



## BIOENGINEERING NEWS

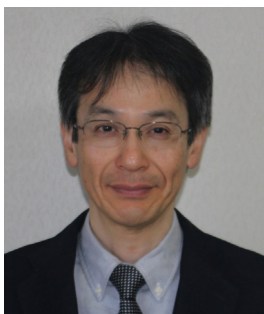
No. 43 Autumn, September 1, 2014

## 目次

1. 部門長あいさつ 山本憲隆 (立命館大学) ... 2
2. バイオエンジニアリングの歴史  
人工心臓の歴史 山根隆志 (神戸大学) ... 2
3. 特集記事  
メカノバイオロジーと宇宙の接点 曾我部正博, 小林剛 (名古屋大学) ... 5  
メカノメディスン: メカノバイオロジーの医学・医療への展開 成瀬恵治 (岡山大学) ... 7
4. 部門情報
4. 1 講演会案内  
日本機械学会 2014 年度年次大会 (2014/9/7-10, 東京都) ...11  
第 25 回バイオフィロンティア講演会 (2014/10/3-4, 鳥取市) ...11  
第 11 回最適化シンポジウム (2014/12/12-13, 金沢市) ...12  
第 27 回バイオエンジニアリング講演会 (2015/1/9-10, 新潟市) ...12
4. 2 講演会報告  
第 24 回バイオフィロンティア講演会を終えて 富田直秀 (京都大学) ...13  
第 26 回バイオエンジニアリング講演会を終えて 早瀬敏幸 (東北大学) ...13
4. 3 部門賞  
功績賞を受賞して 荒木勉 (大阪大学) ...14  
業績賞を受賞して 早瀬敏幸 (東北大学) ...14  
瀬口賞を受賞して 杉田修啓 (名古屋工業大学)・前田英次郎 (北海道大学) ...15  
フェロー賞を受賞して 今村拓哉 (大阪大学)・福島昌一郎 (大阪大学)・吉永司 (大阪大学) ...16  
2013 年度日本機械学会賞受賞者一覧 (バイオエンジニアリング部門関連分) ...17  
2014 年度バイオエンジニアリング部門<功績賞, 業績賞, 瀬口賞>候補者の募集 ...17
4. 4 企画委員会だより 西田正浩 (産業技術総合研究所)・須藤亮 (慶應義塾大学) ...18
4. 5 国際委員会だより 石川拓司 (東北大学)・坪田健一 (千葉大学) ...19
4. 6 国際英文ジャーナルだより 安達泰治 (京都大学)・大橋俊朗 (北海道大学)・石川拓司 (東北大学)・坪田健一 (千葉大学)・須藤亮 (慶應大学) ...19
5. 分科会・研究会活動報告  
計測と力学-生体への応用-研究会 大橋俊朗 (北海道大学)・東藤正浩 (北海道大学) ...20  
生体機能の解明とその応用に関する研究会 松本健郎 (名古屋工業大学)・杉田修啓 (名古屋工業大学) ...21  
生体システム技術研究会 高松洋 (九州大学)・澤江義則 (九州大学) ...21  
生物機械システム研究会 和田成生 (大阪大学)・田原大輔 (龍谷大学) ...22  
傷害バイオメカニクス研究会 一杉正仁 (滋賀医科大学)・松井靖浩 (交通安全環境研究所)・本澤養樹 (本田技術研究所)・榎徹雄 (東京都市大学) ...22  
制御と情報-生体への応用研究会 早瀬敏幸 (東北大学)・小池卓二 (電気通信大学) ...23  
スキンメカニクス計測と評価研究会 佐久間淳 (東京農工大学)・佐伯壮一 (大阪市立大学) ...23  
高度物理刺激と生体応答に関する研究分科会 佐藤岳彦 (東北大学)・大橋俊朗 (北海道大学)・川野聡恭 (大阪大学)・白樫了 (東京大学) ...24
6. 研究室紹介  
川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床工学科 メカノバイオロジー研究室 坂元尚哉 (川崎医療福祉大学) ...25
7. 海外だより  
アメリカの日本人研究者からのご挨拶 長富次郎 (Clemson University) ...26
8. 会員からの投稿記事  
身近に感じたバイオエンジニアリング 片岡則之 (川崎医療福祉大学) ...27
9. 部門組織 ...29

ホームページ: <http://www.jsme.or.jp/bio/>メーリングリスト: [bio-mc@jsme.or.jp](mailto:bio-mc@jsme.or.jp)

# 1. 部門長あいさつ



山本 憲隆

立命館大学工学部機械工学科  
教授

バイオエンジニアリング部門は今年で発足後 28 年目を迎えて、世代交代の時期にきていると思います。50 歳前後で旧世代と新世代に分かれると考えています。では、旧世代と新世代の違いは何か。旧世代の方々は、研究を始めたときに機械工学科にバイオ関連の研究室は無く、材力や流力などの旧分野の研究を開始し、その後バイオ研究に興味を持ち、ある方はバイオ研究に専念し、またある方は旧分野の研究もしつつバイオ研究も行なう、というように、様々な研究スタイルの方々に構成されていました。この多様性が部門活動の原動力となり、現在の部門の隆盛に結びついたと考えられます。一方、新世代の方々は、大学の卒業研究でバイオのテーマを選択され、その後一貫してバイオ研究一筋に歩んでこられました。バイオエンジニアリングの研究も成長期から成熟期を迎えて、研究がより高度化・専門化し、多様性は失われる傾向にあります。しかし、部門の活性化を維持するには多様性も必要不可欠なものだと思います。新世代の方々には、研究の高度化と多様性という相反する課題に取り組み、部門の未来を切り開いていただきたいと思います。

今年度、次回（2019 年）の部門評価実施要領がま

り、前回（2011 年）の方針から大きく変更されました。各部門が 5 年毎に掲げるポリシーステートメントに関して、記載項目を統一して、具体的な 5 年間の活動目標を記載し、部門評価においてポリシーステートメントの達成度を最も重視するというものです。現在、ポリシーステートメントを作成して、部門活性化委員会に提出し、委員会からの意見を待っているところです。しかし、バイオ関連の研究分野のように研究の進展が速い分野では、5 年後には当初掲げた目標が陳腐化している可能性もあります。今回作成したポリシーステートメントはここ 1、2 年のものと考えていただき、どんどん書き換える必要があると思います。このような思いも込めて、ポリシーステートメントの最後は、「若手研究者の自由な発想に基づく積極的な提言を汲み上げ、持続的な部門の活性化を図っていく。」と結びました。正式に確定すると学会のホームページに掲載されますので、ぜひご覧ください。

最後になりますが、バイオエンジニアリング部門の将来を担う新世代の方々にスムーズにバトンを渡すのが、私の（旧世代最後の）部門長としての役目とっております。ご協力をお願いいたします。

## 2. バイオエンジニアリングの歴史

### 「人工心臓の歴史」

神戸大学大学院工学研究科 山根 隆志

#### 1. 人工心臓の歴史

厚生労働省人口動態統計によれば、わが国の死亡者数のうち心・脳・血管疾患が 30 万人を超える。そのうち重症

心疾患の患者として、心臓移植希望登録者が 323 人おり、年間移植ドナーが法改正で年平均 6 人から年平均 40 人に増えてもなお、280 人分の心臓が不足している。これを補

う医療は、人工心臓が再生医療しかなく、緊急に治療を必要とする場合は、人工心臓以外に方法は無い。

人工心臓の歴史は、血栓と感染を克服する歴史であった。1957年米国 Cleveland Clinic 病院で Kolff-Akutsu 博士の動物実験から始まった、しかし抗血栓性材料が登場するまで実用化を待って、1981年から心臓を切除する全置換拍動型の臨床試験が行われ、次に生体心臓を残して装着する補助人工心臓が主流となった。

そして、感染症防止に有効で退院可能な、埋め込み拍動型の臨床試験が1987年から始まり、臨床使用例は4600例を超えた。埋め込み型補助人工心臓の第1世代(図1)は、主として重量1400gを超す大型の拍動型ポンプであった。

1998年より、回転型の補助人工心臓が導入され、小型化が進み、退院・就労復帰が可能となり、技術革新が起きた。機械接触軸受を採用したもので第2世代(図1)と呼ばれる。1998年より軸流型の臨床試験が始まり、臨床適用数はすでに13,000例を超えている。回転型であるため、重量200~500gと小型で埋め込みが容易なことと、部分点数が少ないため信頼性が向上したことが大きい。

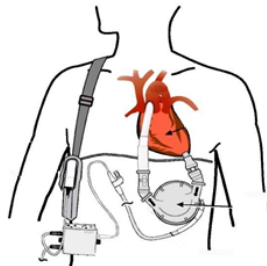
拍動型から回転型になったことにより、非接触軸受を導入することが可能になり、再び技術革新が起きた。これが第3世代(図1)であり、その臨床試験が2004年から始まった位置センサと電磁石でインペラを浮かばせる磁気軸受を採用した遠心型、10ミクロンオーダーの凹凸を付けることによって発生する局所流体圧を利用する流体動

圧軸受を採用した遠心型、およびサブミクロンの液膜で血液と冷却水の混合を遮断するメカニカルシールを採用した遠心型等である。形式は遠心ポンプが多く、血液ポンプサイズは軸流型よりは大きくなるが、超高耐久性に特徴がある。また小柄患者に適用できる、動圧軸受式軸流補助人工心臓も開発されつつある。

実用化が始まった第2世代、第3世代の補助人工心臓は、体内埋め込み型で、退院ができる点が大きなメリットであり、コントローラ/バッテリー(8~10時間使用)はキャリアバッグで携行できシャワーも使える。海外での新規埋め込みはほとんど全て、これら回転型ポンプになっており、国内でも適用患者は退院、就労・就学復帰までできるようになっている。またポンプ選択については、米国レジストリーINTERMACSによれば、2008年前半には拍動流型と連続流型の適用が半々であったが、2010年以降の新規埋め込み患者には連続流型が使われる傾向となっている。

このように製品が次々と出揃ったが、最近それを補完するように、長期人工心臓までのつなぎ(Bridge-to-bridge)ないし心臓移植か否かの判断までのつなぎ(Bridge-to-decision)として、拍動型以外に磁気軸受式(Thoratec社 CentriMag)も臨床使用されている。また、早期に鎖骨下に埋め込む部分流量補助式(HeartWare社 Synergy)も臨床使用され始めている。また耐久性の高い遠心ポンプの登場により、数日を超えて呼吸・循環補助(ECMO)に使用できる可能性が開けている。

**第1世代(電磁式拍動型)**



ボールスクリュー 拍動型  
Thoratec/ニプロ社 HeartMate XVE

**第2世代(接触回転型)**



機械軸受軸流型  
Thoratec/ニプロ社 HeartMate II



機械軸受軸流型  
JarvikHeart/CMI社 Jarvik 2000

**第3世代(非接触回転型)**



メカニカルシール 遠心型  
サンメディカル技術研究所 EVAHEART



磁気軸受遠心型  
テルモ社 Duraheart



動圧軸受遠心型  
HeartWare社 HVAD



動圧軸受軸流型  
(国産・産総研他 NEDOプロジェクト)

図1 人工心臓の種類(第一世代から第三世代へ)

## 2. ポンプの種類と軸受の種類

人工心臓に使えるポンプ形式は大きく分けて、

- (1) 弁がある拍動容積型【機能は拍動流ポンプ】
- (2) 仕切弁が回転する回転容積型
- (3) 弁がない回転速度型【機能は連続流ポンプ】

にグルーピングされる。チューブだけ交換すればよい回転容積型のローラーポンプも短期使用として臨床使用されるが、連続流ポンプはさらに遠心ポンプや軸流ポンプに分類され、第2世代および第3世代の人工心臓の主流である。

第2世代の補助人工心臓は機械式軸受を採用しており、ポンプの多くはシールレス軸流ポンプであるが、ダブルピボットで羽根車を支持する形式が多い(図2a)。このほかに、一点接触式のモノピボット軸受を用いた補助循環遠心ポンプもある。一定回転で使用するため脈が無くなるのではという懸念が、かつてあったが、心臓と並列に補助人工心臓を装着することにより、ポンプ発生圧力が一定であ

っても、循環抵抗の変化に応じて血流量が拍動流となることが臨床的に確認され、無拍動となる心配は全く無いことが使用上の信頼感をもたらしている。

第3世代の長期植込みにたえる超高耐久性の軸受としては、磁気軸受と流体動圧軸受がある(図2b,c)。磁気軸受は位置センサによりインペラ位置を検出して、電磁石で一定位置に能動制御するものであり、隙間 $200\mu\text{m}$ 以上を維持することが可能である。軸方向制御式(センサ3個)および径方向制御式(センサ2個)がある。一方、流体動圧軸受の原理は、狭いくさび形隙間(ないしステップ形隙間)に入り込む流体が、潤滑理論により局所圧を発生して隙間を押し広げるものであり、センサレスで動作する。ただし、臨床使用されているポンプの多くは、永久磁石の磁気バランスと合わせて構成している。

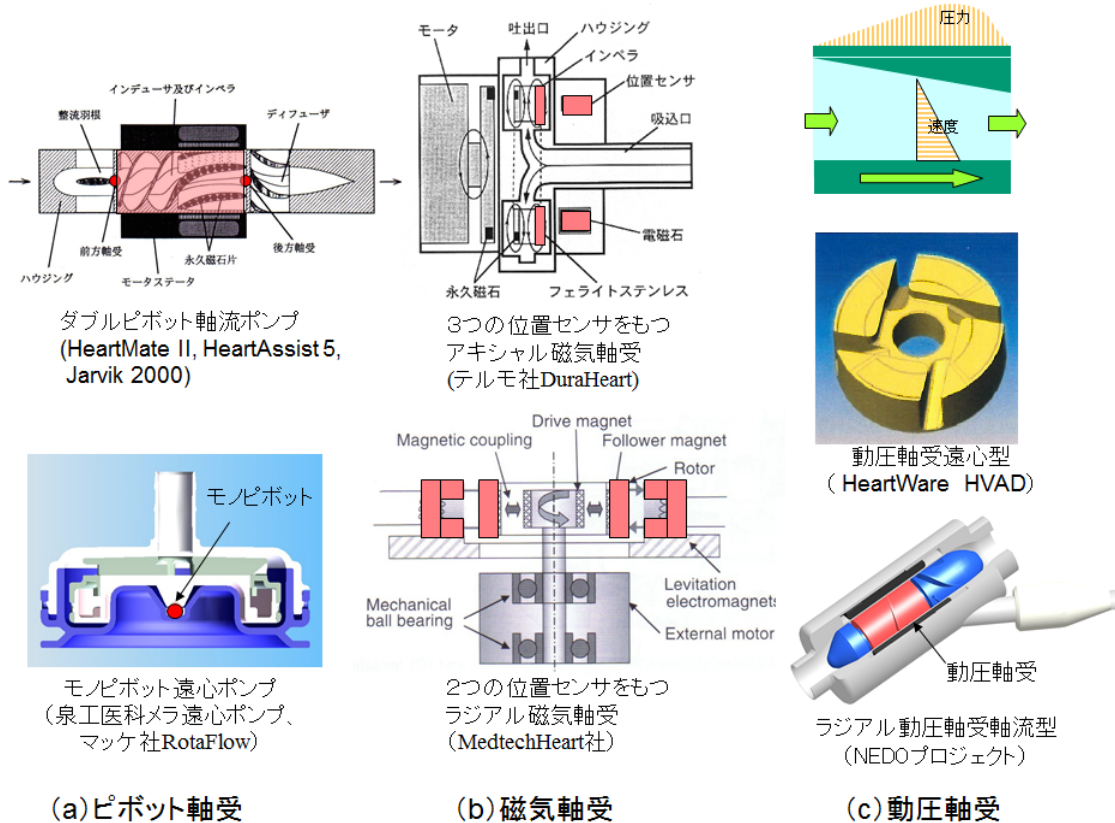


図2 軸受の種類

## 3. 血液凝固と血球破壊の防止

人工心臓の開発における血液適合性の課題は、主に溶血と血栓の防止である。血球破壊(溶血)は赤血球膜が破れてヘモグロビンが血漿中にもれ出て、いわゆる血尿状態になることである。血球破壊はせん断流中で赤血球膜が疲労破壊する現象と理解されており、せん断応力と暴露時間の経験的関数として、S-N曲線に近いものが計測されている

(1)。また溶血量をせん断応力と暴露時間の2変数関数として経験的実験式を導出した例もある(2)。

さらに、最小溶血レベルが $200\text{ Pa}$  ( $70,000\text{ s}^{-1}$ )とした研究(3)、臨床許容限度を $1,000\text{ Pa}$  ( $300,000\text{ s}^{-1}$ )とした研究(4)、および可視化実験と動物実験との比較から $\text{NIH}=0.01(\text{g}/100\text{L})$ の溶血が $300\text{ Pa}$  ( $100,000\text{ s}^{-1}$ )に対応するとした研究(5)もある。これらの溶血の研究では、基

準が違ってもかかわらず、せん断速度の閾値が7万~30万  $s^{-1}$  の範囲に収まっていることは、何らかの共通の溶血急増点があるのではないかと想像させる。

一方、血液凝固は血液の異物反応であり、原因は大きく3つに、フィブリン網が形成される凝固系、偽足が働く血小板系、白血球などの補体系に分類され、相互に絡んで凝集が発生する。まず抗血栓性材料の開発が行われ、拍動型にはポリウレタンが使用され、回転型には純チタンやチタン合金が使用されて成功を収め、MPCポリマーやDLCを初めとする各種コーティングも開発された。

血液凝固に対する流体力学的要因を除去すべく、新鮮血を使ったレオメータの実験により、時間をかければ血液凝固は100  $s^{-1}$  以下で始まるとした研究<sup>(1)</sup>がある。動物実験と可視化実験の比較から300  $s^{-1}$  以下および1700  $s^{-1}$  以下との閾値を見出し、それぞれ赤色血栓と白色血栓の閾値ではないかと推定している<sup>(6)</sup>。

