



BIOENGINEERING NEWS

No. 48 Autumn, September 1, 2019

目次

1. 部門長あいさつ 王川雅章 (九州工業大学) ... 2
2. バイオエンジニアリングの歴史
骨の形態と機能の数理バイオメカニクス 安達泰治 (京都大学) ... 3
3. 特集記事
非平面微細加工技術と低侵襲体腔内イメージングデバイス 松永忠雄 (鳥取大学) ... 6
壁せん断応力、弾性壁動脈瘤と歩んだ40年 山口隆平 (東北大学) ... 9
4. 部門情報
4. 1 講演会案内
日本機械学会2019年度年次大会(2019/09/08-11, 秋田大学手形キャンパス) ...12
第32回バイオエンジニアリング講演会(2019/12/20-21, 金沢商工会議所会館) ...12
第33回バイオエンジニアリング講演会(2020/04/25-26, 東京大学本郷キャンパス) ...13
4. 2 講演会報告
第29回バイオフロンティア講演会を終えて 劉浩 (千葉大学) ...13
第31回バイオエンジニアリング講演会を終えて 片岡則之 (日本大学) ...14
第30回バイオフロンティア講演会を終えて 村越道生 (鹿児島大学、現)金沢大学) ...14
4. 3 部門賞
功績賞を受賞して 伊能教夫 (東京工業大学)・田中正夫 (大阪大学) ...15
瀬口賞を受賞して 中田敏是 (千葉大学)・山田悟史 (北海道大学) ...17
フェロー賞を受賞して 馬場栄里花 (同志社大学)・堀田 潤 (同志社大学) ...18
2018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) ...19
2019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 ...19
4. 4 企画委員会だより 長山和亮 (茨城大学)・田地川勉 (関西大学) ...20
4. 5 国際委員会だより 出口真次 (大阪大学)・白石俊彦 (横浜国立大学) ...21
4. 6 国際英文ジャーナルだより 石川拓司 (東北大学)・大橋俊朗 (北海道大学)・坪田健一 (千葉大学)・
中島 求 (東京工業大学)・出口真次 (大阪大学)・井上康博 (京都大学) 須藤 亮 (慶應義塾大学) ...22
4. 7 若手による次世代戦略委員会だより 大森俊宏 (東北大学)・氏原嘉洋 (名古屋工業大学) ...23
4. 8 機械学会会員の受賞 太田 信 (東北大学) ...24
5. 分科会・研究会活動報
制御と情報-生体への応用-研究会 太田 信 (東北大学)・船本健一 (東北大学) ...25
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) ...26
生体機能の解明とその応用に関する研究会 中村匡徳 (名古屋工業大学)・杉田修啓 (名古屋工業大学) ...26
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) ...27
生物機械システム研究会 出口真次 (大阪大学)・大友涼子 (関西大学) ...27
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)・
榎 徹雄 (東京都市大学)・朝日龍介 (マツダ株式会社) ...28
スキンメカニクスの計測と評価 佐久間 淳 (京都工芸繊維大学)・佐伯壮一 (名城大学) ...29
頭部外傷症例解析研究会 中楯浩康 (信州大学)・松井靖浩 (交通安全環境研究所)・
張 月琳 (上智大学)・林 成人 (兵庫災害医療センター) ...29
脳神経血管内治療に関する医工学連携研究会 太田 信 (東北大学)・高嶋一登 (九州工業大学) ...29
6. 研究室紹介
弘前大学大学院理工学研究科知能機械工学コース 藤崎和弘 (弘前大学) ...31
7. 海外だより
ヘルシンキでの研究生活のご紹介 牧 功一郎 (University of Helsinki) ...32
8. 部門組織 ...33

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

1. 部門長あいさつ



玉川 雅章

九州工業大学
大学院生命体工学研究科
教授

第 97 期のバイオエンジニアリング部門長を務めます、九州工業大学の玉川です。

2019 年度 4 月時点での部門登録者数（第 3 位まで）は 2000 名となっており、今期部門の皆様とともに魅力ある部門を目指し、運営委員会のご協力とともに微力ながら貢献できればと考えております。

バイオエンジニアリング部門が、機械学会の中でどのような形で、機械学会の基盤である「ものづくり」を支え活性化していくかの問いに、これまでも多くの議論がなされてきました。その中で、ここ数年部門内で検討されてきました取り組みは大きく分けて、部門の組織構成員の若手を中心とした活動の活性化、新たなブレークスルーを期待できる講演会活性化の 2 つがあります。若手中心の活動の活性化については「若手による次世代戦略委員会」の活動とその活動の中心となる若手のための会「出藍会」（しゅつらんかい）創設があります。これについては、前期より合宿形式の講演会や各種の魅力あふれる企画などの活動をおこなっており、今後の期待が大きいところかと思われま。一方、講演会活性化については、安達前部門長が中心となって構想を練られ、より高い次元で研究者同士の議論ができる場を提供する講演会と若手が活躍できる場を提供できる講演会を、これまでよりも明確にしていくというもので、すでに一部スタートしております。

今期については、まず、これらの 2 つの取り組みの立ち上げや継続を実践し形作ることが、歴代部門長からの宿題の 1 つと考えております。

ここでさらに、バイオエンジニアリング部門が、機械学会の一部門としてさらに何が必要とされているかを、少し考えてみたいと思います。出口である医用機器開発に関しては、本部門（工学）、企業（産業界）、医療従事者（医学）との関係、すなわち医工産の 3 者の位置づけが、重要などころかと思われま。このうちの 2 者の部門と医療従事者

