whole mouse from 7 strains male and female.

## Staff

### Head

Dr. Ryutaro HIMENO

### Members

Dr. Akinori NAGANO<sup>\*1</sup>

Dr. Takahide ENDO<sup>\*2</sup>

Dr. Ying HE<sup>\*2</sup>

Dr. Yoshiaki ITOH<sup>\*2</sup>

Mr. Nobunori KAKUSHO<sup>\*2</sup>

Dr. Yoko KATO<sup>\*2</sup>

Ms. Sakiko NAKAMURA<sup>\*2</sup>

Dr. Tetsuya SHIMIZU<sup>\*2</sup>

Dr. Naoto YAMAMURA<sup>\*2</sup>

Dr. Hideo YOKOTA<sup>\*2</sup>

Dr. Zhi-Gang SUN<sup>\*2</sup>

---

<sup>\*1</sup> Special Postdoctoral Researcher

<sup>\*2</sup> Contract Researcher

### in collaboration with

Dr. Masahiro ANZAI (Adv. Eng. Team)

Dr. Kiwamu KASE (V-CAD Dev. Team)

Dr. Motoyoshi KUROKAWA (Adv., Cen., Comput., Commun.)

Dr. Akitake MAKINOCHI (Integr. Volume-CAD Syst. Res. Program)

Mr. Masaomi NISHIMURA (VCAT Dev. Team)

Dr. Takayuki SHIGETANI (Adv., Cen., Comput., Commun.)

Dr. Yutaka YAMAGATA (Mater. Fabr. Lab.)

Mr. Kenji YAMAZAWA (Adv. Eng. Team)

### Visiting Members

Dr. Taiji ADACHI (Grad. Sch. Eng., Kyoto Univ.)  
 Dr. Shinichi FUJIMOTO (Nara Med. Univ.)  
 Dr. Kazuaki FUKASAKU (Kasukabe Cent. Gen. Hosp./  
 Himonya Hosp.)  
 Dr. Katsuko FURUKAWA (Sch. Eng., Univ. Tokyo)  
 Dr. Toshiro HIGUCHI (Fac. Sci., Univ. Tokyo)  
 Dr. David HOSE (Univ. Sheffield, UK)  
 Dr. Yoshiaki ITOH (Kajima Corp.)  
 Dr. Hiroki IWATA (Fac. Med., Yamagata Univ.)  
 Dr. Makoto KAIBARA  
 Dr. Fumihiko KAJIYA (Grad. Sch. Med. Dentistry,  
 Okayama Univ.)  
 Mr. Tomoki KITAWAKI (Okayama Univ.)  
 Dr. Taku KOMURA (City Univ. Hong Kong, China)  
 Dr. Kunio KUWAHARA (Inst. Space Astronaut. Sci.,  
 Jpn Aerosp. Explor. Agency)  
 Dr. Hao LIU (Fac. Eng., Chiba Univ.)  
 Dr. Taketoshi MISHIMA (Fac. Sci., Saitama Univ.)  
 Dr. Yoshiyuki MOCHIZUKI (Matsushita Electr. Ind.)  
 Mr. Souichiro MORISHITA (Grad. Sch. Sci. Eng.,  
 Saitama Univ.)  
 Dr. Kenji ONO (Univ. Tokyo. IML)  
 Dr. Kahei SATO (Coll. Bioresour. Sci., Nihon Univ.)  
 Dr. Masaaki SATO (Tohoku Univ.)  
 Mr. Toshihiro SERA (Jpn Synchrotron Radiat. Res.  
 Inst.)  
 Ms. Satoko TAKEMOTO (Grad. Sch. Sci. Eng., Saitama  
 Univ.)  
 Dr. Kazuo TANISHITA (Fac. Sci., Keio Univ.)  
 Dr. Ken-ichi TSUBOTA (Tohoku Univ.)  
 Dr. Katsuhiko TSUJIOKA (Kawasaki Med. Sch.)  
 Dr. Takashi USHIDA (Grad. Sch. Medicine Fac.  
 Medicine, Univ. Tokyo)  
 Dr. Masao WATANABE (Kyusyu Univ.)  
 Dr. Hiroo YABE (Toho Univ. Med. Sch.)  
 Dr. Yusuke YAJIMA (Coll. Educ., Ibaraki Univ.)