最近、von Willebrand 因子の損傷が消化管出血を引き起こすのではないかと疑われる、von Willebrand 症候群の解明<sup>(7)</sup>も重要な課題となっている。

#### 4. おわりに

人工心臓は患者の治療を目的とする医療機器であるが、技術開発には材料や流体といった機械工学が大きく貢献してきた。さらに医師とエンジニアと行政が協力しあわなければ、製品化にはたどりつかなかったことも事実である。異なる分野、異なる立場の人々が協力して、はじめて医療機器が実現できることを歴史は示している。

#### 文献

- (1) Shigehiro Hashimoto: Erythrocyte destruction under periodically fluctuating shear rate: comparative study with constant shear rate, Artificial Organs Vol. 13, No. 5, pp. 458-463, 1989
- (2) M. Giersiepen, L. J. Wurzinger, R. Opitz and H. Reul: Estimation of shear stress-related blood damage in heart valve prostheses-in vitro comparison of 25 aortic valves, The International

journal of Artificial Organs, Vol. 13, No. 5, pp. 300-306, 1990

- (3) C. G. Nevaril, J. D. Hellums, C. P. Alfrey Jr. and E. C. Lynch: Physical effects in red blood cell trauma, A. I. Ch. E. Journal, Vol. 15, p. 707, 1969
- (4) H. Schima, G. Wieselthaler, I. Schwendenwein, U. Losert and E. Wolner: A review and assessment of investigative methods for mechanically induced blood trauma: Special aspects in rotary blood pumps, Heart Replacement-Artificial Heart, Vol. 6, pp. 361-367, 1998
- (5) M. Nishida, T. Yamane, T. Masuzawa, et al.: Flow visualization study to obtain suitable design criteria of a centrifugal blood pump, Journal of Congestive Heart Failure and Circulatory Support, Vol. 1, No. 4, pp. 311-315, 2001
- (6) M. Toyoda, M. Nishida, T. Yamane, et al. Geometric Optimization for Non-thrombogenicity of a Centrifugal Blood Pump Through Flow Visualization, JSME International Journal C, Vol. 45, No. 4, pp. 1013-1019, 2002
- (7) Sheri Crow, Nestor Villamizar-Ortiz, et al. Acquired von Willebrand Syndrome in Continuous-Flow Ventricular Assist Device Recipients, Annals of Thoracic Surgery, Vol. 90, pp. 1263-1269, 2010

#### 《著者プロフィール》



山根 隆志

神戸大学  
大学院工学研究科  
教授

## 3. 特集記事

### メカノバイオロジーと宇宙の接点

名古屋大学大学院医学系研究科<sup>1</sup>メカノバイオロジーラボ/  
<sup>2</sup>細胞生物物理学、<sup>3</sup>国立シンガポール大学メカノバイオロジー研究所  
<sup>1,3</sup>曾我部 正博、<sup>2</sup>小林 剛

地球上の生物は、重力（1G）の絶えざる影響下で進化し、命を紡いできました。地上にいる限り、重力の作用を意識することは希ですが、今や人類は地球を飛び出して活動領域を宇宙空間に拡げつつあります。必然的に重力の作用とそれが失われた環境（微小重力環境）の影響について真剣に検討しなければいけなくなりました。微小重力環境は一体どんな影響を我々に及ぼすのでしょうか？宇宙に10日以上滞在した宇宙飛行士には、深刻な筋萎縮や骨量の減少、あるいは免疫系、循環系、神経系の不調が生じます。これらは、人類が地球外での長期滞在を目指す前に解決すべきですが、同時に地上での寝たきりや老化の病態にも深く関連しています。地上では研究しにくい深刻な課題を解く手がかりが、比較的短期間で生じる宇宙症候群の研究から得られるのではないかと期待されています。これまでの研究で、微小重力環境での筋萎縮や骨粗鬆症は、主に筋肉や骨組織に対する力学的負荷の消失が直接的原因であることは分かっています。しかし、相当に工夫された運動負荷プログラムでもこれらの症状を完全には防ぐことはできません。

最近、にわかに注目を集めているのは、個体レベルのみならず、一個一個の細胞も微小重力に反応することが分かってきたことです。細胞自身が重力の有無を感じて、例えば細胞内骨格系の再編成を通して様々な機能を制御する可能性が出てきました。それらの細胞レベルの反応が個体の機能に影響しないはずはありません。では、細胞はどのようにして微小重力を感知できるのでしょうか？過去に物理学者がいろいろな計算をしましたが、高々10 $\mu$ mしかない細胞の上下の重力差を感知する具体的なモデルは提案できず、その仕組みについては未だに全くの謎なのです。おそらく、核やミトコンドリアのような比重と重量が大きい細胞内小器官に対する重力作用の消失が出発点であると考えられています。しかし、その出発点を細胞がどのように感知して反応に結びつけているのかは全く不明なのです。そこで我々は、“細胞は、最近明らかになってきた力を感じる機構を利用して重力を感知しているに違いない”と仮定し、地上での様々な細胞力覚現象と細胞重力感知の類似性について検討してきました。

そうした中で、細胞の微小重力環境に対する反応が、軟らかい基質（足場）に対する細胞反応に似ていることに気づきました。地上での疑似微小重力環境で培養した細胞では、接着構造である“接着斑”は小さくなり、そこから伸

長する“ストレス線維”も細くなります。軟らかい基質上に培養された細胞にも同様の現象が観察されました。この類似性から、両者には共通の力覚機構が働いていることが推察されます。細胞が基質の硬さを感知するときには、ストレス線維を収縮させ、接着斑を介して基質を牽引します。このとき基質の硬さに応じたストレス（張力）が接着斑とストレス線維に生じ、接着斑近傍のCa<sup>2+</sup>透過性機械受容チャネルを活性化することで、基質の硬さという力学的情報を細胞内化学信号（Ca<sup>2+</sup>濃度）に変換します。軟らかい基質ではこの信号は小さくなります。

我々は上記の観察に基づいて、“細胞はストレス線維の張力変化を介して微小重力環境を感知する”のではないかと予想しています。その根拠は、1)上記の機械受容チャネルはストレス線維を介した僅か1pNという力で活性化すること、2)接着斑やストレス線維の萎縮が数pNの張力減少で生じること、3)地上では核やミトコンドリアが重力を介して数pNの力をストレス線維に及ぼす可能性があること、および3)核やミトコンドリアはストレス線維と機械的に相互作用していること、です。微小重力環境下で核やミトコンドリアに対する重力作用が無くなると、それらに連結するストレス線維の張力も低下し、軟らかい基質上と類似の反応が生じ、細胞の形態や運動、あるいは遺伝子発現パターンを含む様々な細胞機能の変化が生じるのではないかと考えています（図参照）。

現在、我々はこの仮説の検証を目指して、JAXAの支援の元で国際宇宙ステーション（ISS）「きぼう」を利用して宇宙実験を行っています\*。薬剤や基質の硬さをコントロールしてストレス線維の張力を調節し、その効果を遺伝子発現や細胞形態を通して解析するだけではなく、宇宙空間で生きている細胞のストレス線維、接着斑、ミトコンドリアの動態や運動をライブイメージングする予定です。

この宇宙実験では、微小重力環境での細胞の重力感知機構を解明することが最大の目標ですが、同時に、微小重力環境下で筋萎縮を導くシグナル機構の解析も行います。我々の研究から細胞の重力感知機構が明らかになれば、筋萎縮や骨量減少に対する対策を講じることも可能になり、宇宙での長期滞在や、寝たきり症候群の予防や治療にも役に立つと期待されます。\*（Cell Mechanosensing, URL: <http://iss.jaxa.jp/kiboexp/theme/second/cellmechanosensing/>）

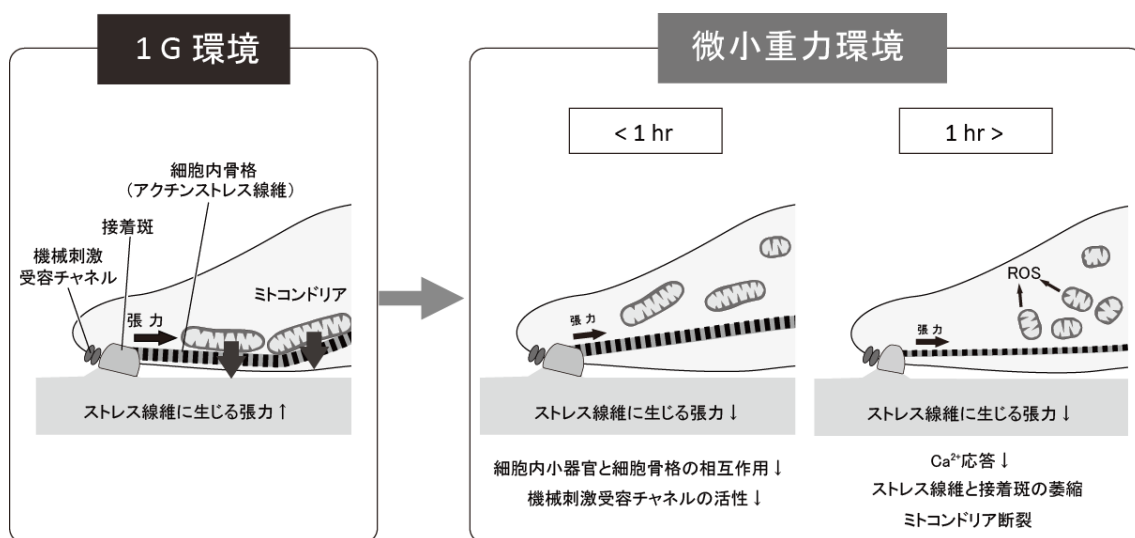


図 重力感知の分子・細胞モデル

《著者プロフィール》



曾我部 正博  
名古屋大学大学院医学系研究科  
メカノバイオロジーラボ

国立シンガポール大学メカノバイオロジー研究所

## メカノメディスン：メカノバイオロジーの医学・医療への展開

岡山大学大学院医歯薬学研究科 システム生理学  
成瀬恵治

### はじめに

循環器系組織（心臓・血管等）は常にストレッチ・シェアーストレス・静水圧といった物理的的刺激を受けている。例えば、血管には血液からズリ応力・ストレッチ・静水圧が加わっている（図1）。ストレッチ刺激を与えるために伸展性のあるシリコン樹脂製チャンバーで細胞をストレッチするシステム（図2）、ズリ応力を与えるためにマイクロ流体力学に基づくマイクロチャネルシステム（図3）の開発に大学院生の頃より取り組んできた。これらのシステムを利用して、メカノリセプター・細胞内情報伝達機構などの研究<sup>1-7)</sup>を行ってきた。論文・学会発表をするに度に、これらメカニカルストレス負荷システムが欲しいとの要望が研究者からあがってきた。当初は自作をして供給していたが、折しも「産官学」によるベンチャー創出の風が吹き始めていた頃であったので、メカニカルストレス負荷システムの研究・開発のベンチャー企業「ストレックス」を設立した。当初は細胞・組織にメカニカルストレスを与えて再生医療向けのシステムを開発していたが、生殖補助医療（不妊治療）での使用も可能な事が分かり参入した。本稿では、設立からそのEXITまでを紹介したい。

### ベンチャー設立の経緯

前述したように研究成果発表が増えるにつれ、循環器領域・整形外科領域・皮膚科領域などの分野の研究者からこれらのシステム入手に関する問い合わせが増加した。大学院生時代は自作で対応していたが、問合せ増加に連れて対応できなくなり、大学発バイオベンチャー・ストレックス (<http://www.strex.co.jp>) を2002年に大阪の理化学機器製造会社スカラテック石田氏と、米国シリコンバレーのB-Bridge International (<http://b-bridge.com>) Masumoto CEO と共同で起業し製品化に至った。その数年前より創業

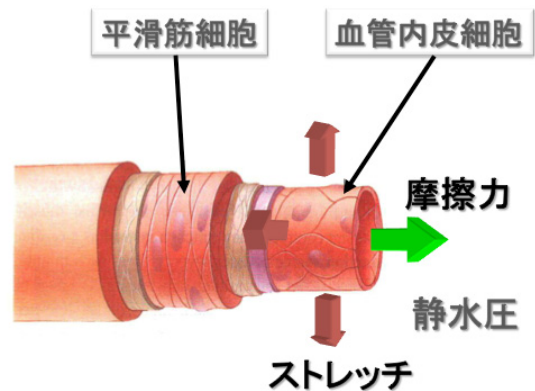


図1：血管に加わるメカニカルストレス

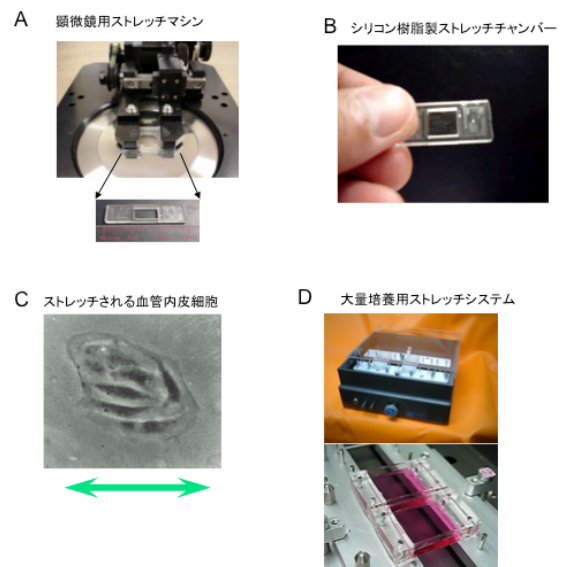


図2：ストレッチシステム

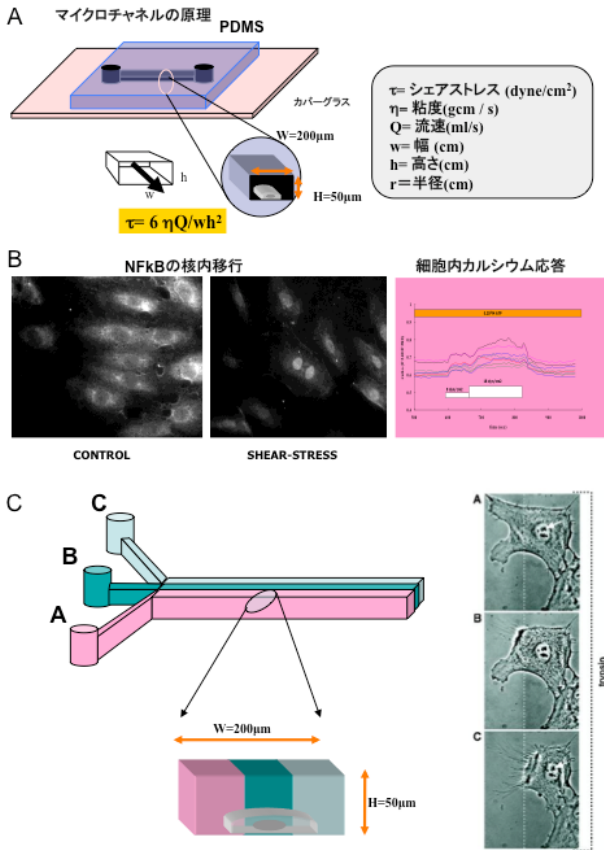


図3：マイクロチャンネルシステム

の準備をしていたが、大学の独立行政法人化により大学発ベンチャーの企業が格段と楽になった。ストレックスは名古屋大学初のバイオベンチャーである。

### 医学的ニーズからデバイス開発へ

この章では、再生医療および不妊治療における取組について説明する。

【再生医療】 生体内で心筋・腱・骨格筋・皮膚組織などは常にメカニカル刺激を受け、場に適した組織表現形（機能・形態）を呈す。これはメカニカル刺激（ストレッチ・ズリ・静水圧）応答性遺伝子・タンパク質が関与していることが示唆されている。心筋梗塞後の心不全、火傷皮膚移植、腱断裂、骨移植（骨腫瘍・骨折）などの組織移植など必要な状況がある。そこでメカニカル刺激のうちストレッチ刺激を3次元培養細胞・組織に負荷するシステムの開発、3次元構築化された組織の作成・機能評価を前述のストレッチシステムで行うプロジェクトが開始された。勿論現段階では細胞ソースはiPS細胞、体性幹細胞などが想定されるが、まだ前臨床段階である。当初はNEDO助成事業でストレックスにて研究開発を行った。しかし、医療で使用するためには材料としての安全性などの観点から限界があった。そこで、目を付けたのがコンタクトレンズ素材であった。ソフトコンタクトレンズは伸縮性に富み、医療材料として日本・欧米をはじめとする各国で認可されている。

次世代ソフトコンタクトレンズには最高品質のPDMSが使用されているので(株)メニコン(<http://www.menicon.co.jp>)と共同で医療材料を用いたストレッチチャンバーの開発を行っている。

再生医療を行う場合、組織構築のために細胞を3次的に培養する必要がある。この場合、スキャフォールド（足場）としてコラーゲンなどが使用され場合が多い。動物由来であるため、未知の感染因子・増殖因子などの混在物質がありヒト臨床には不向きである。そこで、我々は独自の分子設計を行い適度な強度と伸展度を持つ自己集合化ペプチドを開発した(図4)。このゲル中で心筋細胞を始め様々な種類の細胞が良好に培養でき、且つ、ストレッチ刺激を与えることが出来ることが確認されている<sup>8)</sup>。同じペプチドが止血剤として利用ことが分かり<sup>9)</sup>、前臨床試験・安全性試験を行っている。現在、医療材料としての認可に向けてPMDA(医薬品医療機器総合機構)と調整中である。

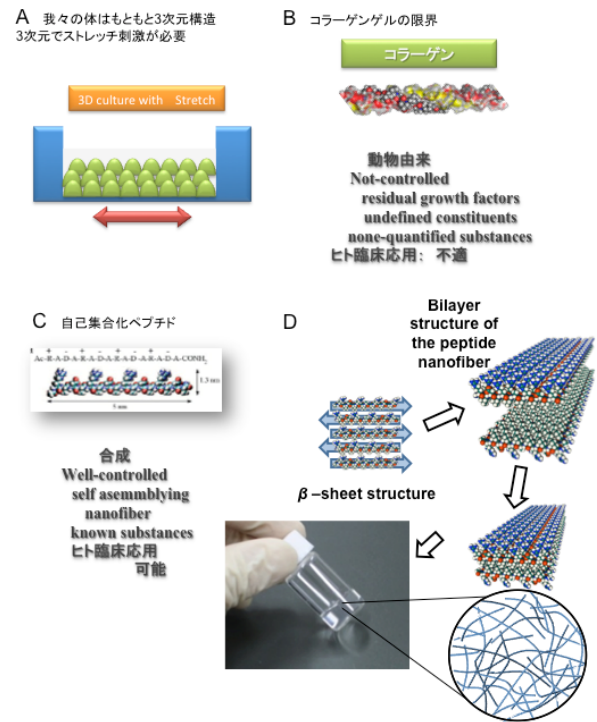


図4：自己集合化ペプチド

【不妊症】 我が国では少子化は大きな社会問題となっている。結婚後2年間で子供が出来ない不妊カップルが10組に1-2組の割合で存在している。不妊治療は健康保険の対象外で1回50~100万円の費用が必要であり、1回の治療で妊娠に至る確率は20%程度と低い。経済的な事情から若年夫婦では不妊治療を継続して受けることが困難な場合があり、小児化の一因となっている可能性も考えられる。

そこで我々は、マイクロチャンネルを利用した運動良好精子分離システムおよびメカニカルストレス負荷受精卵培養装置を開発した。現状の治療法では精子分離には遠心及



びスィムアップ・密度勾配法, 受精卵培養はミネラルオイル中での静置培養と, 生理的状态とはかけ離れているだけではなく, 精子, 受精卵に悪影響を与えている(図5). 我々の新システムは, ハーバード時代に Takayama 博士(現ミシガン大学教授)らと開発した細胞生物学的研究用デバイス(PARTCEL)<sup>10</sup>を応用生したマイクロ流体デバイス(図6), またメカニカルストレス負荷システムを応用したものである(図7). 卵管内で精子や受精卵が受ける生理的な環境を再現することにより, 従来法の悪影響を出来るだけ取り除いたシステムである. 前臨床試験を大学で行い, その後, 医師主導型試験を行い良好な結果を得た. 原理などの詳細は論文・総説などを参考にいただきたい<sup>11,12</sup>.