については、すでに医学系学会との連携事業により、密接となっております。

一方、部門活動の中心の 1 つであるバイオエンジニアリング講演会の過去 3 年間の講演内容について、(1)機構解明等の基礎研究、(2)応用のための基礎技術研究、(3)医用機器開発等の応用研究、と 3 つの大きなカテゴリーに分けてみたところ、(3)の割合は全体の 30%程度となっていました。この数字を多いと見るか、少ないと見るかは、判断が難しいかとは思いますが、産業界から部門の出口が見えにくい点の 1 つになっているのではないかと思います。また、部門の特別員（第 3 位登録までの法人会員）は、1175 団体のうち 16 社（1.4%）となっており、必ずしも産業界からの期待に十分答えられていないのかもしれない。一方、個人会員については、私企業会員（第 3 位登録）は 2000 名中の 25%であり、特別員に比べ部門に興味をもたれている個人会員の割合は高いといえます。したがって、これらの個人の企業会員の方々に、企画・運営に入っただき、企業の立場からも魅力的なバイオエンジニアリング部門となっていくことが、医工産の 3 者を近づける 1 つの方法かと思っております。

1 年の任期のため十分な仕掛けづくりが難しいかとは思いますが、歴代部門長からの宿題を行いつつ、このような出口の見えるバイオエンジニアリング部門に関する運営を行っていきたいと考えておりますので、皆様からのご支援・ご協力を頂戴して進めたいと考えております。

最後になりますが、今期の体制として、片岡則之副部門長（日本大学）、石川拓司幹事（東北大学）、各種委員会と運営委員会のメンバーのご協力を得て進めてまいります。なお、上述の改革の 1 つとして、若手中心で企画されたバイオフィロンティア講演会（7 月 霧島市）が行われました。合宿形式であったこともあり、好評で盛会のうち閉会しました。今後も部門の皆様からのご意見をいただければ幸いです。

2. バイオエンジニアリングの歴史

「骨の形態と機能の数理バイオメカニクス」

京都大学ウイルス・再生医科学研究所 安達 泰治

1. はじめに

骨は、折れてもくっついて治る。少し曲がってくっついて、段々と真っすぐになっていく。骨の変形法則 (Law of Bone Remodeling, 1892 年) で知られる Julius Wolff (1836-1902) のモノグラフや論文[1, 2]には、いびつにくっついた折れた骨や病的に形が変形した骨の断面写真が数多く示されている。その内部の海綿骨の骨梁構造は、それぞれの外部形状に対応して変化しているように見え、流れるような曲線を描いている。

筆者は、その Wolff のモノグラフ[1]を 1997 年にミシガン大学の図書館で見たことがある。大切に保管された閉架書庫から係員により運び出されてきたその本は、持ち出し・コピー禁止の朽ちかけたものであった。最もよく知られるこのモノグラフの発刊に前後して、Wolff は、数多くの関連する論文[2]やモノグラフ[3]を世に出している。

後に知ることとなるが、このモノグラフの出版からちょうど 100 年後の 1992 年を目指して発刊された書籍[4]には、Wolff の法則と呼ぶべき仮説に関する歴史的背景などが詳細に示されており、骨のリモデリングによる機能的適応を学ぶ貴重な資料の一つとなっている。1996 年頃、筆者が、大阪大学田中正夫先生のご指導の下で学位論文をまとめるにあたり、ドイツ語で書かれたそれらの原著論文を理解しようと試みた。また、林紘三郎先生に主査として学位審査をお願いした際、外国語のレポートとして和訳を試みた。しかしながら、第二外国語としてフランス語を履修していた筆者にとっては、全く歯が立たず、結局 Wolff の文献から学んだことは、いびつな骨の外部形状とその内部の骨梁構造に何らかの関係があるらしいということであった。

2. Wolff の法則 (骨の変形法則) から機能的適応

骨の外部形状 (皮質骨形状) と内部構造 (海綿骨の骨梁構造) が、外力と対応した何らかの数学的関係をもっているとする Wolff の法則の話。骨の「形」と「力」との間に何らかの関係があるとした直観的にも受け入れやすい古くから知られている仮説である。ここでは、Hermann von Meyer (1815-1892) の 1866 年の講演と 1867 年の論文[5] が重要な貢献をしたとされる。踵骨や大腿骨の近位部 (股関節の近傍) の海綿骨構造に対して、材料力学の歴史[6]において図式静力学の構造解析手法で知られる Karl Culmann (1821-1881) が描いた主応力線図が、海綿骨の骨梁構造と応力との関連を示唆したとされる[4, 5]。さらに、Wilhelm Roux[7]の機能的適応 (Functional adaptation) の考え方の提案により、いよいよ Wolff の法則が、海綿骨の骨梁構造と力との関係を示す考え方、すなわち、骨の形態と力学的機能が結び付けられることとなった。これらの詳細は、いくつかの文献[8, 9, 10]に詳しい。

このように、Wolff の法則は、骨の形態と力学的機能を

議論する際に必ず登場する重要な考え方を示しており、バイオメカニクス分野における古典的な仮説の一つであるといっても良いだろう。海綿骨の構造配向が、主応力線方向と対応することは、力学的機能の観点から捉えれば、骨がとても優れた構造を造りだしていることを意味している。冒頭で述べたように、Wolff のモノグラフに数多く示されている骨の断面写真をみると、機能的に優れた内部構造が、骨の外部形状とその力学的な環境に対応 (適応) するように変化しており、すなわち、海綿骨のリモデリングそのものを機能的な適応過程と考えることができる。