### Trainees

Mr. Mitsuru ABE (Fac. Eng., Saitama Univ.)  
 Mr. Hiroshi ARAKAWA (Grad. Sch. Arts Sci., Univ.  
 Tokyo)  
 Ms. Kanako DENBO (Grad. Sch. Hum. Sci., Ochanomizu  
 Univ.)  
 Mr. Naomichi FURUSHIRO (Grad. Sch. Eng., Univ.  
 Tokyo)  
 Mr. Toshio HAYASHIDA (Sch. Eng., Univ. Tokyo)  
 Mr. Hideharu HONDA (Grad. Sch. Sci. Technol., Meiji  
 Univ.)  
 Mr. Daisuke KOBAYASHI (Grad. Sch. Sci. Eng.,  
 Saitama Univ.)  
 Ms. Kanako NAKAJIMA (Grad. Sch. Sci. Eng., Saitama  
 Univ.)  
 Mr. Kazuya NAKANO (Sch. Eng., Univ. Tokyo)  
 Mr. Hiroto NARUSHIMA (Grad. Sch. Sci. Technol.,  
 Keio Univ.)

Mr. Yuuki OKABE (Coll. Educ., Ibaraki Univ.)  
 Mr. Przemyslaw PROKOPOW (Grad. Sch. Sci. Eng.,  
 Saitama Univ.)  
 Ms. Junko SUNAGA (Grad. Sch. Bioresour. Sci., Nihon  
 Univ.)  
 Ms. Noriko UEDA (Tokyo Women's Med. Univ. Daini  
 Hosp.)  
 Mr. Shinsuke YOSHIOKA (Grad. Sch. Arts Sci., Univ.  
 Tokyo)

### 誌 上 発 表 Publications

#### [雑誌]

(原著論文) \*印は査読制度がある論文

Iwata H., Kaibara M., Dohmae N., Takio K., Himeno  
 R., and Kawakami S.: "Purification, identification, and  
 characterization of elastase on erythrocyte membrane as  
 factor IX-activating enzyme", *Biochem. Biophys. Res.  
 Commun.* **316**, 65–70 (2004). \*

He Y., Liu H., and Himeno R.: "A one-dimensional  
 thermo-fluid model of blood circulation in the human  
 upper limb", *Int. J. Heat Mass Transfer* **47**, 2735–2745  
 (2004). \*

Kyo K., Suzuki Y., Kaibara M., Sugita Y., Nakamura S.,  
 Ogawa A., and Iwaki M.: "Ion-beam modification of  
 coronary stent grafts", *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.* **29**,  
 595–598 (2004). \*

伊藤嘉晃, 姫野龍太郎: "重合格子法を用いた 3 次元流体解  
 析手法の直列 2 円柱に生じる不安定振動法への適用", 構  
 造工学論文集 **49B**, 359–366 (2003). \*

孫智剛, 牧野内昭武, 矢部比呂夫: "眼球網膜剥離手術数値  
 シミュレーションのための 3 次元 FEM プログラムの開  
 発", 日本機械学会論文集 (A 編) **69**, 1775–1781 (2003).  
 \*

世良俊博, 藤岡秀樹, 横田秀夫, 牧野内昭武, 姫野龍太郎,  
 谷下一夫: "マイクロ CT を用いたラット細気管支の局  
 所コンプライアンスの評価", 日本バイオレオロジー学会  
 誌 (B & R) **18**, 20–27 (2004). \*

高橋範吉, 氏家弘, 世取山翼, 鈴木嘉昭, 堀智勝, 貝原真: "ガ  
 ラスモデルによる脳動脈瘤内の血流の可視化", 日本バイ  
 オレオロジー学会誌 (B & R) **18**, 143–148 (2004). \*