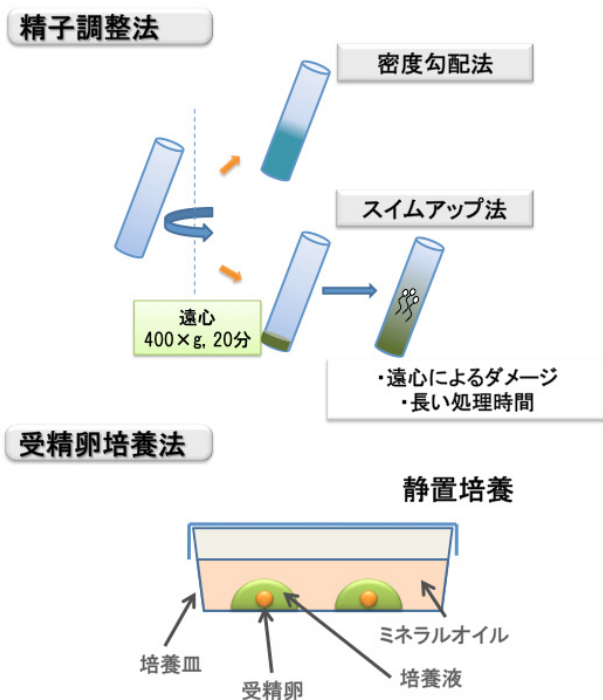


図5: 現状の精子調整法と受精卵培養法

### 企業とのアライアンス

ベンチャーで医療グレードの製品化は資金・人材・材料・製造設備・バリデーションなど乗り越えなければいけないハードルが多々ある. 折しもリーマンショックの影響もあり会社規模縮小を余儀なくされた. 既に知財・製品開発がかなり進んでいたこともあり, メニコンに一部事業譲渡しメニコンライフサイエンス事業部を立ち上げた(<http://menicon-lifescience.com/>). メニコンはコンタクトレンズの研究・開発・製造・販売に実績があり, そのノウハウにて商品名「スパームソーター・クオリス」の上市に至り(<http://menicon-lifescience.com/qualis.html>) 本年6月にFDAの承認を得た. 現在, 国内の不妊治療専門クリニック・病院にて使用されている. また, 前述の自己集合化ペプチドによる3次元培養用スキャフォールドは商品名「パナセアゲル」として上市された

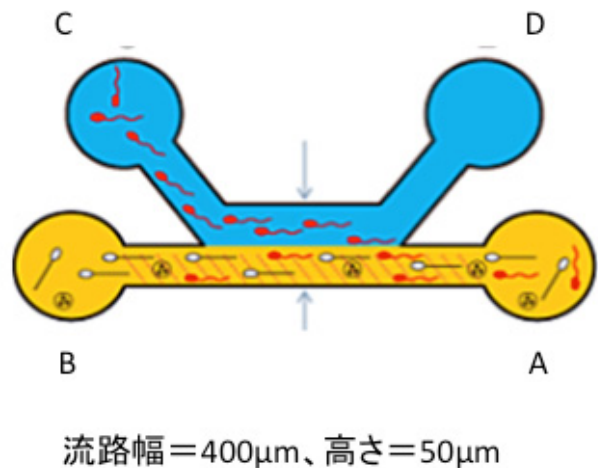


図6 マイクロチャネルを利用した運動良好精子分離チップ

### Tilting Embryo Culture System (TECS)

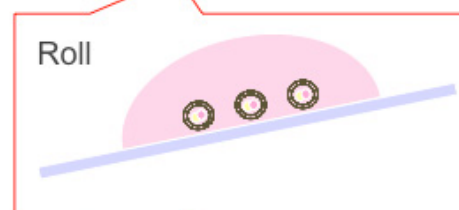


図7: メカニカルストレス負荷受精卵培養装置

(<http://menicon-lifescience.com/panaceagel.html>).  
パナセアゲルはB-Bridge International (<http://b-bridge.com>)が日本国内、欧米での販売を行う。

## おわりに

このようにアカデミアでの研究成果を前臨床・臨床試験を経て製品化まで行うには苦難の道であった。しかし、新原理を用いることにより難治患者に福音をもたらすことが出来るということは大きなモチベーションとなる。

## 参考文献

- 1) Naruse K, et al. : Am J Physiol, 274:H1532-H1538, 1998.
- 2) Naruse K, et al.: Oncogene, 17: 455-463, 1998.
- 3) Naruse k, et al.: FEBS Lett, 441: 111-115, 1998.
- 4) Kanzaki M, et al.: Science, 285: 882-886, 1999.

- 5) Wang N, et al.: Proc Natl Acad Sci U S A, 98: 7765-7770, 2001.
- 6) Zhu X, et al.: Nat Mater, 4: 403-406, 2005
- 7) Katanosaka Y, et al.: Nat Commun 5: 3932 2014.
- 8) Nagai Y, et al.: Biomaterials, 33, 1044-1051, 2012.
- 9) Komatsu S, et al.: PLoS One 9(7): e102778 2014.
- 10) Takayama S, et al.: Nature, 411: 1016, 2001.
- 11) Matsuura K, et al.: Reprod Biomed Online, 20: 358-364, 2010.
- 12) Hara T, et al.: Reprod Biomed Online, 26(3): 260-8, 2012.

キーワード

メカニカルストレス・バイオペンチャー・再生医療・不妊治療・マイクロチャネル・ストレッチ

## 《著者プロフィール》



成瀬 恵治  
岡山大学大学院医歯薬学系研究科  
システム生理学  
教授

## 4. 部門情報

### 4. 1 講演会案内

#### 日本機械学会2014年度年次大会

主催：日本機械学会  
開催日：2014年9月7日（日）～10日（水）  
会場：東京電機大学 東京千住キャンパス

当部門としては下記のセッションを開催しますので、ご案内申し上げます。年次大会の詳細（プログラム等）については、機械学会ホームページ (<http://www.jsme.or.jp/conference/nenji2014/index.html>) をご参照ください。なお、部門同好会（部門懇親会）を9月8日に予定しておりますので奮ってご参加くださいますよう宜しくお願いいたします。

#### [部門講演プログラム概要]

9月8日（月）

- (I-03 (1号館2階1204室))
- ・9:00-10:15, 10:30-11:30 : J024 生命体統合シミュレーション(1), (2)
- ・13:00-15:30 : W02100 腫瘍医工学
- ・15:45-16:45 : S021 多細胞・組織への展開を目指した細胞工学  
(I-06 (1号館2階1213・1214室))
- ・8:45-10:30, 10:45-12:30 : J241 医工学テクノロジーによる医療福祉機器開発
- ・13:30-16:30 : W24100 今さら聞けない臨床診断の思考プロセス -臨床志向の医工学研究を考える-  
(II-05 (2号館5階2505室))
- ・15:45-16:45, 17:00-17:45 : J052 スポーツ流体(1), (2)  
(II-15 (2号館7階2705室))
- ・9:00-10:15, 10:30-11:45, 14:00-15:00 : J162 医療・健康・福祉のためのセンシングおよびロボティクス(1), (2), (3)  
(II-17 (2号館8階2802A室))
- ・14:30-15:00 : J233 感性・癒し工学  
(II-19 (2号館8階2803室))
- ・13:00-15:30 : K15100 感覚フィードバックによる錯覚を用いた運動機能回復へのアプローチ  
(II-28 (2号館10階21004室))
- ・9:15-10:30, 10:45-12:00, 14:45-15:45 : J044 ソフトマター・イノベーション(1), (2), (3)

9月9日（火）

- (I-03 (1号館2階1204室))
- ・9:00-10:15, 10:30-11:45 : S022 循環器系医療機器セッション(1), (2)
- ・13:00-14:00, 14:15-15:00 : G021 バイオエンジニアリング部門 一般セッション(1), (2)  
(I-04 (1号館2階1205室))
- ・8:45-9:30 : J026 薬剤送達とバイオメカニクス

- ・9:45-10:45, 11:00-12:00 : J027 細胞および分子のマイクロ・ナノスケール解析(1), (2)
- ・12:45-13:45, 14:00-15:00 : J022 生物規範メカニクス・システム:生物の運動, 力学及びミメティクスセッション(1), (2)  
(II-06 (2号館6階2601室))
- ・12:45-13:45, 14:00-15:00 : J023 多相界面問題とバイオ, エネルギー, 環境との関係セッション(1), (2)  
(II-22 (2号館9階2901室))
- ・14:00-15:00 : W19100 生物に見る展開構造と宇宙構造物への応用

9月10日（水）

- (II-01 (2号館5階2501室))
- ・14:30-16:30 : W05300 流体関連のバイオミメティクス  
(II-04 (2号館5階2504室))
- ・15:15-17:15 : W05400 血液の見える化研究(血視研)  
(II-06 (2号館6階2601室))
- ・9:00-10:15 : K02100 抗シワ効能の評価ガイドラインとその認可の新規取得
- ・10:30-11:45, 13:00-14:15, 14:30-15:45 : J021 診療技術と臨床バイオメカニクスセッション(1), (2), (3)  
(II-07 (2号館6階2602室))
- ・9:00-10:00, 10:15-11:15 : J022 生物規範メカニクス・システム:生物の運動, 力学及びミメティクスセッション(3), (4)
- ・13:00-14:15, 14:30-15:30 : J025 傷害防止工学セッション(1), (2)

#### [部門同好会]

- ・9月8日（月）18:00-19:30 大学生協

### 第25回バイオフィロンティア講演会

主催：日本機械学会バイオエンジニアリング部門  
開催日：2014年10月3日（金），4日（土）  
会場：とりぎん文化会館（鳥取市尚徳町101-5）

開催趣旨：バイオフィロンティア講演会は、バイオエンジニアリングに関わる研究を行っている若手研究者や大学院生が一堂に会し、指導されて行った内容のみならず、独自の発想に基づいたアイデアなども自由に提示し合う講演会を目指しています。工学のみならず、臨床医学・歯学、理学にまたがる様々な研究を募集対象とします。本講演会において優れた講演を行った学生員、若手の正員に対して日本機械学会若手優秀講演フェロー賞を贈ります。また、若手研究者の自己アピールの場として、懇親会場でのポスターセッションを予定しています。さらに、3日の午後には国際講演会「バイオフィロンティア・シンポジウム」も同時に開催される予定ですので、多くの皆様にご参加頂きますようお願い申し上げます。

**若手のポスターセッション（懇親会）**：学生，若手研究者の自己アピールの場として，懇親会場でのポスターセッションを企画しております。将来の夢なども交えて研究内容を広い視点から発表することで，懇親会での交流が深まればと思います。講演会だけでは語りつくせない研究内容や，研究室・自分自身のアピールをしたい方，大歓迎です。発表者には，鳥取の名産品を差し上げます。

※懇親会の一部なので，発表者・聴講者とも懇親会費を申し受けます。

10月3日（金）懇親会の初め30分程度

**参加登録**：講演会にご参加いただく方は，当日会場にて下記の参加登録料を申し受けます。

**参加登録費**：会員5,000円／会員外7,000円／学生員2,000円／一般学生3,000円／（発表者は会員扱い）

**講演論文集**：参加登録者特価3,000円（登録者以外は会員4,000円／会員外6,000円）

**懇親会**：10月3日（金）18:00～20:00 グリーンハウス（講演会会場内，鳥取県鳥取市尚徳町101-5）会費6,000円（学生3,000円）

懇親会で若手によるポスターセッションを開催します。ぜひとも懇親会にご参加ください。

**問合せ先**：中井唱／〒680-8552 鳥取市湖山町南4-101 鳥取大学大学院工学研究科／E-mail：nakai@damp.tottori-u.ac.jp／TEL&FAX：0857-31-5499

**詳細な情報**：http://www.jsme.or.jp/conference/bioconf14-2

## 第11回最適化シンポジウム2014 (OPTIS2014)

**主催**：日本機械学会  
バイオエンジニアリング部門  
機械力学・計測制御部門  
設計工学・システム部門  
計算力学部門  
合同企画

**開催日**：2014年12月12日（金），13日（土）

**会場**：金沢 IT ビジネスプラザ武蔵  
（金沢市武蔵町14-31）

**開催趣旨**：OPTISは最適化技術に関わる分野横断のシンポジウムあり，1994年より2年毎に開催され，今回で第11回となります。長引く不況の中でのものづくりでは，コスト低減の上での高機能化・効率改善・地球温暖化対策の推進等が求められます。最適化はそれらを達成するための有効な武器となりえます。

本シンポジウムでは，『最新の最適化技術』の発表に加えて，『最適設計の応用例』を広い分野から集めます。そして参加者間のコミュニケーションを図り新しい発想を刺激する場の提供をめざします。最適化分野で活躍されている研究者，技術者の方々，また最適化に興味のある方々の参加をお待ちしております。OPTIS 2014に関する最新情報は，順次，本ホームページ上で公開します。

**参加登録費**：（CD-ROM 論文集付き）

会員13,000円／会員外16,000円／学生5,000円／一般学生8,000円

※シンポジウム参加は事前登録制ではありませんので，当日会場受付にて参加手続きをお願いいたします。

**問合せ先**：日本機械学会 第11回最適化シンポジウム2014（OPTIS2014）実行委員会／〒191-0065 東京都日野市旭が丘6-6 首都大学東京 システムデザイン学部 経営システムデザインコース内／E-mail：optis2014@jsme.or.jp

## 第27回バイオエンジニアリング講演会

**主催**：日本機械学会バイオエンジニアリング部門

**開催日**：2015年1月9日（金）～10日（土）

**会場**：朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター  
（新潟県新潟市万代島6-1）

**オーガナイズドセッション／オーガナイザー**：

自然界のバイオメカニクス・バイオミメティクス／石川拓司（東北大学），劉浩（千葉大学），望月修（東洋大学），中島求（東京工業大学），百武徹（横浜国立大学），細胞・分子のバイオメカニクス／大橋俊郎（北海道大学），安達泰治（京都大学），工藤奨（九州大学），血球運動のバイオメカニクス／坪田健一（千葉大学）白井敦（東北大学），田地川勉（関西大学），八木高伸（早稲田大学），メカノバイオロジー／出口真次（名古屋工業大学），坂元尚哉（川崎医療福祉大学），長山和亮（茨城大学），工藤奨（九州大学），臨床バイオメカニクスと医療デバイス／佐伯壮一（大阪市立大学），佐久間淳（東京農工大学），森浩二（山口大学），東藤正浩（北海道大学），坂本信（新潟大学）／医療機器・再生医療製品のレギュラトリーサイエンス，岩崎清隆（早稲田大学），山根隆志（神戸大学），バイオMEMSとバイオナノテクノロジー／益田泰輔（名古屋大学），安田隆（九州工業大学），循環器系のバイオメカニクスと医療機器／西田正浩（産業技術研究所），築谷朋典（国立循環器病研究センター），岩崎清隆（早稲田大学），太田信（東北大学），田地川勉（関西大学），人工関節のイノベーション-新規デザイン，承認審査，術前計画，術後の評価-／馬淵清資（北里大学），迫田秀行（国立医薬品食品衛生研究所），ヒトや環境に適用可能なマテリアルテクノロジー／中西義孝（熊本大学），中島雄太（熊本大学），野田淳二（山口大学），生体流れの計算バイオメカニクス：疾病の再現および診断・治療への応用／今井陽介（東北大学），滝沢研二（早稲田大学），伊井仁志（大阪大学），傷害とその予防・軽減のバイオメカニクス西本哲也（日本大学）／山本創太（芝浦工業大学），岩本正実（豊田中央研究所），宮崎祐介（東京工業大学）