Wolff の法則の提案から 130 年近く経とうとする現在においても、そのメカニズムの詳細は明らかにはなっておらず、古典的仮説として、多くの魅力的な研究テーマを提供し続けてくれている。神戸大学の富田佳宏先生の研究室で、微視構造を有する材料の力学を学んだ筆者は、古典が好きなのであり、長い間、解けそうで解けない、また、理解したようで理解できていない、単純で奥深い力学的問題に強く心を惹かれる。

3. 骨の形態と機能 (皮質骨と海綿骨)

骨の形態と機能の話題で、骨の内部の海綿骨の骨梁形態の話を書いたが、通常、「骨のかたち」といえば、皮質骨の外部形状をイメージする人が多い。漫画などで、よく犬が嬉しそうにくわえている骨、また、原始人が振り回している骨は、大腿骨のような細長い骨である。その形状は、読者が今想像した通りの形である。長い骨の両端部は、少し膨らんでおり、骨幹部と比べると、その形状は複雑になる。いや、関節の動きにとまなう力の方向変化や、複数の筋肉からなる力の作用、さらには、腱や靭帯の付着の複雑さを考えると、その力学的境界条件は、非常に複雑である。例えば、顎の骨や椎体骨の形状を見ると複雑さはさらに増し、肩甲骨や骨盤などの扁平な骨、頭蓋骨や肋骨などの臓器を守る骨など、そもそもどのような力が作用し、どのような力学的機能を持っているのか、容易には理解できない。

例えば、腱・靭帯の骨への付着部近傍の骨の外部形状は、力の作用だけを考えてもその形態がなかなか定まらない。詳細は省くが、一言で言うと ill-posed な問題を力学的に含んでいる[11]。さらに、腱・靭帯と骨の組織が移行する部分などは、骨だけの問題では閉じなくなってくる。どうやって、骨がその問題を解決しているのか、その形状を決定しているのか、大きな疑問として残り、理解のための取っ掛かりも容易には思いつかない。本来、骨粗鬆症の問題などを考えれば、荷重を支える皮質骨が重要であり、外部形状だけでなく、その内部の粗密さ、海綿骨と皮質骨の移行部[12, 13]などにも疑問が残る。さらに、骨髄に接する骨内膜 (endosteum) 面と骨の外部を覆う骨膜 (periosteum) 面の環境の違いも大きく、より複雑さが増す。

一方、海綿骨は、相対的にとつきやすいのである。一見すると微細な骨梁構造から形成されていて複雑だが、この骨の内部構造を連続体として捉えれば単純な数学的記述になじむ。いわゆる代表体積要素 (RVE) の世界では均質と取り扱うことが可能となり、連続体力学の枠組みの中では、ある応力場に置かれた RVE を仮定することとなる。そのため、例えば、立方体に切り出された海綿骨の力学的境界条件は単純となる。

4. 骨リモデリングによる機能的適応の数理研究

適応的なふるまいをする固体 (弾性体) として生物 (骨) をとらえた研究としては、1976 年の Steve Cowin による適応弾性体[14]の考え方が重要なきっかけの一つである。理論構築や対称性のある単純モデルに対する解析解の導出が盛んになり、骨の機能的適応に関する仮説[9,15]が提案され始めた頃である。またちょうど、計算機を用いた数値シミュレーションが可能となりつつあった頃であり、その後の大きな発展につながっている。ついでに言えば、1990 年春に筆者が大学院生となり、最初に指導教員の瀬口靖幸先生から手渡された論文が、この Cowin の適応弾性体理論の論文[14]であった。

骨のリモデリングによる機能的適応に関して、初期の仮説やそれらに基づく数理モデルは、海綿骨を連続体として捉えた見かけの密度 ρ が、いかに力学刺激量と呼ばれるスカラーに応答して変化していくかが議論の中心であった。さらに、等方な線形弾性体としてモデル化されていた海綿骨の弾性率 E が、海綿骨の見かけの密度 ρ の関数 $E(\rho)$ として直接関連付けられることで、力学環境 (応力・ひずみなど) の変化に対する構造変化 (密度変化) により、骨の機能的な適応変化 (弾性率変化) が数理モデルとして表現された。この単純化された海綿骨のリモデリングによる機能的適応の数理モデル研究の発展には、Dennis Carter[16] や Rik Huiskes[17]らによる一連の研究の貢献が大きい。

一方、Wolff の法則に立ち返ると、骨梁の配向をとまとう海綿骨の異方性が、どのようにして連続体としての応力主軸と対応して形成されるのかは、魅力的な問題として残されている。連続体力学の枠組みの中で最初にこの問題に取り組んだのは、筆者の知る限り、友人の Chris Jacobs[18] である。さらに、形態計量学分野で発展した内部微細構造の異方性を定量的に表現するファブリックテンソル \mathbf{H} を Cowin が骨の異方性の表現に導入することにより、骨の弾性係数を表す直交異方性テンソル \mathbf{E} と \mathbf{H} との関係が議論された[19]。これらの関係を用いると、 \mathbf{H} の時間発展式として、海綿骨のリモデリング則を表現することが可能となる。筆者らも、直交異方性を示す海綿骨のリモデリング則を構築するため、Cosserat 連続体の考え方をを用いて、海綿骨の直交 (斜交) 連続体モデル[20]を提案している。

その後、人工関節やインプラントの設計など、医工学分野への応用も盛んになり、さらに、再生医療への応用として、骨再生スキヤフォールドの設計問題への応用なども進められた [21, 22]。これらのように、実用的な問題への適用はある程度進められてきたものの、未だにどのような力学刺激量が、連続体としての骨の構造変化を決定するのか [23] などについて、整理された結論はなく、さらなる議論を待つところである。