賀櫻, 劉浩, 姫野龍太郎, 白崎実: "指の温度と上肢血流循環  
 の相関性に関する研究", 日本機械学会論文集 (B 編) **71**,  
 641–648 (2005). \*

#### [単行本・Proc.]

(原著論文) \*印は査読制度がある論文

Itoh Y. and Himeno R.: "Numerical investigation on  
 unstable oscillations of two circular cylinders in tan-  
 dem arrangement", *Proc. ASME FEDSM'03 and 4th  
 ASME/JSME Joint Fluids Engineering Conf. (CD-  
 ROM)*, Hawaii, USA, 2003–7, ASME and JSME, New  
 York, p. 45460 (2003). \*

伊藤嘉晃, 姫野龍太郎: "流力振動する円柱群まわりの流れ  
 の 3 次元解析", *Dynamics and Design Conference 2003  
 CD-ROM 論文集*, 長崎, 2003–9, 日本機械学会, 東京, p.

623 (2003).

山田貴博, 伊藤嘉晃, 大塚隆行: “流体: 構造連成問題における保存型時間積分について”, 日本機械学会第 16 回計算力学講演会講演論文集, 神戸, 2003-12, 日本機械学会, 神戸, pp. 71-72 (2003).

(その他)

牧野内昭武, 山村直人, 横内康人, 高村正人, 浜孝之, 森謙一郎, 桑原利彦, 吉田健吾, 伊藤耿一, 宅田裕彦, 吹春寛: 加工プロセスシミュレーションシリーズ 1: 静的解法 FEM: 板成形 (全一冊), 日本塑性加工学会 (編), コロナ社, 東京, (2004).

## 口頭発表 Oral Presentations

(国際会議等)

He Y., Liu H., Himeno R., and Shirazaki M.: “Numerical and experimental study on the relationship between blood circulation and peripheral temperature”, 13th Int. Conf. on Mechanics in Medicine and Biology, (National Cheng Kung University and Taiwanese Society of Biomechanics), Tainan, Taiwan, Nov. (2003).

Yokota H., Nakamura S., Kakusho N., Kawaguchi R., Yabe H., Makinouchi A., Himeno R., and Higuchi T.: “New anatomy with three dimension internal structure microscope device”, 16th Int. Congr. of the IFAA: Anatomical Science 2004 from Gene to Body, Kyoto, Aug. (2004).

Kimura J., Hirano Y., Takemoto S., Nanbo Y., Ishinazaka G., Himeno R., Mishima T., Tsumagari S., and Yokota H.: “Three-dimensional reconstruction of the equine ovary”, 16th Int. Congr. of the IFAA: Anatomical Science 2004 from Gene to Body, Kyoto, Aug. (2004).

Takemoto S., Yokota H., Hirano Y., Nakamura S., Kimura J., Nanbo Y., Tsumagari S., Himeno R., and Mishima T.: “Semi-automated color segmentation from a biological cross-sectional image series: Follicle segmentation from the equine ovary”, 2004 IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics (SMC2004), Hague, The Netherlands, Oct. (2004).

He Y., Shirazaki M., Liu H., Himeno R., and Sun Z.: “Numerical study of blood perfusion rate in human tumors under laser irradiation”, Int. Forum on Heat Transfer (IFHT2004), (The Heat Transfer Society of Japan), Kyoto, Nov. (2004).

(国内会議)

伊藤嘉晃, 姫野龍太郎: “直列 2 円柱に生じる空力不安定振動のシミュレーション”, 平成 15 年度非定常空気力学懇親会・構造物の空気力研究会, (日本鋼構造協会), 金沢, 8 月 (2003).

氏家弘, 川俣貴一, 久保長生, 堀智勝, 高橋範吉, 鈴木嘉昭: “イオンビーム照射によって改良した ePTFE 人工硬膜”, 第 13 回脳神経外科手術と機器学会, 幕張, 3 月 (2004).