**発表申込締切**：2014年8月22日（金）

**原稿提出締切**：2014年11月7日（金）

**問合せ先**：第27回バイオエンジニアリング講演会実行委員会 〒951-8518 新潟市中央区旭町通2-746 新潟大学 医学部保健学科内 実行委員会 幹事 小林公一

## 4. 2 講演会報告

### 第 24 回バイオフロンティア講演会を 終えて

実行委員長 富田直秀 (京都大学)

開催日 : 2013 年 11 月 1 日(金), 2 日(土)  
会 場 : 同志社大学 室町キャンパス  
(京都市上京区烏丸通上立売下ル御所八幡町 103)

第 24 回バイオフロンティア講演会は、同志社大学の森田有亮教授の采配によって、2013 年 11 月 1 日(金)～2 日(土)の二日間、同志社大学の室町キャンパスにありませう寒梅館で行われました。学生を中心とした若手発表会でしたが、周囲を名所に囲まれた地の利も加わり、207 名(招待者を除く)の参加登録者を集めることができました。今回は、若手交流会「甘くない研究生生活」を新たに加え、京和菓子を食べながら、機械系出身のバイオ研究者のキャリアに関して先輩方を交えた懇談の場を設けることができました。また、各講演会場でも、若手研究者たちの活発な討議の音が聞かれました。優れた発表と討論に贈られるフェロー賞を受賞された学生の皆さん、本当におめでとうございます。

一日目の午後にはバイオフロンティア・シンポジウムが開催され、慣れない英語でネイティブの講演者たちに果敢に質問を投げかける学生の姿もありました。また、夕方には講演会場の一階にありますレストランで 71 名(招待者を除く)の参加を得て、懇親会が開催されました。同じ研究室の学生間での会話禁止、という、実行委員長のその場での思い付きによる無茶な規則のおかげで、最初はやや静粛に始まった懇親会でしたが、終わるころには大いに盛り上がり、楽しく、また有益な懇親会になりました。機会学会の他の部門より始めて参加された先生方は、この懇親会の盛り上げに「いつもこうなんですか?」と、目を丸くされていました。バイオフロンティアに限らず、懇親会の盛り上がりこそが、バイオ部門の活力の原点なのかもしれません。

さて、このように、実行委員長はただひたすら講演会と懇親会を楽しませていただきましたが、お忙しい中でも、誠意あふれる運営をこなしていただきました森田有亮教授と同志社大学の学生さんたち、プログラム編成と進行をお願いしました井上康博(京大)先生、田原大輔(龍谷大)先生、山本衛(近畿大)先生、HP 維持や「甘くない研究生生活」を開催していただきました神戸裕介(現、循環器病セ)先生、運営に中心的に動いていただきました田中基嗣(金沢工大)先生、巽和也(京大)先生、藤間保晶(奈良医療セ)先生、山本浩司(京大)先生、そうして、「仁和寺蔵孔雀明王像模写」の画像を HP に提供していただき、会の事

務も一手に引き受けていただきました、日本画家の森(田中)桃子女史、本当にありがとうございました。ご参加いただいた先生方も含め、何もお礼ができず、本当に申し訳ありませんでした。

### 第 26 回バイオエンジニアリング講演会を 終えて

実行委員長 早瀬敏幸 (東北大学)

開催日 : 2014 年 1 月 11 日(土), 12 日(日)  
会 場 : 東北大学片平キャンパス  
(仙台市青葉区片平)

2014 年 1 月 11 日, 12 日の 2 日間, 日本機械学会第 26 回バイオエンジニアリング講演会が開催されました。会場は東北大学の発祥の地である片平キャンパスで、仙台での開催は 2007 年の仙台国際センター以来 7 年ぶりとなります。講演件数は 286 件で、参加者数は 459 名でした。特別講演 2 件、オーガナイズドセッション 15 セッション「自然界のバイオメカニクス・バイオミメティクス」、「細胞・分子のバイオメカニクス」、「血球運動のバイオメカニクス」、「メカノバイオロジー」、「生体流れの計算バイオメカニクス: 疾病の再現および診断・治療への応用」、「超音波診断技術の最前線」、「次世代超音波診断・治療技術」、「傷害とその軽減・予防のバイオメカニクス」、「臨床バイオメカニクスと医療デバイス」、「衝撃波医療の現象解明とシステム開発」、「医療機器レギュラトリーサイエンス」、「健康と福祉を支えるバイオエンジニアリング」、「ドラッグデリバリーシステム: 基礎と応用」、「バイオ MEMS」、「骨・軟骨再生のための組織工学的アプローチ」、一般セッション 8 セッション「歩行・運動・姿勢制御」、「骨・関節」、「生体材料」、「センサ・制御」、「画像解析」、「血管内治療」、「呼吸器」、「軟組織」が企画されました。新たな企画として展示企業から先端技術を紹介いただくセッションを設けました。また、日韓ジョイントシンポジウム、ワークショップ「統合ナノバイオメカニクス」も実施されました。特別講演として、東京大学教授・UCLA 非常勤准教授の合田圭介先生から「超高速カメラで癌診断」、東北大学教授の川島隆太先生から「スマート・エイジング～脳科学が創る超高齢社会の処方箋～」と題したご講演をいただきました。

初日終了後には部門賞表彰と懇親会が開催されました。はじめに、部門賞・フェロー賞の表彰式が行われ、荒木 勉先生(大阪大学)に功績賞が、早瀬敏幸(東北大学)に業績賞が、杉田修啓先生(名古屋工業大学)、前田英次郎先生(北海道大学)に瀬口賞が授与されました。また今村拓也さん(大阪大学)、福島昌一郎さん(大阪大学)、吉永司さん(大阪大学)にフェロー賞が山根隆志部門長より手渡されました。引き続き、部門功績賞と業績賞受賞者のスピーチがありました。懇親会に移り、はじめに、実行委員長としてお礼のご挨拶をさせていただきました。日韓ジョイントシンポジウム韓国側代表の Jung Hoon Lee 先生(Seoul Natl. Univ. Korea)、バイオエンジニアリング部門

長の山根隆志先生（神戸大学）からご挨拶をいただきました。乾杯の音頭は村上輝夫先生（九州大学）に取って頂きました。式中に、瀬口賞とフェロー賞受賞者によるスピーチに続き、山根隆志部門長より部門幹事の安達泰治先生（京都大学）と学会事務局のご紹介がありました。次期バイオエンジニアリング講演会のアナウンスを実行委員長坂本信先生（新潟大学）からいただき、坂本二郎先生（金沢大学）の万歳三唱で、盛況のもと終了することができました。

最後に、本講演会のオーガナイザーや座長の皆様、展示企業の皆様、特別講演の講師の先生方、日本機械学会、共催・協力組織の関係者の皆様をはじめ、実行委員各位、当日の運営にご協力いただいた皆様方に心よりお礼申し上げます。

### 4. 3 部門賞



#### 功績賞を受賞して

荒木 勉  
大阪大学  
大学院基礎工学研究科  
機能創成専攻  
教授

このたびはこの度は、日本機械学会バイオエンジニアリング部門第18回功績賞をいただき、誠に有り難うございます。本賞は「部門に関連する学術、教育、出版、国際交流などの分野で当部門の発展に寄与した個人に贈られる」とあり、振り返ると私はいったいどれだけ部門に貢献したのか、はなはだ心もとない気がしますが、これまでに受賞された錚々たる方々の末席に加えていただきましたことを大変光栄に思います。

私の研究は光を使った生体計測で、力学を基礎としたバイオエンジニアリング研究から少し離れたところにあります。にもかかわらず、多くの共同研究者に支えられながら歩んできたこれまでの研究が認められ、またバイオエンジニアリング講演会のお世話や部門長などを通じ部門運営に貢献できたことが受賞につながったと、喜びもひとしおです。

私は学生時代に光計測を学び、博士課程では分光分析装置開発とその応用に携わりました。アメリカでのポストドク時代は分析化学研究室でスパーク光源の研究に従事したので、20歳代は生物学とはまったく無縁の生活をしていましたが、縁あって徳島大学医学部の解剖学教室の助手に採用されたことから、形態学や組織化学研究にどっぷりとつかる生活が始まりました。30歳で作業着から白衣への衣替えです。その後、徳島大学工学部へ異動して機械学会との関わりができ、光計測をベースとしたバイオエンジニアリングを進めることになりました。それが評価されたのか、1997年に大阪大学基礎工学部機械系できたに新しい生体工学関連の講座に、教授として着任しましたが、そ

こには個性豊かな林紘三郎先生がひかえておられ、現在は重鎮となっている田中正夫先生も助教授として気を吐いておられるなど、たいへん刺激的かつ恵まれた環境でした。振り返れば学生時代からいまままでに工学部の文化、アメリカの文化、医学部の文化、基礎工学部の文化を身をもって知ることができ、多くの知己を得たことが、バイオエンジニアリングというマルチフィールドな分野に活路を見出し、まい進できた原動力だと思います。

ここで皆様に、最近感動したテレビ番組を紹介したいと思います。大阪の誇る文楽人形浄瑠璃の語り手で人間国宝の竹本住大夫さんが今年5月に89歳で現役を引退され、最後の公演に向かう姿がNHKドキュメンタリー番組「鬼の散りぎわ」として放映されました。稽古の鬼であり、自己鍛錬で米寿を迎えても現役を張っている住大夫さんが、58歳の弟子に稽古をつけている場面。「ええか、気張ったらあかんで」と和やかに始まるが、稽古が進むにつれ形相が変わり、額から汗を流し応える弟子。しかしその時、「何を言うとんねん、しっかりせえ！」と師匠の一喝。弟子を叱り飛ばすものすごい気迫。58歳にしてまだ「伸びしろ」があるがゆえの叱咤ですが、その歳で稽古しあう世界があることの驚き。浄瑠璃の世界では50歳で声が安定し、60歳あたりから独自の味わいが出てくると言われています。私は現在65歳、自身を眺めてみて、味わってあったのだろうか、果たして伸びしろがあるのか、わずかにでもあるとすれば何をすればいいのか、自問自答するこのごろです。「生物機械工学研究会」から始まったバイオエンジニアリング部門は今年で満44歳。117歳の機械学会に比べてまだまだ若手、勝負はこれからです。

最後になりましたが、これまでご指導、ご鞭撻、ご協力を賜ったバイオエンジニアリング部門の皆様へ厚く御礼を申し上げるとともに、本部門の益々の発展を祈念して、受賞の挨拶とさせていただきます。



#### 業績賞を受賞して

早瀬 敏幸  
東北大学  
流体科学研究所  
教授

この度は、バイオエンジニアリング部門2013年度業績賞をいただき誠に有難うございます。

私がバイオエンジニアリングの世界に入ったきっかけは、1990年に東北大学流体科学研究所に助教授として赴任し、林 叡先生と研究を行ったことでした。当時、私が所属した流動場制御研究部門は、流体制御に関する研究を行っていました。私自身は、前任の名古屋大学で、機械制御実験室に所属し、研究では流れの不安定性に関する基礎研究を行っていました。またカリフォルニア大学バークレー校に1年半滞在して、流れの数値解析手法にも興味を持った時期でした。そのような時期に、林 叡先生から、コラプシブルチューブの自励振動現象の数値解析ができないだろうかと相談を受けました。この現象は、血圧測定時のコロトコフ音に関係し、その発生メカニズムについ

ては、当時諸説が提案されており、関西大学の長場健吉先生、名古屋大学の松崎雄嗣先生、東工大の清水優史先生、ケンブリッジ大学の Timothy Pedley 先生、MIT の Roger Kamm 先生など多くの先生方と議論をしたのを懐かしく思い出します。また、芝浦工大の山口隆平先生とは、分岐管内流れの不安定性の問題で共同研究をさせていただきました。

その後、微小循環にも興味を持ち、赤血球と内皮細胞の相互作用を実験的に計測する傾斜遠心顕微鏡を考案し、実験や数値解析による研究を続けています。

現在では、超音波計測融合血流シミュレーションの研究を研究室の主要テーマとして取り組んでいます。これは、流体工学と制御工学の経験から生まれた計測融合シミュレーションを医工学分野へ応用したものです。実際の生体内の血流動態を非侵襲で正確に再現することにより、循環器系疾患の機序の解明と高度診断・治療法の開発に貢献することを目指しています。

今回の受賞は、血流に関する医用生体工学の分野での業績を評価いただいたものですが、これまでの研究生活を振り返ると、医工学、流体工学、制御工学など、様々な分野での研究が生きていることに改めて気が付きました。これからもできるだけ視野を広げて新しい研究に取り組んでいきたいと考えています。

最後に、これまでご指導ご鞭撻を賜った恩師、関連分野の先生方、バイオエンジニアリング部門の皆様、一緒に研究を進めてきた共同研究者の皆様や学生諸君に心よりお礼申し上げます。今後のバイオエンジニアリング部門のますますの発展をお祈りして、受賞のご挨拶とさせていただきます。



#### 瀬口賞を受賞して

杉田 修啓  
名古屋工業大学  
機械工学科  
助教

この度は、瀬口賞を頂くこととなり、誠に光栄に存じます。以前よりあこがれていた賞でしたので、心よりうれしく存じます。これまでご指導やご助言を下さいました諸先生方や同僚、共に研究した学生皆様のおかげであり、皆々様に深く御礼申し上げます。特に、本賞にご推薦いただきました東北大学の佐藤正明先生には厚く御礼を申し上げます。

私がバイオメカニクス分野に足を踏み入れたのは、大学3年次に東北大学の佐藤正明先生の研究室で研修を受けたことが契機でした。当時は、東北大学に進学した目的であった人工知能に興味を失いつつあった時期で、生命の不思議の方に魅力を感じてこれを深く追求したいと考えていた私にはぴったりでした。卒業研究では、同研究室で当時助教授であった松本健郎先生にご指導いただき、血管円

周方向内の力学的不均質性を見出すことができました。この時に経験しました、目的を達成するために日々実験方法に工夫を凝らすことの楽しさ、そして時折訪れる新たな知見を得る瞬間の楽しさが、今私がこの世界に身を置いている所以なのではないかとも思います。修士では再び佐藤正明先生のご指導の下、大動脈瘤の破裂特性を計測しました。最近になりようやく当時の結果が大動脈瘤の破裂予測に有用であることに気づき、今後はこの研究をさらに発展させるつもりであります。博士課程では研究対象を大きく変え、タンパク質を用いたナノデバイス構築に取り組みました。なかなか研究成果の芽も見えずに相当焦りましたが、慌てず一步一步進めるようとの指導いただいたことをよく覚えております。なお佐藤先生は、実際の破裂した大動脈瘤を見たい、との私の我儘を聞き入れて下さり、国立循環器病センターへ連れて行って下さいました。また、一度民間会社に勤務した後に再び博士課程の学生として研究室復帰を希望した際も佐藤先生は快く受け入れて下さいました。佐藤先生は研究室の父親のような存在であり、今は大学で教育者としての役割を持つことになりました私には学ぶべき点ばかりであったと存じます。

その後、理化学研究所で安達泰治先生の下、ポスドクとして細胞骨格の発生張力を測定する研究を行いました。この時の細胞や細胞骨格を取り扱った技術は現在も研究手法として大いに活かされており。また、安達先生とほぼ1日ばかりで議論をしながら論文を書き上げたことは良き思い出です。

こうして改めて振り返ってみますと、私は出会いに恵まれており、他にも数多くの方々にて育てて頂いたことに気づきます。学生時代には現在の川崎医療福祉大学の坂元尚哉先生や名古屋工業大学の出口真次先生と、共に学生同士として侃々諤々と議論をする日々を過ごしており、大変よい環境で研究をしてきました。研究装置借用のお願いや、実験方法習得のお願いもほとんど断られることなく様々な方々に受け入れて頂いてきました。学会の懇親会等でも数多くのご助言を皆様から頂いておりました。これまでの成果は、このような恵まれた環境から生まれております。今後、自らの研究を発展させることはもちろんのこと、これまで受けてきた自分への数々の恩恵を学生や後輩等にも還元していけるよう努力したいと存じます。今後ともどうぞよろしくお祈り申し上げます。



#### 瀬口賞を受賞して

前田 英次郎  
北海道大学  
大学院工学研究科  
人間機械システムデザイン部門  
助教

この度は荣誉ある瀬口賞をいただき、誠にありがとうございました。これまで研究をご指導して頂きました先生方、バイオエンジニアリング部門を通じてお世話になっております先生方、また私と一緒に汗を流して頂いた学生の皆

様に心より感謝を申し上げます。

私のバイオメカニクス研究は、九州大学の機械工学科を卒業後、大阪大学基礎工学研究科におられた林紘三郎先生（現 神戸大学招聘教授）の研究室に修士課程学生として受け入れて頂き、腱のバイオメカニクス研究に参加させて頂いたのが始まりでした。短い期間でしたが林研究室ではバイオメカニクス研究のイロハだけでなく、世界的な視野や戦略的な研究の進め方など、沢山のことを教わりました。また、研究室を離れてからも林先生には論文執筆などについてご指導を頂き、研究者としての基礎を授けて頂きました。林先生には博士課程進学にあたり、ロンドン大学クイーンメアリー校の Dan L. Bader 先生（現 サウザンプトン大学）をご紹介して頂きました。クイーンメアリーでは David A. Lee 先生、Julia C. Shelton 先生、および Bader 先生に Ph.D.論文の指導を受けました。サイエンスや研究に対するオープンかつフェアなスタンスを教えて頂くと共に、生物学的アプローチについて積極的にトレーニングして頂きました。また、このときに在外研究員としてクイーンメアリーに滞在しておられた大橋俊朗先生とも半年間同じ研究室で一緒させて頂きました。Ph.D.取得後は引き続きクイーンメアリーにてポスドクとして仕事をする機会を与えられ、現在につながるギャップ結合に関する研究を Martin M. Knight 先生と共に始めました。その後、北海道大学の 大橋先生の研究室に採用して頂き、2010 年 4 月より現職で研究を続ける機会を与えて頂きました。