5. 海綿骨リモデリングの数理モデルの発展

その後、X 線マイクロ CT を用いたイメージング技術の精度向上により、直接的に計算機の中でイメージベースの海綿骨構造をモデル化することができるようになった。さらに、計算機の進歩にともなう大規模有限要素解析のあと押しにより、海綿骨の骨梁レベルの応力・ひずみ評価が可能となった。筆者らも、骨梁表面リモデリングに対する表面応力一様化の仮説[24]を 1997 年に提案し、その後の大規模計算技術の発展に助けられて、大腿骨近位部における海綿骨の複雑な三次元骨梁パターンが、時間と空間の 2 つのパラメータのみを用いた非常に単純な数理モデルにより予測されることを示した[25]。さらに、骨梁表面における応力一様化の状態が、骨基質内部の骨細胞によるメカノセンシングとそれらの間のコミュニケーションを仮定することにより導き出されることを示してきた[26]。これらの一連の研究[27]により、骨梁レベルのメカノセンシングから、海綿骨レベルの直交性を示す骨梁配向メカニズムの一端を明らかにすることができた。現象論的な仮説に基づく数理モデルが、Wolff の法則に表現される骨の力に対する機能的な適応現象の本質的な部分をつかんだと満足しているわけである。

さらに話を続けると、骨のリモデリング・適応の研究は、力学的な見方をすれば、骨が (生物が)、力を支えるという力学的な機能をいかに作り出しているのかという疑問に対する探究である。さらにメカニズムを探るため、骨細胞のメカノセンシング研究へと分け入っても、未知なることが増えるばかりで、興味はつきない。その一方で、医工学・医療への応用という観点からは、骨粗鬆症などのリモデリング異常の結果として現れる骨の病気に対する理解と予防への応用も重要な課題として残されている。ここでは、*in vivo/in vitro* で数多くの実験研究が進められており、様々なシグナル分子や細胞間コミュニケーション、さらには、多臓器連関に至るまで、多くの研究が進められている。数理モデリングと計算機シミュレーションを用いた *in silico* 実験としてのアプローチを提案すべく、筆者らもこの研究を継続しており、成果論文[27]が近く世に出ることを待ち望んでいるところである。

このような *in silico* 実験の発展は、数理モデリングによる計算機内での現象の再現から、様々な摂動実験による仮説の検証、さらには、新たな仮説の提案までも含んでいる。また、骨粗鬆症疾患のターゲットとなる分子を含む *in silico* 実験が可能となることにより、その作用機序を時間・空間発展として *in silico* で観察し、複雑に連関する破骨細胞と骨芽細胞のダイナミクスやそれらの複雑な相互作用の結果として現れるリモデリング現象をさらに理解することも可能となる。これらの先には、治療薬の投薬戦略の立案など、臨床上の実用的な課題を解くことにも応用できるものと考えている。

6. おわりに

歴史を語るには、筆者の研究歴はまだ半ばであるが、本ニューズレター担当の広報委員長からのご依頼があったので、筆者に近い分野の大変狭い範囲の課題に対して、バイオメカニクス研究の歴史のほんの一部を書かせていただいた。ここまで読んでいただいた読者には、心より感謝

申し上げたい。折角の機会であるので、本稿、思うところを自由に書かせていただいた。そのついでに、もう一つ。

当バイオエンジニア部門の若手奨励賞である「瀬口賞」にそのお名前を残す瀬口靖幸先生が亡くなったのは、1990年6月30日（享年52歳）。筆者が瀬口研究室の修士1回生のときであった。その筆者も、今年とうとう同じ年齢となり、深く感じるものがある。本原稿の締め切りを少しばかり延ばしていただいて、瀬口先生の命日に田中正夫先生と和田成生先生と共に神戸のご自宅を訪れることができた。約30年前に瀬口先生が新聞か何かのエッセイとして書かれたアフリカの広大な大地にぼつんと立つバス停でいつ来るかわからないバスを待ち続けるひとりの人の話が、ずっと心に残っている。勝手に、研究者の姿を映して理解していたが、果たして何を待っていたのかだろうか。

Wolffの法則のような古典的な問題は、答えがそう簡単に見つかるものでもなく、それゆえに古典となっているのであるから、筆者自身もまだまだ探求心を落とすことなく研究を続け、この分野の発展に貢献したいと考えている。