氏家弘, 堀智勝, 世取山翼, 高橋範吉, 鈴木嘉昭: “イオンビーム照射 ePTFE の脳動脈瘤ラッピング材への応用”, 第 13 回脳神経外科手術と機器学会, 幕張, 3 月 (2004).

氏家弘, 堀智勝, 鈴木嘉昭, 世取山翼, 高橋範吉: “イオンビーム照射 ePTFE の脳動脈瘤ラッピング材への応用”,

第 33 回脳卒中の外科学会, 名古屋, 3 月 (2004).

氏家弘, 堀智勝, 世取山翼, 高橋範吉, 鈴木嘉昭: “脳動脈瘤ラッピング材としてのイオンビーム照射 ePTFE の有効性”, 第 29 回日本脳卒中学会総会, 名古屋, 3 月 (2004).

遠藤誉英, 姫野龍太郎: “粘弾性被膜をによる流体制御の数値シミュレーション”, 理研シンポジウム「生体力学シミュレーション研究プロジェクト第一期成果報告会」, 和光, 3 月 (2004).

賀纓, 白崎実, 劉浩, 姫野龍太郎: “レーザー照射による腫瘍組織と微小循環の熱挙動に関する数値解析”, 第 41 回日本伝熱シンポジウム, (日本伝熱学会), 富山, 5 月 (2004).

覚正信徳, 横田秀夫, 姫野龍太郎: “3 次元内部構造顕微鏡を用いたマウス系統による 3 次元構造の違いの観察”, 形の科学会, 理研シンポジウム「機能と形: かたちが生み出す新しい世界—現代の寺田寅彦を探しに—」, 和光, 6 月 (2004).

中村佐紀子, 横田秀夫, 姫野龍太郎: “3 次元内部構造顕微鏡を用いた生体の微細血管構造観察”, 形の科学会, 理研シンポジウム「機能と形: かたちが生み出す新しい世界—現代の寺田寅彦を探しに—」, 和光, 6 月 (2004).

竹本智子, 横田秀夫, 平野悠子, 中村佐紀子, 木村順平, 南保泰雄, 津曲茂久, 姫野龍太郎, 三島健稔: “ウマ卵巣内における卵胞配置の可視化の試み (奇蹄目に特異的な卵巣構造の解明)”, 形の科学会, 理研シンポジウム「機能と形: かたちが生み出す新しい世界—現代の寺田寅彦を探しに—」, 和光, 6 月 (2004).

岩川英司, 横田秀夫, 森下壮一郎, 姫野龍太郎, 三島健稔: “逆畳み込み演算による 3D-ISM フルカラー連続断面画像からの下層透過成分除去の試み”, 形の科学会, 理研シンポジウム「機能と形: かたちが生み出す新しい世界—現代の寺田寅彦を探しに—」, 和光, 6 月 (2004).

小林大祐, 横田秀夫, 森下壮一郎, 中村佐紀子, 姫野龍太郎, 三島健稔: “血管の 3 次元形状の数値化に向けた閉路検出による特徴量抽出の試み”, 形の科学会, 理研シンポジウム「機能と形: かたちが生み出す新しい世界—現代の寺田寅彦を探しに—」, 和光, 6 月 (2004).

加藤陽子, 姫野龍太郎: “力学的環境が Gradient Echo 法における信号・位相特性に与える影響”, 生体医工学シンポジウム 2004, (日本エム・イー学会関西支部), 札幌, 9 月 (2004).

本多英晴, 竹本智子, 横田秀夫, 覚正信徳, 中村佐紀子, 姫野龍太郎, 三島健稔, 大竹光政: “カラーヒストグラムを利用したフルカラー連続生体断面画像からの抽出法の検討”, 2004 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 徳島, 9 月 (2004).

小林大祐, 横田秀夫, 森下壮一郎, 中村佐紀子, 姫野龍太郎, 三島健稔: “血管形状の比較に向けた木構造モデル構築の試み”, 2004 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 徳島, 9 月 (2004).