瀬口賞を受賞された素晴らしい先輩方と同じ賞を頂き大変光栄に存じておりますが、これに満足せず、研究を通して社会に役立つ人間になれるよう、これからも努力を続けて参りたいと思います。どうぞこれからもご指導ご鞭撻のほど、よろしく願いいたします。



#### フェロー賞を受賞して

今村 拓哉  
大阪大学  
大学院基礎工学研究科  
機能創成専攻

この度は、日本機械学会フェロー賞という栄誉ある賞を頂き、大変光栄に存じます。ご指導を賜りました和田成生教授、宮崎浩准教授、越山頭一朗助教、伊井仁志助教、また、国立循環器病研究センターの中沢一雄氏、原口亮氏に深く感謝の意を表します。

『筋線維の走向を考慮した左心室壁の変形シミュレーション』と題し、第 24 回バイオフロンティア講演会で研究を発表させていただきましたが、この研究テーマとの出会いは学部 4 年次でした。当時、「病気の診断や治療に計算力学解析を活用する」という研究室紹介に非常に感銘を受け、胸を高鳴らせて研究生活をスタートしたことを覚えています。しかし、研究生活は甘くはありませんでした。高校時代より生物学から逃げ続けてきた私は、研究開始当初、生体に関する人並み以下の知識しか持っておらず、未知の分野の研究に戸惑うことばかりでした。苦難に出会い、研

究に対する情熱を失いかけたことも多々ありました。そんな私が、今日まで情熱を絶やさずに研究を進めることができ、この度このような素晴らしい賞を受賞することができたのは、和田成生教授、そして直接の指導教員である伊井仁志助教の熱意あるご指導の賜物であると確信しております。

現在、左心室壁の変形に関し、計算力学解析に加え医用画像解析を行っています。心疾患に対するより早期の診断手法の確立を目指し、これまで通り、情熱を絶やさずに研究を進めて参りますので、今後ともご指導ご鞭撻を賜りますよう、何卒宜しく願い申し上げます。



#### フェロー賞を受賞して

福島 昌一郎  
大阪大学  
大学院基礎工学研究科  
機能創成専攻

この度は日本機械学会フェロー賞という名誉な賞を頂き、大変光栄に存じます。これまで研究のご指導を下さいました荒木勉教授、橋本守准教授、新岡宏彦助教、また、審査頂きました先生方に厚くお礼を申し上げます。日頃より切磋琢磨する研究室の学生の皆さんにもこの場をお借りして感謝の意を表します。頂いた賞に恥じぬよう、今後ともより一層研究に励む所存です。

私は「希土類ナノ蛍光体を用いた多色カソードルミネッセンス (CL) 生体観察」というテーマのもと、大阪大学基礎工学研究科荒木研究室で研究を始めました。大阪大学基礎工学部において機械工学を学んだ私にとって、荒木研究室で機械工学や生体のイメージング、エレクトロニクスを包括した研究は戸惑うことが多かった半面、分野を超えた研究を行う機会を頂けたと感じました。「電子顕微鏡をカラー化する」というテーマに強く感動したことが私の研究生活の第一歩であり、日々の研究を行う原動力となっています。

希土類ナノ蛍光体は 4f 電子軌道を由来とする元素特有の発光特性を持ち、シャープな発光波長を示すことから、顕微鏡観察のプロブとして応用が期待できます。私は特に、生体への浸透の良い近赤外光を用いた深部観察と、電子線による発光両方を利用したパイオイメージングを目指しています。今後も新規生体観察法の確立に向けて尽力することで、バイオエンジニアリングの発展に貢献できるような研究者を目指したいと考えておりますので、ご指導ご鞭撻のほどよろしく願い申し上げます。



#### フェロー賞を受賞して

吉永 司  
大阪大学  
大学院基礎工学研究科  
機能創成専攻



この度は、日本機械学会フェロー賞という名誉ある賞を頂き、大変光栄です。これまで多大なるご教示を賜りました和田成生教授、並びに研究方針から実験方法まで熱心にご指導いただいた大阪大学歯学部附属病院の野崎一徳助教に深く感謝申し上げます。また、多岐にわたって助言いただいた研究室の方々にも大変感謝しております。

私は、「歯茎摩擦音/s/の発生メカニズムの解明」というテーマを掲げ、口の中に発生する音を流体力学の観点から調べています。歯茎摩擦音/s/とは、日本語のサ行を発音する際に発生する音で、この音は口の中にジェット流が形成されることによる空気の小さな渦の振動により発生します。なぜこの音に関して研究をしているのかと言いますと、口蓋裂により口の形状が上手く発達しなかった子供や、入れ歯やインプラント等により歯の角度や形状が変わってしまった人が空気の流れを上手く形成できず、サ行が発音しにくくなるといった症状が報告されています。しかし、このような発音障害は直接命にかかわる症状ではないため、これまでの医療においてほとんど治療されていませんでした。今後医療におけるQOLを向上するためには、発音障害という生活と直結する症状に対する治療も考えていかなければならないと思います。とくに発音障害に対しては、音が出なくなるという物理的な現象をとらえ、音の発生メカニズムに基づいて治療方法を考える必要があります。我々の研究が貢献できることが沢山あると考えています。

今後は、大阪大学歯学部附属病院とより一層連携して、歯茎摩擦音/s/の発音障害の治療という観点から研究を展開させ、すこしでも医療に役立つ研究成果を出せたらと思っています。今後とも皆様のご指導の程、何卒よろしくお願ひ申し上げます。

### 2013年度日本機械学会賞受賞者一覧 (バイオエンジニアリング部門関連分)

#### ・日本機械学会論文賞（研究）

「脳動脈瘤治療用多孔薄膜カバードステントの開発（薄膜留置による瘤塞栓性能の評価と微細孔形状の最適化）」日本機械学会論文集、79巻、801号、B編（2013年5月）、992、田地川勉、中川雄太、紅林芳嘉（関西大学）、西正吾（札幌東徳洲会病院）、中山 泰秀（国立循環器病研究センター 研究所）

「Numerical Study on the Morphology and Mechanical Role of Healthy and Osteoporotic Vertebral Trabecular Bone」 Journal of Biomechanical Science and Engineering, 6巻、4号（2011年9月）、270

吉原悠仁（慶應義塾大学）、Miguel CLANCHE（Ecole Central de Nantes, France）、Khairul Salleh BASARUDDI、高野 直樹（慶應義塾大学）、中野貴由（大阪大学）

#### ・日本機械学会奨励賞（研究）

「細胞レベルから構築する血流マルチスケールシミュレータの開発研究」大森俊宏（東北大学）

「移動性細胞におけるアクチン細胞骨格構造ダイナミクスの力学的制御機構の研究」オケヨ ケネディ・オモンディ（東京大学）

「力学負荷に対する腱組織機能的適応における組織・細胞機能制御機序の解明についての研究」前田英次郎（北海道大学）

## 2014年度

### バイオエンジニアリング部門

#### <功績賞、業績賞、瀬口賞>候補者の募集

本部門ではバイオエンジニアリング分野における研究、教育、技術の発展を図るため、功績賞、業績賞、瀬口賞という三種類の部門賞を設けています。本年度の部門賞の候補者を下記の要領で募集いたします。多数のご応募をお願い申し上げます。

#### 1. 対象となる業績及び受賞者の資格

- ・功績賞：部門に関連する学術、教育、出版、国際交流などの分野で当部門の発展に寄与した個人に贈られる。受賞者は原則として日本機械学会会員とする。
- ・業績賞：前年度末までに発表されたバイオエンジニアリング関連の研究及び技術の中で優秀と認められる業績を挙げた個人に贈られる。受賞者は原則として日本機械学会会員とする。
- ・瀬口賞：本部門の創設に尽力された故瀬口靖幸博士（元大阪大学教授）のご功績を記念して設けられた、若手研究者に対する賞であり、前年度末までに発表された研究の中で優秀と認められ、かつ今後バイオエンジニアリング部門の発展に寄与することが期待される個人に贈られる。受賞者は原則として日本機械学会会員とし、研究発表時に35歳以下とする。

#### 2. 表彰方法及び時期

選賞委員会において審査のうえ、朱鷺メッセ（新潟市）で開催される第27回バイオエンジニアリング講演会において表彰する。

#### 3. 募集方法

公募によるものとし、自薦、他薦いずれも可とする。

#### 4. 提出書類

##### ・功績賞

自薦の場合：(1)応募書 [A4判用紙1枚に、①応募者氏名・略歴、②応募者所属・職または身分・連絡先を明記したもの]、(2)応募の基礎となる業績リスト及び800字程度の業績概要

他薦の場合：(1)推薦書 [A4判用紙1枚に、①推薦者氏名、②推薦者所属・連絡先、③被推薦者氏名・略歴、④被推薦者所属・職または身分・連絡先、⑤400字程度の推薦理由を明記したもの]、(2)推薦の基礎となる業績リスト。

##### ・業績賞、瀬口賞

自薦の場合：(1)応募書 [A4判用紙1枚に、①応募者氏

名・略歴（瀬口賞の場合は生年月日を明記）、②応募者所属・職または身分・連絡先を明記したもの、(2) 応募の基礎となる研究業績リスト及び800字程度（瀬口賞の場合は400字程度）の業績概要、(3)同リスト中の主要論文の別刷またはコピー（4点以内）。

他薦の場合：(1)推薦書 [A4判用紙1枚に、①推薦者氏名、②推薦者所属・連絡先、③被推薦者氏名・略歴（瀬口賞の場合は生年月日を明記）、④被推薦者所属・職または身分・連絡先、⑤200字程度の推薦理由を明記したもの]、(2)推薦の基礎となる研究業績リスト及び800字程度（瀬口賞の場合は400字程度）の業績概要、(3)同リスト中の主要論文の別刷またはコピー（4点以内）。

5. 提出締切日 2014年9月26日（金）
6. 提出先 〒160-0016 東京都新宿区信濃町 35 番地 信濃町煉瓦館 5 階 / 日本機械学会バイオエンジニアリング部門宛 / 電話：03-5360-3500 / FAX：03-5360-3508
7. 問合せ先 バイオエンジニアリング部門総務委員長 / 小池卓二（電気通信大学 大学院情報理工学研究科） / 電話 & FAX (042)443-5818 / E-mail koike@mce.uec.ac.jp

## 4. 4 企画委員会だより

企画委員会委員長 西田正浩（産業技術総合研究所）  
同幹事 須藤 亮（慶應義塾大学）

2013年度の活動報告及び2014年度の実施計画について報告させていただきます。

### 1. 活動報告（2013年7月～2014年6月）

#### (1) 2013年度年次大会

2013年度年次大会が2013年9月8日（日）～11日（水）に岡山大学津島キャンパスで開催されました。バイオエンジニアリング部門では、2件の部門単独セッション、15件の部門横断セッション、1件のワークショップ、1件の市民フォーラム、及び3件の基調講演を行い、大会の成功に貢献しました。

#### (2) バイオサロン

第42回バイオサロンは2014年1月10日（金）に東北大学流体科学研究所にて、講師に東北大学加齢医学研究所心臓病電子医学分野 教授 山家智之先生を御招きして「人体は機械である－人工臓器の開発と臨床」のご講演を頂きました。また、第43回バイオサロンは2014年3月28日（金）に日本機械学会会議室にて、講師に工学院大学 工学部機械工学科 教授 伊藤慎一郎先生を御招きして「スポーツとバイオ」のご講演を頂きました。

#### (3) 講習会

「有限要素法による骨のバイオメカニクス解析入門」と題した部門講習会が、2014年1月25日（土）に芝浦工業大学芝浦キャンパスにて開催されました。主に医療従事者を対象とし、骨のバイオメカニクス分野の専門家6名による6件の講義が実施され、好評を得ました。

### 2. 実施計画（2014年7月～）

#### (1) 2014年度年次大会

2014年度年次大会は9月7日（日）～10日（水）に東京電機大学にて開催予定で、当部門は以下の企画を担当します。

##### (a) 部門横断オーガナイズドセッション（12件）

- ・診療技術と臨床バイオメカニクス（バイオ、機力、流体、材力、マイクロ）
- ・生物規範メカニクス・システム：生物の運動、力学及びミメティクス（バイオ、流体、ロボメカ）
- ・多相界面問題とバイオ、エネルギー、環境との関係（バイオ、動エネ、流体）
- ・生命体統合シミュレーション（バイオ、計算、流体、材力、マイクロ）
- ・傷害防止工学（バイオ、スポーツ、機力）
- ・薬剤送達とバイオメカニクス（バイオ、流体）
- ・細胞および分子のマイクロ・ナノスケール解析（バイオ、マイクロ）
- ・ソフトマター・イノベーション（機材、流体、機素、材力、バイオ）
- ・スポーツ流体（流体、スポーツ、バイオ）
- ・医療・健康・福祉のためのセンシングおよびロボティクス（情報、ロボメカ、バイオ）
- ・感性・癒し工学（スポーツ、バイオ）
- ・医工学テクノロジーによる医療福祉機器開発（医工、機力、流体、計算、バイオ、ロボメカ、情報、材力、熱）

##### (b) 部門単独オーガナイズドセッション（2件）

- ・多細胞・組織への展開を目指した細胞工学
- ・循環器系医療機器

##### (c) 基調講演（2件）

- ・抗シワ効能の評価ガイドラインとその認可の新規取得（ヤクルト 理事・主席研究員 曾根俊郎）
- ・感覚フィードバックによる錯覚を用いた運動機能回復へのアプローチ（電気通信大学 教授 横井浩史）

##### (d) ワークショップ（5件）

- ・腫瘍医工学（バイオ、流体）
- ・流体関連のバイオミメティクス（流体、バイオ）
- ・生物に見る展開構造と宇宙構造物への応用（宇宙、バイオ）
- ・今さら聞けない臨床診断の思考プロセス－臨床志向の医工学研究を考える－（医工、情報、機力、バイオ、計算、ロボメカ、流体、材力、熱）
- ・高度物理刺激と生体応答（高度物理刺激と生体応答に関する研究分科会(P-SCC12)、環境、バイオ、流体、熱）

##### (e) 市民フォーラム（1件）

- ・どう使う福祉機器－介護支援から社会参加支援（機素、機力、技術と社会、バイオ、ロボメカ）

#### (2) 第11回最適化シンポジウム

2014年度はバイオエンジニアリング部門が幹事部門（機力、設計、計算の各部門との合同企画）として、2014年12月12日（金）～13日（土）にITビジネスプラザ武蔵（金沢市）で開催されます。

#### (3) 第44回バイオサロン

2015年1月8日（木）に朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター（新潟市）にて開催予定です。

#### (4) 共催・担当行事

- ・第11回生体医工学サマースクール

2014年8月6日(水)～8日(金)に伊東温泉山喜旅館(伊東市)において、「統計アトラスを用いたCT像からの臓器領域抽出」をテーマとして開催され(主催:日本生体医工学会), バイオエンジニアリング部門は共催します。

#### ・福祉工学シンポジウム

2014年度はライフサポート学会が幹事学会として, 2014年9月24日(水)～26日(金)にルスツリゾート(北海道留寿都村)で開催されます。LIFE 2014(生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会2014)の名称で, 第30回ライフサポート学会大会, 第14回日本生活支援工学学会大会, 日本機械学会 福祉工学シンポジウム2014の連合大会として開催されます。なお, 2014年度の福祉工学シンポジウムの機械学会内担当部門(バイオ, ロボメカ, 機力, 機素の4部門による)はバイオエンジニアリング部門です。

#### (5) 2015年度年次大会

2015年度年次大会は, 2015年9月13日(日)～17日(木)に北海道大学で開催されます。現在, 種々の企画を考えておりますので, 皆様の積極的なご参加とご協力をお願い致します。なお, 他部門からの要請を受けてオーガナイズドセッション・ワークショップ・市民フォーラム等を企画される場合は, 必ず, 企画委員会までご連絡ください。

《連絡先》

西田正浩(産業技術総合研究所) masahiro.nishida@aist.go.jp  
須藤亮(慶應義塾大学) sudo@sd.keio.ac.jp

## 4. 5 国際委員会だより

国際委員会委員長 石川 拓司(東北大学)  
同幹事 坪田 健一(千葉大学)

国際委員会は, 国際会議の企画・実行, 国際会議実行委員会の組織編成, 諸外国学会連絡窓口・海外渉外折衝を目的として設置されております。本年度は委員長・石川拓司(東北大学), 幹事・坪田健一(千葉大学), 委員・田中正夫(大阪大学), 委員・松本健郎(名古屋工業大学), 委員・大橋俊朗(北海道大学)の5名で担当しております。当委員会の担当事項の現状について報告いたします。

バイオフィロンティア・シンポジウム(Biofrontier Symposium): 2009年から始まった本シンポジウムは, バイオフィロンティア講演会と併催されており, 若手研究者や学生に英語の講演に慣れてもらうことを目的としています。バイオフィロンティア・シンポジウム2013は第24回バイオフィロンティア講演会(2013年11月1～2日, 京都)の会期中に開催しました。英国University of SouthamptonよりDan L. Bader教授を, ニューゼaland University of AucklandよりAshvin Thambyah准教授をお招きし, ご講演いただきました。次回のバイオフィロンティア・シンポジウムは第25回バイオフィロンティア講演会(2014年10月3～4日, 鳥取)において開催する予定です。参加費は無料ですので, 若手研究者, 大学院生および学部学生に積極的に参加するようお勧め下さい。

日韓ジョイントシンポジウム(Japan-Korea Joint

Symposium): 韓国機械学会バイオエンジニアリング部門(KSME Bioengineering Division)との連携を進展させるため, 2013年にMOUを取り交わしました。主な内容は, 日韓ジョイントシンポジウムを毎年どちらかの国において開催するというものです。2013年5月のKSME Bioengineering Division Spring Conference(麗水, 韓国)に引き続き, 第26回バイオエンジニアリング講演会(2014年1月11～12日, 仙台)の会期中に日韓ジョイントシンポジウムを開催いたしました。韓国側から3名, 日本側から3名の先生によりシンポジウムを構成いたしました。今後も日韓両部門の連携にご協力をいただければ幸いです。