- [1] Wolff J (1892): Das Gesetz der Transformation der Knochen: Hirschwald, Berlin.
- [2] 例えば, Wolff J (1870): Ueber die innere Architectur der Knochen und ihre Bedeutung für die Frage vom Knochenwachsthum, Archiv für Pathologische Anatomie und Physiologie und für Klinische Medicin, 50(3): 389-450.
- [3] Wolff J (1901): Ueber die Wechselbeziehungen Zwischen der Form und der Function der Einzelnen Gebilde des Organismus, Verlag von F. C. W. Vogel, Leipzig.
- [4] Regling G (Ed.) (1992): Wolff's law and connective tissue regulation, Walter de Gruyter, Berlin.
- [5] von Meyer H (1867): Die Architectur der Spongiosa, Archiv für Anatomie, Physiologie und Wissenschaftliche Medizin, 34: 615-625.
- [6] Timoshenko SP (1953): History of strength of materials, McGraw-Hill, New York.
- [7] Roux W (1881): Der zuchtende Kampf der Teile, oder die "Teilauslese" im Organismus (Theorie der "funktionellen Anpassung"), Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- [8] Roesler H (1981): Some historical remarks on the theory of cancellous bone structure (Wolff's law), ASME, Applied Mechanics Div., AMD-45: 27-42.
- [9] Fung YC (1990): Biomechanics – Motion, Flow, Stress, and Growth, pp. 500-503, Springer-Verlag, New York.
- [10] 林紘三郎, 安達泰治, 宮崎浩 (2003): 生体細胞・組織のリモデリングのバイオメカニクス, 7-10, コロナ社.
- [11] Inoue M, Ono T, Kameo Y, Sasaki F, Ono T, Adachi T, Nakashima T (2019): Forceful mastication activates osteocytes and builds a stout jawbone, Sci Rep, 9(1), #4404.
- [12] Seeman E, Delmas PD (2006): Bone quality - The material and structural basis of bone strength and fragility, New Eng J Med, 354(21): 2250-2261.
- [13] Seeman, E., Zebaze, R. (2015): Cortical bone: A challenging geography, J Bone & Min Res, 30(1): 24-29.
- [14] Cowin SC, Hegedus DH (1976): Bone remodelin I: theory of adaptive elasticity, J Elast, 6(3): 313-326.
- [15] Pauwels F (1980): Biomechanics of the locomotor apparatus: Contributions on the functional anatomy of the locomotor apparatus, Trans. Maqnet P and Furlong R, Springer-Verlag, Berlin, New York.
- [16] Carter DR, Fyhrie DP, Whalen RT (1987): Trabecular bone density and loading history: Regulation of connective tissue biology by mechanical energy, J Biomech, 20(8): 785-787.
- [17] Huiskes R, Weinans H, Grootenboer HJ, Dalstra M, Fudala B, Slooff TJ (1987): Adaptive bone-remodeling theory applied to prosthetic-design analysis, J. Biomech. 20(11-12): 1135-1150.
- [18] Jacobs CR, Simo JC, Beaupré GS, Cartert DR (1997): Adaptive bone remodeling incorporating simultaneous density and anisotropy considerations, J Biomech. 30(6): 603-613.
- [19] 例えば, Cowin SC (1985): The relationship between the elasticity tensor and the fabric tensor, Mech. Mat., 4(2): 137-147.
- [20] Adachi T, Tomita Y, Tanaka M (1999): Three-dimensional lattice continuum model of cancellous bone for structural and remodeling simulation, JSME Int. J., 42C(3): 470-480.
- [21] Adachi T, Osako Y, Tanaka, M, Hojo M, Hollister SJ (2006): Framework for optimal design of porous scaffold microstructure by computational simulation of bone regeneration, Biomat, 27(21): 3964-3972.
- [22] Byrne, DP, Lacroix, D, Planell JA, Kelly DJ, Prendergast, P. J. (2007): Simulation of tissue differentiation in a scaffold as a function of porosity, Young's modulus and dissolution rate: Application of mechanobiological models in tissue engineering, Biomat, 28(36): 5544-5554.
- [23] Kim YK, Kameo Y, Tanaka S, Adachi T (2017), Capturing microscopic features of bone remodeling into a macroscopic model based on biological rationales of bone adaptation, Biomech & Model in Mechanobio, 16(5): 1697-1708.
- [24] Adachi T, Tomita Y, Sakaue H, Tanaka M (1997), Simulation of trabecular surface remodeling based on local stress nonuniformity, JSME Int J, 40C(4): 782-792.
- [25] Tsubota K, Suzuki Y, Yamada T, Hojo M, Makinouchi A, Adachi T (2009): Computer simulation of trabecular remodeling in human proximal femur using large-scale voxel FE models: Approach to understanding Wolff's law, J Biomech, 42(8): 1088-1094.
- [26] Adachi T, Kameo Y, Hojo M (2010): Trabecular bone remodelling simulation considering osteocytic response to fluid-induced shear stress, Phil. Trans. the Roy Soc, A368(1920): 2669-2682.
- [26] Kameo Y, Tsubota K, Adachi T (2018): Bone adaptation – in silico approach, Springer, Tokyo.
- [27] Kameo Y, Miya Y, Hayashi M, Nakashima T, Adachi T: In silico experiments of bone remodeling explore metabolic diseases and their drug treatment.

《 著者 》



安達 泰治

京都大学
ウイルス・再生医科学研究所
生命システム研究部門
バイオメカニクス分野
教授

3. 特集記事

「非平面微細加工技術と低侵襲体腔内イメージングデバイス」

鳥取大学工学部 電気情報系学科 松永 忠雄

1. はじめに

可能な限り小さな切り口や、元々開いている箇所から内視鏡やカテーテルなどのツールを挿入し、検査や治療を行う低侵襲医療が広く行われるようになった。食道や胃、そして大腸などの粘膜層にできた微小な早期がんを発見・除去するための内視鏡的粘膜下層はく離術（Endoscopic submucosal dissection: ESD）や、コレステロールなどにより冠動脈が詰ることで起こる狭心症や心筋梗塞などの治療に用いられるバルーンカテーテル治療やエキシマレーザー冠動脈形成術（ELCA）、また、軟性尿管鏡を尿管から腎臓内に挿入し結石をエキシマレーザーで破砕する経尿道的尿路結石除去術（flexible transurethral lithotomy: f-TUL）など、低侵襲検査や治療は体の様々な部位で行われている。このような手技は限られた狭所で精密、正確かつ複雑な動作が求められるため、細径で高分解能に部位を観察出来ることが求められる。半導体微細加工技術を発展させた MEMS (Micro Electro Mechanical Systems, 微小電気機械システム) 技術を低侵襲医療ツールの作製や実装技術に用いることで、新たな体腔内観察デバイスが実現できる。本記事では、MEMS 技術を用いた非平面基板に応用する加工技術を構築し、非平面微細加工技術を応用した体腔内イメージングデバイスについて紹介する。