森下壮一郎, 横田秀夫, 姫野龍太郎, 三島健稔: “独立成分分析とロジスティック回帰による多重蛍光からの色素濃度推定”, 2004 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, 徳島, 9 月 (2004).

高橋範吉, 氏家弘, 世取山翼, 鈴木嘉昭, 貝原真, 堀智勝: “内面を血管内皮細胞で覆ったガラス脳動脈瘤モデル内部

- の血流可視化”, 第 52 回レオロジー討論会, (日本レオロジー学会, 日本バイオレオロジー学会), 弘前, 9 月 (2004).
- 平野悠子, 木村順平, 猪飼志保, 石名坂豪, 津曲茂久, 横田秀夫, 中村佐紀子, 姫野龍太郎, 竹本智子, 三島健稔, 本多英晴, 大竹正光, 南保泰雄, 松井基純, 三宅陽一: “三次元内部構造顕微鏡装置 (3D-ISM) を用いたウマ卵巣の観察 (卵巣内構造物の三次元化および空間的位置関係の検索)”, 第 97 回日本繁殖生物学会大会, 広島, 9 月 (2004).
- 佐々木久里, 氏家弘, 高橋範吉, 世取山翼, 鈴木嘉昭, 貝原真, 堀智勝: “内面に血管内皮細胞を培養したガラスモデルによる脳動脈瘤内の血流の可視化”, 第 63 回日本脳神経外科学会総会, 名古屋, 10 月 (2004).
- 貝原真, 世取山翼, 鈴木嘉昭: “血液凝固 (静脈血栓形成) に及ぼす mechanical disturbance および血流の影響”, 第 27 回日本血栓止血学会学術集会, 奈良, 11 月 (2004).
- 横田秀夫, 覚正信徳, 中村佐紀子, 西村将臣, 姫野龍太郎, 牧野内昭武: “ボクセルエディタを用いた生物内部の 3 次元構造解析”, 第 13 回日本バイオイメーキング学会学術集会, 京都, 11 月 (2004).
- 横田秀夫, 中村佐紀子, 吉木淳, 姫野龍太郎: “3 次元内部構造顕微鏡を用いたマウス心臓における心筋細胞の 3 次元配置の観察”, 第 18 回日本エム・イー学会秋季大会, 松山市, 11 月 (2004).
- 横田秀夫, 中村佐紀子, 小林大祐, 三島健稔, 姫野龍太郎: “3 次元内部構造顕微鏡を用いた腎毛細血管網の観察と数値化の試み”, 第 18 回日本エム・イー学会秋季大会, 松山市, 11 月 (2004).
- 遠藤誉英, 姫野龍太郎: “粘弾性被膜を有する回転楕円体周囲の流れの数値解析”, 第 18 回数値流体力学シンポジウム, (日本流体力学会), 東京, 12 月 (2004).
- 加藤陽子, 姫野龍太郎: “コロイドにおける Gradient Echo 法の信号特性”, 第 17 回バイオエンジニアリング講演会, (日本機械学会), 名古屋, 1 月 (2005).
- 横田秀夫, 覚正信徳, 西村将臣, 中村佐紀子, 牧野内昭武, 姫野龍太郎: “3 次元内部構造顕微鏡と RV エディタが切り開く新しい解剖学”, 第 139 回日本獣医学会学術集会, 和光, 3 月 (2005).
- 古城直道, 横田秀夫, 中村佐紀子, 山形豊, 大森整, 樋口俊郎: “精密切削加工による生体試料内部構造の観察: 骨切削条件の選定”, 2005 年精密工学会春季大会学術講演会, 横浜, 3 月 (2005).
- 竹本智子, 横田秀夫, 平野悠子, 中村佐紀子, 木村順平, 南保泰雄, 津曲茂久, 三宅陽一, 姫野龍太郎, 三島健稔: “フルカラー生体連続断面画像からの自動組織抽出法の検討: ウマ卵巣内部の可視化の試み”, 理研シンポジウム「生体形状の数値化及びデータベース構築研究」, 和光, 3 月 (2005).