アジア太平洋バイオメカニクス連合(Asian-Pacific Association for Biomechanics, 略称APAB): APABはアジア太平洋地域を世界のバイオメカニクス研究における第3の極とすべく結成された組織で, この公式会議としてアジア太平洋バイオメカニクス会議(Asian Pacific Conference on Biomechanics)が位置づけられております。Presidentは松本健郎教授(名古屋工業大学)が務められております。第7回会議(7th Asian Pacific Conference on Biomechanics)は2013年8月29～31日に韓国Seoulにて開催されました。第8回会議は但野茂教授(北海道大学)のお世話により, 2015年9月に札幌にて開催する予定です。

日本―スイスバイオメカニクスワークショップ(Japan-Switzerland Workshop on Biomechanics): 本ワークショップは, スイスのバイオメカニクス研究者との交流の場として, 2001年から4年おきに開催されています。第4回会議(4th Japan-Switzerland Workshop on Biomechanics)は松本健郎教授(名古屋工業大学)のお世話により, 2014年9月1～4日に志摩にて開催される予定です。

バイオメカニクス世界会議(World Congress of Biomechanics): 本会議は, 世界中のバイオメカニクス研究者が集う場として, 4年おきに開催されています。第7回会議(7th World Congress of Biomechanics)はRoger D. Kamm教授(Massachusetts Institute of Technology, USA)のお世話により, 2014年7月6～11日に米国Bostonにて開催されました。

アメリカ機械学会バイオエンジニアリング部門(ASME Bioengineering Division)との連携: ASMEとの連携を強化するため, 2015 Summer Biomechanics, Bioengineering and Biotransport Conference(略称SB3C, 2015年6月17～20日, Utah, 米国)において, 日米ジョイントセッションを企画しています。

《連絡先》

石川拓司(東北大学) ishikawa@pfs1.mech.tohoku.ac.jp  
坪田健一(千葉大学) tsubota@faculty.chiba-u.jp  
田中正夫(大阪大学) tanaka@me.es.osaka-u.ac.jp  
松本健郎(名古屋工業大学) takeo@nitech.ac.jp  
大橋俊朗(北海道大学) ohashi@eng.hokudai.ac.jp

## 4. 6 国際英文ジャーナルだより

## J B S E 編集委員会委員長

安達 泰治 (京都大学)  
同幹事 大橋 俊朗 (北海道大学)  
同幹事 石川 拓司 (東北大学)  
同幹事 坪田 健一 (千葉大学)  
同幹事 須藤 亮 (慶應義塾大学)

# JBSE

Journal of Biomechanical Science and Engineering  
The Japan Society of Mechanical Engineers. Official Information Web Site, since 2006.  
URL: <http://www.jbse.org/>

バイオエンジニアリング部門英文ジャーナル JBSE (Journal of Biomechanical Science and Engineering)は、2006年秋の創刊から9年目を向かえ、国際的な学術雑誌への発展を目指して、引き続き編集・広報活動を行っております。

2013年(Vol. 8)には、一般号として3号、小特集号を含む号を1号発刊し、合計28編の論文が掲載されました。

- No. 1: 一般号 (pp. 1 - 103) 8編
- No. 2: 一般号 (pp. 104 - 196) 7編
- No. 3: 小特集号: Trans-disciplinary Flow Dynamics (pp. 197 - 256) 5編
- No. 3: 一般号 (pp. 257 - 292) 3編
- No. 4: 一般号 (pp. 293 - 355) 5編

2014年は、創刊以来8年間の長きにわたり編集委員長の大役を務めてこられました牛田多加志(前)編集委員長に代わり、新たに安達が編集委員長を務め、さらに、坪田幹事と須藤幹事がJBSE幹事会に加わりました。引き続き、JBSEのさらなる発展を目指して参ります。

掲載された論文は、JBSEのHP (<http://www.jbse.org/>)、または、部門HP (<http://www.jsme.or.jp/bio/>)のリンクからご覧頂けます。

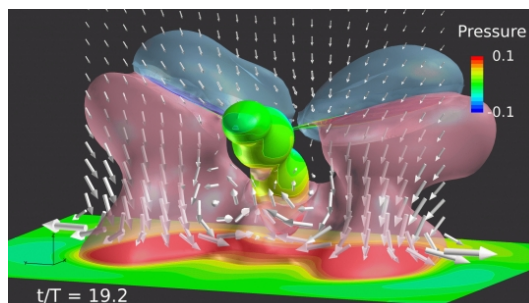
JBSEでは、2010年よりJBSE Awardsを授与しています。2013年のPapers of the Yearは、以下の2つの論文が受賞しました。

Kyoko YAMAMOTO, Kohei TANIMURA, Yo MABUCHI, Yumi MATSUZAKI, Seok CHUNG, Roger D. KAMM, Mariko IKEDA, Kazuo TANISHITA, Ryo SUDO, The stabilization effect of mesenchymal stem cells on the formation of microvascular networks in a microfluidic device, Vol. 8, pp. 114-128 (2013).

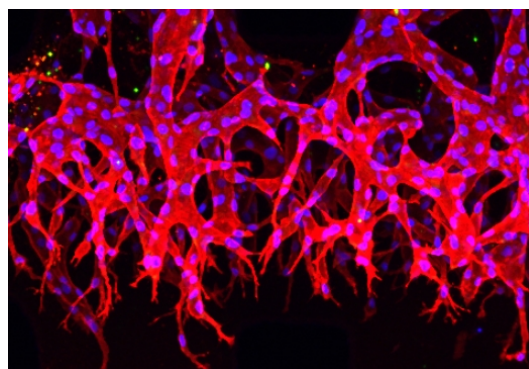
Kosaku KURATA, Ryo UENO, Masahiro MATSUSHITA,

Takanobu FUKUNAGA, Hiroshi TAKAMATSU, Experimental and analytical studies on contact irreversible electroporation for superficial tumor treatment, Vol. 8, pp. 306-318 (2013).

2013年のGraphics of the Yearは、以下の2つの画像が受賞しました。



Masateru MAEDA *et al.*, Vol. 8, No. 4, pp. 344-355 (2013)



Kyoko YAMAMOTO *et al.*, Vol. 8, No. 2, pp. 114-128 (2013)

バイオエンジニアリング部門の会員の皆様方におかれましても、引き続き、本JBSEを最新の研究成果発表の場としてご活用頂きますよう、論文のご投稿や査読を宜しくお願い致します。

### 《連絡先》

安達 泰治 (京都大学) [adachi@frontier.kyoto-u.ac.jp](mailto:adachi@frontier.kyoto-u.ac.jp)  
大橋 俊朗 (北海道大学) [ohashi@eng.hokudai.ac.jp](mailto:ohashi@eng.hokudai.ac.jp)  
石川 拓司 (東北大学) [ishikawa@pfs1.mech.tohoku.ac.jp](mailto:ishikawa@pfs1.mech.tohoku.ac.jp)  
坪田 健一 (千葉大学) [tsubota@faculty.chiba-u.jp](mailto:tsubota@faculty.chiba-u.jp)  
須藤 亮 (慶應義塾大学) [sudo@sd.keio.ac.jp](mailto:sudo@sd.keio.ac.jp)

## 5. 分科会・研究会活動報告

### 計測と力学—生体への応用—研究会

主査: 大橋 俊朗 (北海道大学)  
幹事: 東藤 正浩 (北海道大学)

平成25年度は、計4回の研究会を下記の要領で実施した。

### 第41回研究会

日時: 平成25年4月24日(水), 14:00~15:00  
会場: 北海道大学大学院工学研究院・工学部 大会議室 A1-17室 (札幌市北区北13条西8丁目)  
共催: 日本機械学会北海道支部バイオメカニクス懇話会, 日本機械学会北海道支部, 日本生体医工学会専門別研究会「バイオメカニクス研究会」

参加者：30名  
「On the Mechanobiology of Joint Degeneration」  
Ashvin Thambyah (The University of Auckland, New Zealand)

#### 第42回研究会

日時：平成25年7月24日(水)，14:30～15:50  
会場：北海道大学大学院工学研究院・工学部大会議室  
A1-17室(札幌市北区北13条西8丁目)  
共催：日本機械学会北海道支部バイオメカニクス懇話会，  
日本機械学会北海道支部

参加者：30名

「マイクロファイバー形状の人工組織「細胞ファイバー」  
尾上 弘晃(東京大学生産技術研究所)  
「人工細胞は創れるか?—膜タンパク質再構成法とリン脂  
質非対称膜作製法—」  
神谷 厚輝(神奈川科学技術アカデミー)  
「細胞折り紙—折り紙の折り畳み技術を用いた細胞の立体  
組織構造の構築—」  
繁富(栗林) 香織(北海道大学情報科学研究科)

#### 第43回研究会

日時：平成25年10月29日(火)，16:20～17:00  
会場：北海道大学大学院工学研究院・工学部大会議室  
A1-17室(札幌市北区北13条西8丁目)  
共催：日本機械学会北海道支部バイオメカニクス懇話会，  
日本機械学会北海道支部

参加者：28名

「The Biomechanical Tuning of Fibrin Gel Toward  
Angiogenesis Guidance of Human Umbilical Vein  
Endothelial Cells」  
Irza Sukmana (Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia)

#### 第44回研究会

日時：平成26年2月6日(木)，15:00～17:00  
会場：北海道大学大学院工学研究院・工学部大会議室  
A1-17室(札幌市北区北13条西8丁目)  
共催：日本機械学会北海道支部バイオメカニクス懇話会，  
日本機械学会北海道支部，

参加者：25名

「Structural Optimality in Bone: Modeling Osteocyte Network  
as a Mechanosensory System」  
Taiji Adachi (Kyoto University, Japan)  
「Using A Hierarchical Approach to Investigate Cartilage and  
Subchondral Bone Responses Under Impact Load」  
Peter Vee Sin Lee (The University of Melbourne, Australia)

《連絡先》

東藤 正浩  
北海道大学 大学院工学研究院  
人間機械システムデザイン部門  
〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目  
TEL&FAX: 011-706-6404  
E-mail: todoh@eng.hokudai.ac.jp

#### 生体機能の解明とその応用に関する研究会

主査：松本健郎(名古屋工業大学)  
幹事：杉田修啓(名古屋工業大学)

2013年度は第37回および第38回研究会の2回の研究会を開催した。第37回研究会では、第4回「スキンメカ

ニクスの計測と評価 研究会」と合同で開催し、血管壁を  
対象としてバイオメカニクスに取り組んでおられる先生  
方にご講演頂いた。また、第38回研究会では、東海地区  
に新たに拠点を置かれた若手研究者の方にご講演頂いた。  
いずれの研究会にも東海地区のみならず他地区からも多  
くの方に参加して頂いており、また、講演終了後の質疑・  
応答時間が不十分と感じるほど活発な議論が行われ、大変  
意義深い研究会となった。今後とも皆様方のご参加・ご支  
援をお願い申し上げます。

#### 第37回研究会

日時：2013年9月13日(金) 14:30～17:20  
場所：名古屋工業大学 3号館2階 機械工学科大会議室  
共催：スキンメカニクスの計測と評価 研究会  
プログラム

- ・「動脈硬度の in situ 計測のための数理モデルと解析」  
佐久間 淳 先生  
(東京農工大学・大学院工学研究院)
- ・「動脈硬化の超早期診断技術の開発」  
矢口 俊之 先生  
(名古屋工業大学・大学院工学研究科)
- ・「血管壁の破壊とコラーゲン線維の配向一致度の関連性」  
杉田 修啓 先生  
(名古屋工業大学・若手研究イノベータ養成センター)
- ・「剖検例の血管壁の材料力学試験と有限要素解析」  
山田 宏 先生  
(九州工業大学・大学院生命体工学研究科)

#### 第38回研究会

日時：2014年3月7日(金) 15:00～17:20  
場所：名古屋工業大学 3号館2階 機械工学科大会議室  
プログラム

- ・「メカノバイオロジー研究の裾野拡大につながる技術開  
発の取り組み」  
出口 真次 先生  
(名古屋工業大学 工学研究科 共同ナノメディシン科  
学専攻 医薬支援ナノ工学部門/機能工学専攻)
- ・「生体組織と人工材料との接触有限要素シミュレーショ  
ン」  
村瀬 晃平 先生  
(名古屋大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻)

《連絡先》

名古屋工業大学 しくみ領域 機械工学教育類  
杉田 修啓  
〒466-8555 愛知県名古屋市長和区御器所町  
TEL&FAX: 052-735-7125  
E-mail: sugita.shukei@nitech.ac.jp

#### 生体システム技術研究会

主査：高松 洋(九州大学)  
幹事：澤江義則(九州大学)

本年度は、第26回講演会および第27回講演会を九州  
大学伊都キャンパスにて開催した。第26回講演会は九州

大学バイオメカニクス研究センターおよび生体工学リサーチコアと共催し、"Biotribology for Functional Cartilage Tissue Engineering"を主題に、米国カリフォルニア大学バークレー校の Prof. Kyriakos Komvopoulos, 同志社大学の森田有亮教授、九州大学の村上輝夫特命教授より、なめらかな関節運動を実現するための潤滑機能に着目した、高度な関節機能再建を目指した再生軟骨および人工軟骨に関する研究についてご講演いただいた。次に第27回講演会は、九州大学バイオメカニクス研究センター、生体工学リサーチコアおよび日本生体医工学学会専門別研究会バイオメカニクス研究会と共催し、カナダウォータールー大学よりお招きした Prof. John Medley より、米国において大きな医療訴訟となった Metal-on-Metal 人工関節の問題について、その原因と経緯を工学的視点からご紹介いただいた。またマレーシア大学からお招きした Dr. Belinda Pinguan-Murphy より、脂肪由来幹細胞を用いた再生組織形成に関する最新の研究成果についてご講演いただいた。

生体システム技術研究会第26回講演会  
日時：平成25年11月7日（木）15:30~18:00  
場所：九州大学伊都キャンパス  
ウェスト4号館3階 機械3講義室（313号室）

プログラム：

1. Mechanotransduction Effect on Lubrication of Articular Cartilage and Surface Modification of Fibrous Scaffolds for Tissue Engineering  
Prof. Kyriakos Komvopoulos  
Department of Mechanical Engineering,  
University of California, Berkeley, UAS

2. Development of Evaluation Method for Cartilage Tissue Engineering  
Prof. Yusuke Morita  
Faculty of Life and Medical Sciences,  
Doshisha University

3. Superior Lubrication Mechanism in Natural Synovial Joints and Its Application to Artificial Cartilage  
Prof. Teruo Murakami  
Research Center for Advanced Biomechanics,  
Kyushu University

生体システム技術研究会第27回講演会  
日時：平成26年2月5日（水）15:30~17:00  
場所：九州大学伊都キャンパス  
ウェスト4号館3階 機械3講義室（313号室）

プログラム：

1. A metal-on-metal hip replacement litigation in the United States: background, tribology issues and legal procedures  
Prof. John B. Medley  
Department of Mechanical & Mechatronics Engineering, University of Waterloo, Canada

2. The effect of low oxygen tension on Adipose derived stem cells  
Dr. Belinda Pinguan-Murphy  
Department of Biomedical Engineering,  
University of Malaya, Malaysia

連絡先

九州大学 大学院工学研究院機械工学部門 澤江義則

〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地  
電話：092-802-3073  
FAX：092-802-0001  
E-mail：sawa@mech.kyushu-u.ac.jp

## 生物機械システム研究会

主査：和田成生（大阪大学）  
幹事：田原大輔（龍谷大学）

生体組織・細胞の構造・機能が、階層的なスケールにおいて適応的に相互に作用する現象に対し、多くのバイオメカニクス研究が盛んに進められてきている。本研究会では、このような生体組織・細胞の適応ダイナミクスを捉える実験的・計算的・理論的手法を提案し、そのメカニズムを詳細に探るべく、第39、40回研究会を実施し、実験と理論の両アプローチからの討論を行った。

### 第39回研究会

日時：2013年7月23日（火）14:00~17:00  
場所：大阪大学基礎工学部 D 棟セミナー室（豊中市待兼山町1-3）

「弾性有孔板の垂直入射音率に関する研究」宇津野 秀夫（関西大学システム理工学部機械工学科）

「歯茎摩擦音/s/の流体音響連成解析」野崎 一徳（大阪大学歯学部附属病院）

「口腔内実形状モデルによる歯茎摩擦音/s/発生音源の解析」吉永 司（大阪大学大学院基礎工学研究科）

### 第40回研究会

日時：2014年6月6日（金）15:30~17:30  
場所：龍谷大学梅田キャンパス セミナールーム（大阪市北区梅田2-2-2 ヒルトンプラザウエスト オフィスタワー14階）

「歯科における破壊現象の予防法確立を目指した in silico 研究」山口 哲（大阪大学大学院歯学研究科 顎口腔機能再建学講座（歯科理工学教室））

「歯科におけるイメージング手法と歯の加齢変化」三浦治郎（大阪大学歯学部附属病院口腔総合診療部）

《連絡先》

田原大輔（〒520-2194 龍谷大学理工学部機械システム工学科, Tel: 077-543-7435, Fax: 077-543-7457, E-mail: datawara@rins.ryukoku.ac.jp）

## 傷害バイオメカニクス研究会

主査：一杉正仁（滋賀医科大学）  
幹事：松井靖浩（交通安全環境研究所）  
幹事：本澤養樹（本田技術研究所）  
幹事：榎 徹雄（東京都市大学）

本研究会は、工学及び医学の両面から外傷のメカニズムを追求し、効果的な予防策について情報交換を行っている。本年度は研究会活動として、主催研究会を2回開催した。主催研究会として、第8回傷害バイオメカニクス研究会、第9回傷害バイオメカニクス研究会をそれぞれ下記の要領で実施した。研究会では、恒例によって専門の医師から基