2. 非平面微細加工技術

半導体集積回路の作製にはフォトリソグラフィを基本とした微細加工技術が用いられており、シリコンなどの平面基板に層を積み重ねていくことを基本としている。フォトリソグラフィ技術とエッチング技術を発展させ、立体的な微小機械構造を形成し、センサ、アクチュエータ、微小流路など、様々な要素を集積化し高度な働きを成す MEMS デバイスは多くの分野で活用されている。一方、体内で用いられる医療機器の多くは挿入性や刺入性の面からチューブ(円筒)形状をしており、侵襲性を小さくするために細径かつ小型であることが求められている。

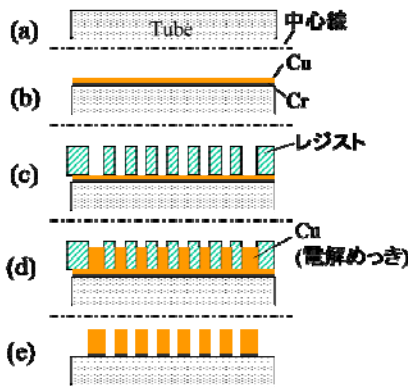


図1 円筒基板上へのパターンニングプロセス

MEMS プロセスの多くは平面への適用を想定して発展してきたために、円筒面のような立体形状への応用が困難な場合が多い。円筒面への微細加工や組み立てはいくつか試みられており、円筒基板の回転と平面マスクの平行移動を同期させながら露光を行う転動露光法¹⁾、平面マスク上で円筒基板を転がしパターンを転写するマイクロコンタクトプリンティング法²⁾、パターンを形成したフレキシブルマスクを円筒に巻きつけるフレキシブルマスク法³⁾などがある。転動露光法はサンプルの大きさは直径数 mm から数百 μm まで適応範囲が広いが、周方向のアライメントずれが起きやすい。また、マスクとチューブの接触面が密着していないと、マスクとチューブ間に隙間が生じ、パターンの転写精度が落ちてしまうことが考えられる。フレキシブルマスクの場合、チューブが細径になると曲率が小さくなり物理的応力によるマスクパターンへのダメージや、マスクを一周させパターンが重なる箇所ではフレキシブルマスクの厚みによるパターン精度の低下やミスアライメントなどが課題である。これらは MEMS プロセスに多用される積層構造や三次元構造の形成など立体的微細加工はほとんど行われていなかった。このような課題を解決するために円筒面へ立体的微細加工を行い、細く、小さく、かつ高性能・多機能な医療ツールを実現するための円筒面 MEMS プロセスの開発を行ってきた^{4,5)}。

図1に円筒基板上へ配線を作製する基本的なプロセスフローを示す。円筒基板(a)上へ金属などの薄膜を成膜し(b)、フォトリソを塗布後、非平面基板に対応できる露光装置により露光を行う(c)。薄膜金属をシード層として電解めっきにより厚膜な金属を成膜し(d)、最後にレジストやシード層を除去する(e)。多層配線が必要な場合は、

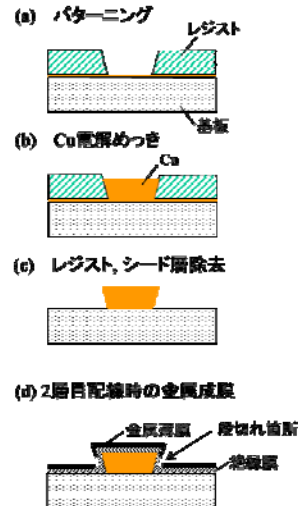


図2 円筒面露光装置構成

絶縁膜を成膜した後に、再度同様のプロセスを行う。厚さ $20\ \mu\text{m}$ を超える電気配線は、消費電流が大きな用途や高周波信号を扱う用途において有効である。厚膜多層配線を作製する際は、図2に示す様な段切れを防ぐため露光は平行光であることが求められる。平行光でない場合、図2(a)においてパターニングされたレジスト断面がテーパ形状となり、めっきした金属断面は逆テーパとなるため、薄膜成膜時の段切れの原因となる。図3に点照射露光装置を示す。光源である波長 $405\ \text{nm}$ の半導体レーザー、光学系、および多軸精密自動ステージで構成されている。光源から照射された光エネルギー分布はガウシアン分布となっており、強度が強い中心付近のみをアパーチャーで取り出し、焦点距離が比較的長いレンズと対物レンズを用いることで、トップハット型の強度を持つビームを照射できる。図4(a)に直径約 $2\ \text{mm}$ のポリイミドチューブ上に露光、およびめっきした結果を示す。厚み $76\ \mu\text{m}$ のポジレジストを垂直にパターニングできており、 $60\ \mu\text{m}$ 厚の銅めっきによる配線の断面も垂直であることがわかる。図4(b)には直径 $0.125\ \text{mm}$ の光ファイバ表面に作製したらせん状のコイルを示す。コイル配線は銅を用いて作製した。低侵襲医療ツールは、内視鏡やなどの直径数 mm からガイドワイヤなどのサブ mm 直径など、使用される部位に応じて直径が異なるため、多様な直径に対応できる装置構成やス

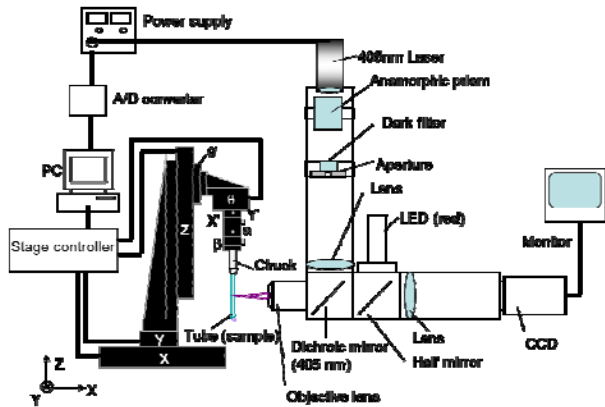


図3 円筒面露光装置構成

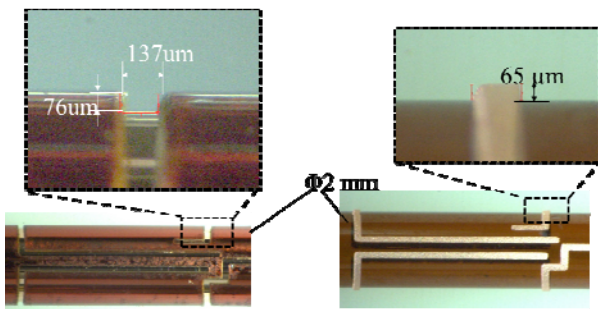


図4(a) 直径 $2\ \text{mm}$ ポリイミドチューブ表面へのパターニングと銅配線

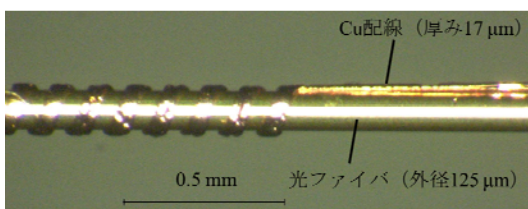


図4(b) 直径 $0.125\ \text{mm}$ 光ファイバ表面への銅配線

テージ制御のためのソフトウェアとする必要がある。直径数 mm 以下の円筒形状に対し、任意な形状の電気配線のパターニングできることで、新たな低侵襲医療ツール開発に応用できる。

3. 単一光ファイバ電磁走査型細径内視鏡

体内観察及び低侵襲治療を行う上で内視鏡は広く用いられている。特に直径が $1\ \text{mm}$ 以下の軟性内視鏡は、気管支、乳管内などの観察に使用される。主にファイバーバンドルを用いた光ファイバ内視鏡が用いられており、画素数が数千画素程度と低い。光ファイバ細径化の技術的難しさと、細径化に伴う光ファイバの光学特性劣化のために画素数増加が難しいと考えられる。一方で電子イメージャーは数万画素以上だが、周辺回路やイメージャー、光学レンズなどの平面基板を円筒形状に実装する必要があり、集積化実装が課題となり直径を $1\ \text{mm}$ 以下とすることは難しい。細径かつ高解像度な内視鏡は、単一の光ファイバを2次元に振動走査させ、高速で組織からの反射光を取り込むことで時間的に多数の光ファイバを仮想的に並べることと同義となり、圧電素子を用いて光ファイバを振動させる研究がある⁹⁾。バルクの圧電素子は脆性材料で加工性が悪いので、細径化には向かないと考えられる。我々は非平面微細加工技術により、細径チューブ表面に電磁コイルを作製し、電磁力により単一の光ファイバを2次元走査した⁷⁾。

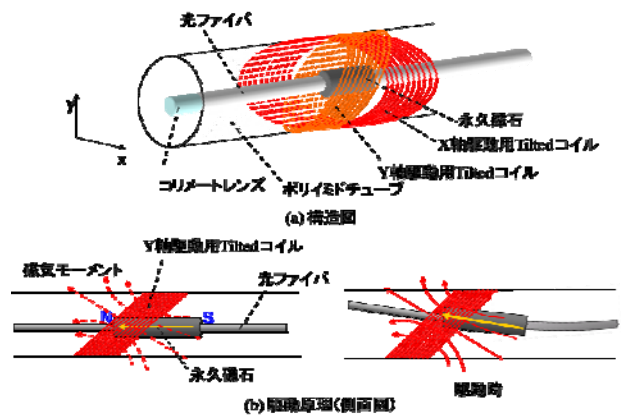


図5 構造と駆動原理

構造と原理を図5に示す。長軸方向に着磁された永久磁石が固定された光ファイバと駆動用コイルがパターニングされた直径 $1\ \text{mm}$ のポリイミドチューブで構成される。光ファイバの長さや永久磁石の質量で決まる共振周波数の交流電流を駆動用コイルに供給することで、光ファイバは共振駆動される。駆動用コイルは2層構造で、それぞれ磁界が直交するコイル形状となっており、それぞれのコイルは電気的に絶縁されている。駆動用コイルには数百 mA と比較的大きな電流が供給されるため、エレクトロマイグレーションを防ぐために、電流密度を小さくする目的で銅配線の厚みは $20\ \mu\text{m}$ とした。図6に示す様に光ファイバは2次元駆動(円運動)できることを確認している。また、組織内部を深さ分解能数 μm で観察できる光干渉断層撮像法 (Optical Coherence Tomography : OCT) システムに光ファイバを接続し、光ファイバを単一方向に振動させながら親指表面を走査すると、図7に示す様な生体組織の断面構造が観察できた。直径 $1\ \text{mm}$ 以下で高解像度な内視鏡は、