調講演があり、その後交通事故により生じた外傷発生メカニズムを特定するための取り組みが多角的に進められている現状が報告された。講演後には活発な情報交換が行われ、さまざまな問題点について議論された。

#### 第8回傷害バイオメカニクス研究会

日時：平成25年12月5日（木）13:30-16:10

会場：名古屋大学 ES総合館 1F会議室

参加者：24名

内容：

1. 「基調講演」交通外傷  
田邊 登崇（富士市立中央病院 整形外科）
2. ラット落下実験による胸部応答評価  
伊藤 大輔（名古屋大学）
3. チャイルドシートの側面衝突試験法における妥当性の検討  
入江 峻輔（東京都市大学大学院）

#### 第9回傷害バイオメカニクス研究会

日時：平成26年3月4日（火）13:00-16:10

会場：東京都市大学 世田谷キャンパス 2号館 2階 2A教室

参加者：48名

内容：

1. 「基調講演」交通外傷と救急医療 — 自転車乗員の外傷を中心に —

五明佐 也香（獨協医科大学 越谷病院 救急医療科）

2. 自転車乗員の挙動と頭部保護

水野 幸治（名古屋大学）

3. 衝突安全の法規について

高木 俊介（交通安全環境研究所 自動車審査部）

4. 軟組織の高速引張試験における冷蔵時経時劣化の影響に関する研究

天羽 啓太（東京都市大学 工学部機械工学科）

5. 縮尺模型を用いたハンドル型電動車いす乗員の衝突安全に関する研究

入江 峻輔（東京都市大学 工学部機械工学科）

なお、本研究会は平成26年度も継続することとなり、会員各位の御参加をお願いしたい。

（文責 松井靖浩）

#### 《連絡先》

一杉正仁（滋賀医科大学、〒520-2192 滋賀県大津市瀬田月輪町、TEL: 077-548-2200、FAX: 077-548-2200、Email: hitosugi@belle.shiga-med.ac.jp）

#### 制御と情報—生体への応用—研究会

主査：早瀬敏幸（東北大学）

幹事：小池卓二（電気通信大学）

2013年度は、東北大学流体科学研究所ライフサイエンスクラスターと共催で、バイオ・医療に関する講演会を2回、芝浦工業大学生体流動工学研究室と共催で講演会を1回開催し、脳損傷から医療機器開発までを見据えた衝撃波のトランスレーショナルリサーチ、脂質依存型膜チャンネルタンパク質の動態解析、臨床心臓構造学、循環器系の血行力学、壁せん断応力と血管病変の相関に関する話題提供と

参加者との活発な討論が行われた。

#### 第1回研究会

主 催：東北大学流体科学研究所ライフサイエンスクラスター

共 催：日本機械学会バイオエンジニアリング部門 制御と情報—生体への応用研究会

日時：2013年7月24日（水）17:30~19:00

会場：東北大学流体科学研究所大講義室

参加者：25名

講演内容：

中川 敦寛（東北大学大学院医学系研究科、助教）

「衝撃波のトランスレーショナルリサーチ：脳損傷から医療機器開発まで」

富田 典子（東北大学流体科学研究所、日本学術振興会特別研究員(PD)）

「平面脂質膜多様化システムを利用した脂質依存型膜チャンネルタンパク質の動態解析」

#### 第2回研究会

主 催：東北大学流体科学研究所ライフサイエンスクラスター

共 催：日本機械学会バイオエンジニアリング部門 制御と情報—生体への応用研究会

日時：2013年12月13日（金）18:00~20:00

会場：東北大学 片平キャンパス 片平北門会館 2階 エスパス

参加者：30名

講演内容：

井川 修（日本医科大学多摩永山病院 内科・循環器内科）

「心臓構造の特殊性」

#### 第3回研究会

共 催：芝浦工業大学生体流動工学研究室

日時：2014年3月7日（金）17:00~18:30

会場：芝浦工業大学 豊洲キャンパス 教室棟 403 教室

参加者：40名

講演内容：

山口隆平（芝浦工業大学、教授）

演題：「循環器系の血行力学、壁せん断応力と血管病変の相関—43年の航跡—」

#### 《連絡先》

早瀬敏幸

東北大学 流体科学研究所

〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

電話 & FAX: 022-217-5253,

E-mail: hayase@ifs.tohoku.ac.jp,

www: <http://reynolds.ifs.tohoku.ac.jp>

#### スキンメカニクス研究会

主査：佐久間淳（東京農工大学）

幹事：佐伯壮一（大阪市立大学）

メカニクス評価が難しい軟組織の中でも未解決テーマ課題の多い皮膚組織について、これを解析する目的により平成24年度にスタートしたばかりの若い標記A-TS02-14研究会ですが、平成25年度については3回開催いたしましたので報告させていただきます。

### 第3回研究会

日時：2013年7月12日（金）15:00～17:25

場所：東京都小金井市 東京農工大学小金井キャンパス

参加者：46名

プログラム

「柔軟物の柔らかさ測定方法の提案と試験装置の開発、およびその事例」長尾光雄（日本大学）

「ヒト顔肌のための携帯タイプ弾性係数計測デバイスの開発」佐久間淳（東京農工大学）

「触感モデルを用いた触感認識の研究と触動作センサシステムの開発」川副智行（株）資生堂

### 第4回研究会

日時：2013年9月13日（金）14:30～17:20

場所：名古屋市昭和区 名古屋工業大学参加者：37名

プログラム

「動脈硬度の in situ 計測のための数理モデルと解析」佐久間淳（東京農工大学）

「動脈硬化の超早期診断技術の開発」矢口俊之（名古屋工業大学）

「血管壁の破壊とコラーゲン線維の配向一致度の関連性」杉田修啓（名古屋工業大学）

「剖検例の血管壁の材料力学試験と有限要素解析」山田宏（九州工業大学）

### 第5回研究会

日時：2014年3月27日（木）15:00～17:30

場所：東京都小金井市 東京農工大学小金井キャンパス

参加者：39名

プログラム

「RGB-LED を用いた FF-OCT による化粧肌の特徴評価」岩井俊昭（東京農工大学）

「歯周炎分子標的治療薬の探索と硬さ測定」大島光宏（奥羽大学）

「アトピー性皮膚炎における皮膚バリア修復不全機構の分子解析」松田浩珍（東京農工大学）

さて、多くの参加者に毎回ご出席頂けている本研究会ですが、第4回についてはA-TS02-07 生体機能の解明とその応用に関する研究会と共催するなど、さらに活動範囲を広げるべく模索も積み重ねております。BE部門に所属の皆様におかれましても、ご提案やご要望など何かありましたら主査・幹事へ随時お知らせください、また引き続きよろしく願いたします。

### 高度物理刺激と生体応答に関する研究分科会

主査：佐藤岳彦（東北大学）

幹事：大橋俊朗（北海道大学）

幹事：川野聡恭（大阪大学）

幹事：白樫 了（東京大学）

平成25年度は、計4回の分科会を下記の要領で実施した。

#### 第1回分科会

日時：平成25年7月5日（金）13:00～17:50、6日（土）

9:00～12:00

会場：東京大学生産技術研究所

内容：8名の委員により研究内容紹介ならびに討論を行った。また、東京大学生産技術研究所の関連実験設備等の見学会を行った。

#### 第2回分科会

日時：平成25年9月10日（火）9:00～12:00

会場：岡山大学津島キャンパス

内容：5名の委員により研究内容紹介ならびに討論を行った。本分科会は2013年度年次大会のワークショップとして企画した。

#### 第3回分科会

日時：平成25年11月27日（水）9:00～17:00

会場：仙台国際センター

内容：8名の委員により研究内容紹介ならびに討論を行った。また、海外より外国人講演者2名を招聘し基調講演を行った。本分科会は10th International Conference on Flow Dynamics のオーガナイズドセッションとして企画した。

#### 第4回分科会

日時：平成26年1月30日（木）14:00～18:00、31日（金）

9:30～11:40

会場：大阪大学豊中キャンパス

内容：7名の委員により研究内容紹介ならびに討論を行った。また、大阪大学基礎工学研究科の関連実験設備等の見学会を行った。

《連絡先》

大橋 俊朗

北海道大学 大学院工学研究院 人間機械システムデザイン部門

〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目

TEL&FAX: 011-706-6424

E-mail: ohashi@eng.hokudai.ac.jp



## 6. 研究室紹介

川崎医療福祉大学  
医療技術学部 臨床工学科  
メカノバイオロジー研究室

坂元尚哉

〒701-0193  
倉敷市松島 288  
E-mail: sakan@me.kawasaki-m.ac.jp

学生のときから長年お世話になった東北大学から現所属に異動し 2014 年度で 3 年目になりました。異動後 2 年目頃までは設備・環境の整備、学生への実験方法の指導など研究室を立ち上げることの大変さを実感し、今は研究室を維持することの苦労をじわじわと実感しております。

川崎医療福祉大学には 12 の医療系学科があり資格習得を目標とした教育が行われています。私が所属する臨床工学科には、体外循環装置や透析装置の操作・保守点検を行うための国家資格である臨床工学技士取得を目指す学生が入学してきており、卒業生の 9 割以上が病院等医療機関へ就職します。資格取得を主目的としているため、学科全体的に研究より教育重視の雰囲気があり、大学院に進学する学生も非常に少ない状況ですが、その中でも大学でしかできない研究活動をしてみたいという意欲をもった学生が研究室に所属してくれています。現在は大学院修士課程 1 年生 2 名、学部 4 年生 4 名のメンバーで構成されています。学部生は 3 年生の秋から研究室に所属になり、比較的早い時期から研究を始めることができます。所属後、数ヶ月にわたる病院実習が入り研究を継続できない期間が存在するため、卒業研究でまとまった成果を出すことがなかなか難しい状況ですが、卒業までに学会発表ができる程度までの結果を出せることを目指して研究にいそしんでおります。

力学的な環境が生体に及ぼす影響を細胞レベルから解明することを研究室の主なテーマとしており、現在は特に細胞核が細胞の力学応答に果たす役割について注目した実験的研究を展開しています。力学的・機械工学的観点で細胞外・細胞内環境を理解すると同時に、分子生物学的手法を用いた細胞応答の評価など従来の枠にとらわれない幅広い視野・知識を、研究を通じて獲得して欲しいと思い、学生とともに基礎的な勉強から研究の議論まで日々楽しく行っております。

ちなみに、”川崎”という名前から間違えられやすいのですが、川崎医療福祉大学は岡山県倉敷市にあります。美観地区や大原美術館で知られている倉敷から電車で岡山寄りに一駅となりの中庄が最寄り駅です。中庄駅で電車から降りると、隣接する川崎医科大学とともに背の高い建物としてすぐに分かります。お近くにお越しの際には、当メカノバイオロジー研究室に是非お立ち寄り下さい。



写真1 大学外観：入り口付近にはドクターヘリが常駐しています。



写真2 研究室1期生、2期生と。

## 7. 海外だより

### アメリカの日本人研究者からのご挨拶

#### 長冨次郎

#### Department of Bioengineering Clemson University

2005年8月に米国 サウスカロライナ州にあるクレムソン大学のバイオエンジニアリング学科(Department of Bioengineering, Clemson University)でテニユアトラックのポジションに着任して研究室(Cell Mechanics and Mechanobiology Laboratory)を立ち上げてから約9年が経ちました。学部から大学院もポストドもアメリカの北東部で過ごした私にとって南部で生活するのは初めてで引越した当時は何もかもが新鮮でした。サウスカロライナもクレムソン大学も日本ではあまり馴染みの無い土地、大学だと思いますので研究室の概要に合わせて紹介させていただきます。

クレムソン大学は1889年に農学と工学の男子校として創立、現在は男女共学で5つの学部から構成され17000人の学部生と4500人の大学院生が学ぶアメリカの公立大学としては中規模の大学です。緑に囲まれた5700ヘクタールのキャンパスは東海岸サウスカロライナ州の内陸地の西端、レークハートウェルという湖に隣接しています。近くにはミシュランやBMWの北米本社があるグリーンビルという街があり、オリンピックが開催されたアトランタも車で1時間半ぐらいの距離に位置しています。学内には校舎、研究棟、学生寮、様々なスポーツ施設の他、実験農園、18ホールのゴルフ場、客席数8万5千のスタジアムもあります。クレムソンのアメリカンフットボール、バスケットボール、野球チームは全米でも常に上位にランクされ、プロスポーツのチームが少ない南部では大学スポーツが一番人気でシーズン中は多くの熱狂的なファンが観戦に訪れます。

バイオエンジニアリング学科は1963年に創設され、70年代初頭にバイオマテリアル学会(Society For Biomaterials)の発足当時の本部があった事でも有名な歴史のあるプログラムです。その伝統を継承するように学会の年次大会では毎年クレムソンアワードという名誉のある賞が世界的な研究者に授与されていますし、学科内では現在もほとんどの教員と学生がバイオマテリアルや再生医療の研究に従事しています。また2003年に大西洋沿岸の街チャールストンにあるサウスカロライナ医大(Medical University of South Carolina, MUSC)キャンパスにもサテライト学科(Clemson-MUSC Bioengineering Program)を設立、2010年には前出のグリーンビルにある総合病院

(Greenville Health System)内に研究設備(Clemson University Biomedical Engineering Innovation Campus, CUBEInC)を展開し臨床医や医学部の研究者ともコラボレーションを盛んにしています。

研究室では様々な研究が行われています。立ち上げた当時から続いているのは細胞の静水圧への応答を調べる研究で、手作りの装置を使って間葉系幹細胞、膀胱上皮細胞、神経細胞、がん細胞などにそれぞれの病体モデルに沿ったレベルで加圧した後、分子生物学手法や蛍光イメージングで反応を解析します。その他にもティッシュエンジニアリングの研究で力学的刺激での幹細胞の分化誘導や、3次元細胞培養モデルの構築もしています。最近ではやはりクレムソンのバイオエンジニアリング学科のカラーに染まったかのようにバイオマテリアル(ハイドロゲルやエラストマー)の機械特性のエキスポでの評価や、ラットを使った生体親和性の検査等もやっております。全く一貫性の無い研究室の様にも聞こえるかもしれませんが、いろいろな縁で繋がった研究者とのコラボレーションの延長であり、出来るだけ学生が自主的に興味と熱意を持って研究を進められるテーマを選ばせるという研究室のポリシーの結果であると思います。週一回のグループミーティングでは研究成果の報告にテーマの全く違う学生たちが色々な質問やアイデアを出し合っていて楽しくやっております。研究室のメンバーはほぼ全員がアメリカ人ですが、指導教官(筆者)が日本出身なので学位取得の記念パーティーは大学近くのお寿司屋(日本食レストラン)に行き、我が家での夏と年末のホームパーティーではカラオケを歌うことが恒例となっています。



## 8. 投稿記事

### 「身近に感じたバイオエンジニアリング」

片岡則之  
川崎医療福祉大学

今年度、バイオエンジニアリング部門の広報委員長を拝命し、このニュースレターの編集に関わることになりました。今回、多くの先生方に記事の執筆をお願いしたため、ニュースレターの最後のセクション「投稿記事」には、みずから責任をとるかたちで、恥をしのんで筆をとり（？）しました。

私はこれまで長年にわたって、バイオメカニクス、バイオエンジニアリングの研究に携わってきましたが、血管内皮細胞、平滑筋細胞、心筋細胞など、主に循環器系組織が研究の対象で、関節や硬組織にはあまり縁がありませんでした。しかしながら昨年、大きな怪我に見舞われ、あらためて関節・硬組織のバイオメカニクス研究を身近に感じる事になりました。

昨年の10月、息子の幼稚園の運動会で、恒例の親子競技に参加することになりました。これは、古タイヤに子供をのせて親が引っぱり、リレー方式で競争するというものでした。この競技中に転倒してしまったのです。初めはすぐに立ち上がる事が出来、一応、ゴールはしたのですが、その後、とにかく痛みがひどくなり、歩くことが出来なくなりました。救急車で勤務先の学園内の附属病院に搬送され、診断の結果は「大腿骨頸部骨折」と同時に、「人工股関節への置換」を勧められました。ボルト止めでは骨がきちんと癒着する確率は非常に低い、と言われたのです。ただこの診察中、通常のレントゲン撮影からCT、MRIと、あちこちに運ばれて検査されたのですが、その度に、診察台からストレッチャー、ストレッチャーから診察台へと、4人掛かりで「よいっしょっ！」という感じで移されたため、傷にひびいてとにかく痛いなの。

救急科の診察室からそのまま病室に移り、緊急入院。ただ、手術室の空きがなく、手術まで10日間、ベッドで寝たきりの生活が始まりました。全く起き上がることも出来ない本当に辛い10日間でしたが、他にすることもなく、ベッドの上で寝たままスマートフォンを使って人工股関節や置換の手術について調べました。すると、人工股関節の進歩だけでなく、MIS（最小侵襲手術）や画像処理とコンピューターを使った「ナビゲーション手術」など、手術方法にも格段の進歩があることが分かりました。手術の数日前に主治医の先生から、アメリカBIOMET社の人工股関節を使うことを伝えられ、すぐにスマートフォンで調べたところ、バイポーラカップ(二重の摺動面を持つカップ、図1、図2(BIOMET社から使用許諾済み))を採用し、従来品に比べて格段に稼働域の広がった製品だということがわかりました。ちなみに執刀医の川崎医科大学の三谷教授は、人工股関節の手術に関しては絶対の信頼をおける方で、ナビゲーションシステムは使いませんでした。

人生初めての手術は、あまり不安も感じることなく、手術室に運ばれました。テキパキとした医療スタッフの動

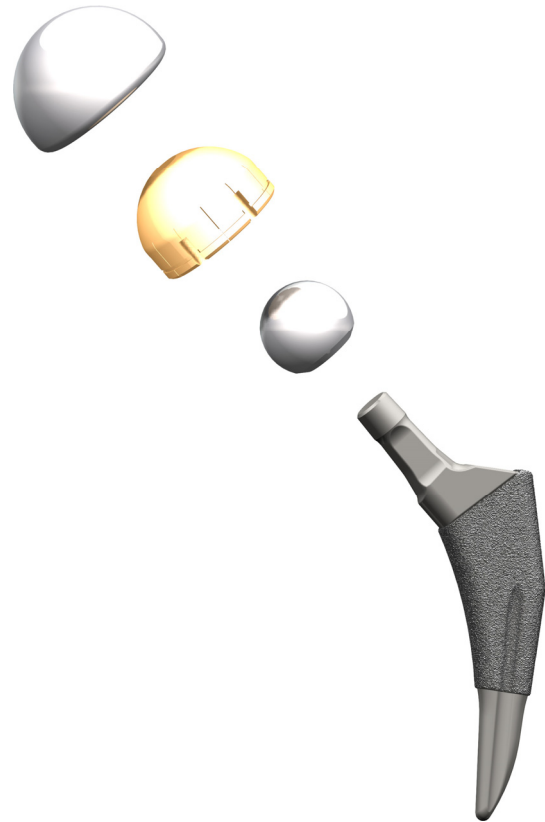


図1 BIOMET社のバイポーラカップのイメージ図

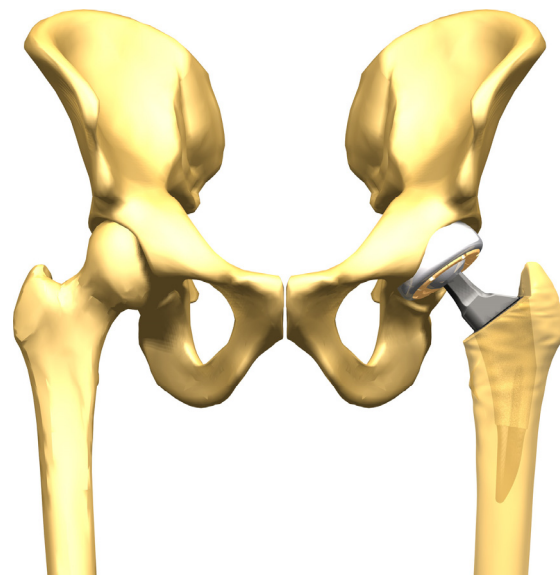


図2 股関節への装着イメージ

きのなかで麻酔の準備が始まり、麻酔医から「次にお呼びするときには手術は終わってますからね。」との言葉通り、ぼーとした意識で気が付いた時には、主治医と家内の会話の間聞こえました。ただ、この「麻酔の醒めかけ」は頂けませんでした。夜中までずっと乗り物に酔ったような感覚でした。

手術の後はリハビリです。事前に聞いてはいましたが、翌日の午前中にはリハビリが始まりました。まずはベッドで起き上がることで、車イスに移ることだけだったのですが、このとき、寝たきりの生活がヒトの体力を完全に奪い去るか、身をもって知ることになりました。徐々に、リハビリテーションセンターに移動してのリハビリになりましたが、しばらくは「本当に自分は歩けるようになるのだろうか？」という不安を感じました。人工股関節の置換術を受けた場合は脱臼の可能性もあるため、歩行の訓練とともに日常生活の動作訓練を行いました。そこでの注意点は、手術を受けた足を内側に捻らないということ、胴体と腿の角度を90°以内にしないことなどなど、でした。

当初の不安とは裏腹に、リハビリは順調に経過し、杖をつけば歩けるようになった段階で退院となりました。ここまで、手術後2週間でした。退院後は、苦しいながらも出来るだけ歩き、体力の回復につとめ、脱臼をしないように

動作に気をつける生活でした。退院後2ヶ月ほどで杖も必要なくなり、歩行自体は普通に出来るようになりましたが、BIOMET社のハイポーラカップの良さを実感したのは退院から半年ほど経った頃からです。もちろん、怪我の前と全く同じ動作、というのは無理ですが、関節の稼動域が広く、かなり多くの日常動作が普通に出来るようになってきました。ただ過信と油断は禁物なので、やはり気を使った生活をおくっています。

現在、手術から10ヶ月ほどが経ち、歩行や多くの日常の動作に不便は感じなくなりましたが、どうしても膝や腰、股関節に疲労や痛みを感じることがあります。やはり、一部とはいえ関節を人工物に置換した結果、力学的なバランスに微妙に変化が生じた結果だと思います。人工関節の性能アップ、手術方法への工学技術の応用に加え、基本的なバイオメカニクス研究の重要性を実感している今日この頃です。

## 9. 部門組織

### 運営委員会

部門長	山本 憲隆 (立命館大学)
副部門長	和田 成生 (大阪大学)
幹事	玉川 雅章 (九州工業大学)
運営委員	赤澤 康史 (兵庫県立総合リハビリテーションセンター)
	安達 泰治 (京都大学)
	石川 拓司 (東北大学)
	伊能 教夫 (東京工業大学)
	井上 康博 (京都大学)
	岩崎 清隆 (早稲田大学)
	岡本 淳 (東京女子医科大学)
	大橋 俊朗 (北海道大学)
	片岡 則之 (川崎医療福祉大学)
	桑名 克之 (泉工医科工業(株))
	小池 卓二 (電気通信大学)
	後藤 知伸 (鳥取大学)
	小林 正典 (大同工業大学)
	小林 訓史 (首都大学東京)
	坂本 信 (新潟大学)
	佐々木克彦 (北海道大学)
	佐藤 克也 (徳島大学)
	澤江 義則 (九州大学)
	須藤 亮 (慶應義塾大学)
	高嶋 一登 (九州工業大学)
	高比良裕之 (大阪府立大学)
	田中 基嗣 (金沢工業大学)
	坪田 健一 (千葉大学)
	中島 求 (東京工業大学)
	長山 和亮 (茨城大学)
	西田 正浩 ((独) 産業技術総合研究所)
	丹羽 嘉明 ((株) ライジンシャ)
	古川 克子 (東京大学)
	森 義博 (日機装(株))
	鷲尾 利克 ((独) 産業技術総合研究所)

### 代議員 (運営委員会構成員以外)

	金原 秀行 ((株)豊田中央研究所)
	小関 道彦 (信州大学)
	田原 大輔 (龍谷大学)
	土岐 仁 (秋田大学)
	百武 徹 (横浜国立大学)
	松本 健志 (大阪大学)
	水野 幸治 (名古屋大学)
	柳原 勝 (オリンパス株式会社)
	横田 秀夫 (理化学研究所)
	和佐 宗樹 (瑞徳医科工業株式会社)

### アドバイザーボード

	村上 輝夫 (九州大学)
	山口 隆美 (東北大学)
	田中 正夫 (大阪大学)
	但野 茂 (北海道大学)
	荒木 勉 (大阪大学)
	牛田多加志 (東京大学)
	松本 健郎 (名古屋工業大学)
	日垣 秀彦 (九州産業大学)
	高久田和夫 (東京医科歯科大学)
	山根 隆志 (神戸大学)

### シニアアドバイザー

	阿部 博之 ((独) 科学技術振興機構)
	林 紘三郎 (岡山理科大学)
	立石 哲也 ((独) 物質・材料研究機構)
	赤松 映明 (京都大学名誉教授)
	大場 謙吉 (関西大学)
	清水 優史 (前橋工科大学)

	谷下 一夫 (慶應義塾大学名誉教授)
	佐藤 正明 (東北大学)
	田中 英一 (名古屋大学)
	原 利昭 (新潟大学)

### 総務委員会

委員長	小池 卓二 (電気通信大学)
幹事	長山 和亮 (茨城大学)

### 企画委員会

委員長	西田 正浩 ((独) 産業技術総合研究所)
幹事	須藤 亮 (慶應義塾大学)
委員	岩崎 清隆 (早稲田大学: 2014年度年次大会担当)
	佐々木克彦 (北海道大学: 2015年度年次大会担当)
	坂本 二郎 (金沢大学: 講習会担当)
	寺島正二郎 (新潟工科大学: 福祉工学協議会・生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会担当)
	内藤 尚 (金沢大学: 生体医工学サマースクール担当)
	古川 克子 (東京大学: 会員増強担当)

### 部門ジャーナル編集委員会

委員長	安達 泰治 (京都大学)
幹事	石川 拓司 (東北大学)
	大橋 俊朗 (北海道大学)
	須藤 亮 (慶應義塾大学)
	坪田 健一 (千葉大学)
委員	稲葉 忠司 (三重大学)
	井上 康博 (京都大学)
	岩崎 清隆 (早稲田大学)
	太田 信 (東北大学)
	小池 卓二 (電気通信大学)
	工藤 奨 (九州大学)
	坂本 二郎 (金沢大学)
	笹川 和彦 (弘前大学)
	白石 俊彦 (横浜国立大学)
	東藤 貢 (九州大学)
	東藤 正浩 (北海道大学)
	内貴 猛 (岡山理科大学)
	中西 義孝 (熊本大学)
	中島 求 (東京工業大学)
	長山 和亮 (茨城大学)
	藤江 裕道 (首都大学東京)
	古川 克子 (東京大学)
	山田 宏 (九州工業大学)
	山本 衛 (近畿大学)
	山根 隆志 (神戸大学)
	和田 成生 (大阪大学)

### 広報担当委員

	小関 道彦 (信州大学)
	杉田 修啓 (名古屋工業大学)
	中村 匡徳 (埼玉大学)
	船本 健一 (東北大学)

### Advisory Board

	(部門ジャーナル編集委員会)
	荒木 勉 (大阪大学)
	高久田和夫 (東京医科歯科大学)
	但野 茂 (北海道大学)
	田中 英一 (名古屋大学)
	田中 正夫 (大阪大学)
	松本 健郎 (名古屋工業大学)

### Senior Advisory Board

(部門ジャーナル編集委員会)  
佐藤 正明 (東北大学)  
谷下 一夫 (慶応義塾大学名誉教授)  
原 利昭 (新潟大学)  
村上 輝夫 (九州大学)  
山口 隆美 (東北大学)  
和田 仁 (東北大学)

新田 勇 (新潟大学)  
鳴海 敬倫 (新潟大学)  
ブラムディタ ジョナス (新潟大学)  
定方美恵子 (新潟大学)  
水谷 都 (新潟大学)  
李 鎔範 (新潟大学)  
尾田 雅文 (新潟大学)  
小浦方 格 (新潟大学)  
飯島 淳彦 (新潟大学)  
坂井 幸子 (新潟大学)  
寺島 和浩 (新潟医療福祉大学)  
東江由起夫 (新潟医療福祉大学)  
藤枝 温子 (新潟医療福祉大学)  
寺島正二郎 (新潟工科大学)  
笹川 圭右 (新潟工科大学)  
鈴木 真人 (新潟工業短期大学)  
坂井 淳 (新潟工業短期大学)  
中部 昇 (新潟県工業技術総合研究所)  
三宅 仁 (長岡技術科学大学)  
塩野 谷明 (長岡技術科学大学)  
秋山 孝夫 (山形大学)  
坂本 二郎 (金沢大学)  
田中 茂雄 (金沢大学)  
田中 基嗣 (金沢工業大学)  
小林 俊一 (信州大学)  
小関 道彦 (信州大学)

### Editor-in-Chief Emeritus

牛田多加志 (東京大学)

### 広報委員会

委員長 片岡 則之 (川崎医療福祉大学)  
幹事 古川 克子 (東京大学)  
委員 伊藤 一志 (秋田県立大学)  
氏原 嘉洋 (川崎医科大学)  
亀尾 佳貴 (大阪府立大学)  
桑名 克之 ((株) 泉工医工業)  
丹羽 嘉明 ((株) ライジンジャ)  
松井 翼 (名古屋工業大学)  
森 義博 (日機装 (株))

### 国際委員会

委員長 石川 拓司 (東北大学)  
幹事 坪田 健一 (千葉大学)  
委員 田中 正夫 (大阪大学 :  
Japan- Taiwan Bilateral Meeting 担当)  
松本 健郎 (名古屋工業大学 : 4th Japan-Swiss Workshop  
on Biomechanics, Asian Pacific Association  
for Biomechanics 担当)  
大橋 俊朗 (北海道大学 : Bioengineering Division of  
ASME 担当)

### バイオフィロントピア講演会組織委員会

委員長 後藤 知伸 (鳥取大学)  
幹事 中井 唱 (鳥取大学)  
委員 田村 篤敬 (鳥取大学)  
内貴 猛 (岡山理科大学)  
比嘉 昌 (兵庫県立大学)

### 部門講演会組織委員会

委員長 坂本 信 (新潟大学)  
幹事 小林 公一 (新潟大学)  
田邊 裕治 (新潟大学)

事務局 橋口 公美 (日本機械学会 学会運営部門)

---

## 編集後記

バイオエンジニアリング部門 Newsletter No.43 を無事に発行することができました。今号では、元部門長の山根隆志先生に人工心臓の歴史をご執筆いただきました。特集記事では、バイオメカニクスの新たな展開として、宇宙での実験について名古屋大学の曾我部正博先生に、また、メカノバイオロジー研究をベンチャー企業の立ち上げにつなげた岡山大学の成瀬恵治にご執筆頂きました。

お忙しい中、原稿執筆にご協力頂いた先生方、ならびに企業の方々に厚く御礼申し上げます。

ご意見、ご要望などございましたら、遠慮無く広報委員までお寄せ頂ければ幸いです。部門活動についての最新情報は部門 HP（表紙に記載）で入手できます。

こちらの媒体もご活用ください。

**Bioengineering News No. 43** 2014年9月1日発行

一般社団法人 日本機械学会

バイオエンジニアリング部門 広報委員会

委員長 片岡則之 kataoka@me.kawasaki-m.ac.jp

幹事 古川克子 furukawa@mech.t.u-tokyo.ac.jp

事務局 橋口公美 hashiguchi@jsme.or.jp

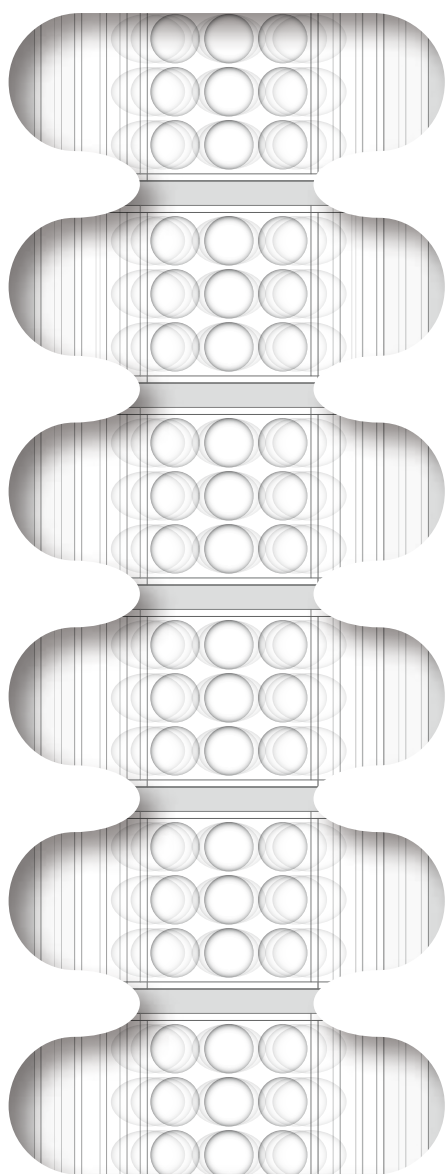
(バイオエンジニアリング部門担当)

〒160-0016 東京都新宿区信濃町35 信濃町煉瓦館5階

Tel: 03-5360-3500, Fax: 03-5360-3508

# Shell Pa

## 培養細胞伸展システム — シェルパ°



### 1 培養細胞伸展システムとは？

培養細胞伸展システムは生体内の動的環境を再現することを目的として開発された細胞培養システムです。

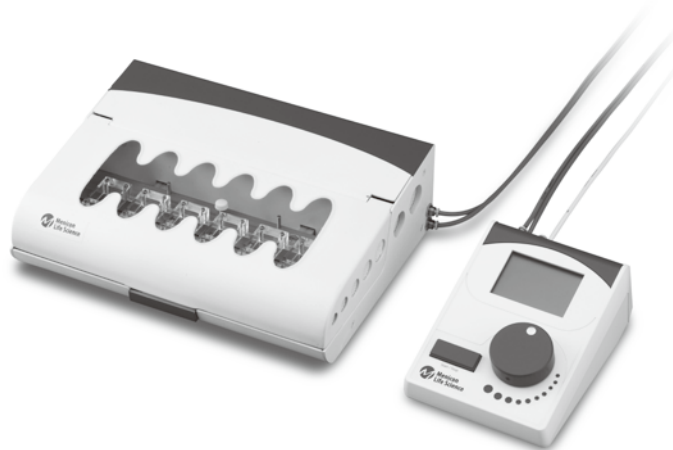
このシステムは、コンプレッサーを用いた空気圧を駆動源とし、細胞にメカニカルストレスを加えながら細胞を培養することで、従来の静置培養では得られなかった細胞の変化・応答を確認することができます。

また、簡単な操作で伸展周期や伸展率(伸展パターン)をコントロールでき、細胞応答の比較、分化・増殖など目的ごとのパターン最適化によって、生体内における細胞の挙動や組織再生、疾病のメカニズムなどの理解が深まることが期待されます。

シリコン樹脂製のストレッチチャンバーにはフィブロネクチン等でコーティング処理を施すことで、各種接着性細胞にご使用頂けます。

### 2 システム特長

- 軽量・コンパクトに設計され、インキュベーター内への設置が容易
- 伸展周期: 1~120回/分の設定
- 伸展率: 2、4、5、6、8、10、12、15、20%
- 同時に6個のストレッチチャンバーによる伸展が可能
- ストレッチチャンバー装着部は脱着可能
- 累計培養時間の表示



株式会社 メニコン ライフサイエンス部

[www.menicon-lifescience.com](http://www.menicon-lifescience.com)