血管内、気管支、乳管内など、細く狭い部位へ挿入し小さな病変を観察する用途に役に立つ。

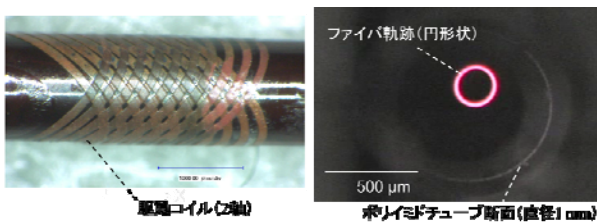


図6 試作したコイル、2次元走査結果

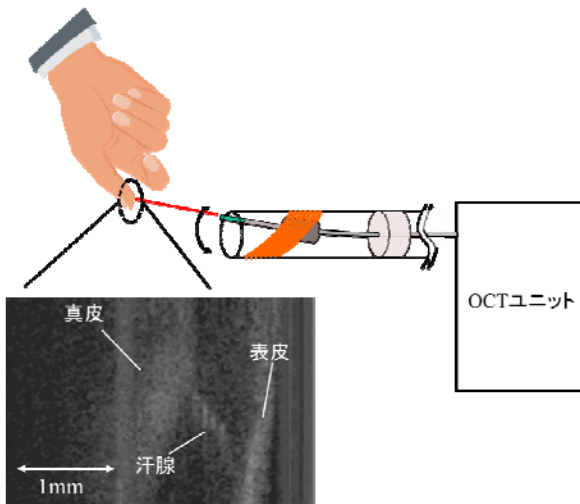


図7 OCT 観察結果 (親指表面)

4. 体腔内 MRI プロブ

非侵襲で体内組織のイメージングが可能な Magnetic Resonance Imaging(MRI)は、X線の様な被爆が無く、軟部組織がコントラスト良く撮像でき、組織や病変の識別がしやすく、加えてMR分光法などにより組織の成分分析ができるなどの優れた利点を持つ撮像方法の一つである。MRIは水素原子核(プロトン)の核磁気共鳴(Nuclear Magnetic Resonance: NMR)信号を受信コイルで受信し、生体内部の情報を画像化する。しかし、NMR信号は発生源からの距離⁸⁾や体内中のタンパク質などの高分子に吸収されるため減衰する。図8に示す様に、カテーテルなどに受信コイルを実装し、体腔内病変近傍に配置した状態でMRIを行う体腔内MRIプロブを開発している。病変部近傍からNMR信号を受信することで、高い信号ノイズ比(Signal Noise Ratio: SNR)を実現でき、高解像度なイメージングが可能になる。受信コイルは手巻き⁹⁾やフレキシブル基板の巻き付け¹⁰⁾、MEMS平面コイル¹¹⁾を利用したものなどの報告があるが、手巻きではコイル形状の再現性や作製出来るコイル形状は限られ、フレキシブル基板は細径プローブへの応用が困難、そしてMEMS平面コイルではプローブに薬液やガイドワイヤなどを挿入するためのワーキングチャンネルと呼ばれる内腔の確保が難しいなどの課題がある。非平面微細加工技術により直径約2mmのポリイミドチューブ表面に2層構造のサドル型受信コイルを作製した(図9)。本実験で使用するMRI装置は1.5 Teslaの磁場強度を持ち、その時のNMR信号のラーモア周波数は約64 MHzである。64 MHzにおけるコイル配線の表皮効果による抵抗増加を軽減するため、表皮深さの約3倍程度の

厚さである35 μmの銅配線を作製した。また、サドル型コイルはチューブ断面方向に磁場感度を持つため、血管や胆管、膵管などの断面観察に適している。図10に摘出したブタ鎖骨下動脈のMR撮像結果を示す。比較として従来のMRI装置の受信コイルを用いた撮像結果も示す。試作したサドルコイルでの撮像シーケンスはFast Spin Echo(FSE)法、フリップ角90°、繰り返し時間2500 ms、エコー時間973 ms、視野サイズ20×20 mm、分解能256×256ピクセルで撮像した。コイルを中心に直径12 mmの範囲が撮像可能であり、体腔内局所の観察には十分な感度領域を持っていた。また、画像の分解能は従来コイルと比較すると十分高く、これまで高解像なMRIやX線観察が難しく、早期ガンの発見が難しいとされていた体内深部に位置する胆管や膵管の高解像な観察にも有効と考えられる。加えて、近年では動物実験用途で11.7 Tesla(ラーモア周波数500 MHz)の高磁場MRIを用いたバイオイメージングの研究も行われており¹²⁾、本コイルを高周波信号対応化することで、リアルタイムバイオイメージングも可能になると考える。

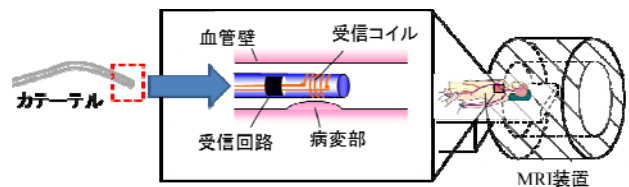


図8 体腔内MRI概念図

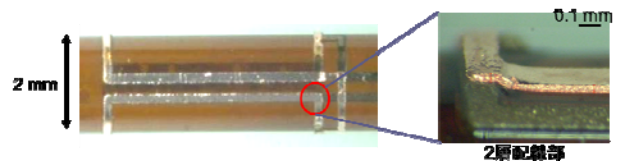


図9 サドルコイル試作結果(直径2mm)

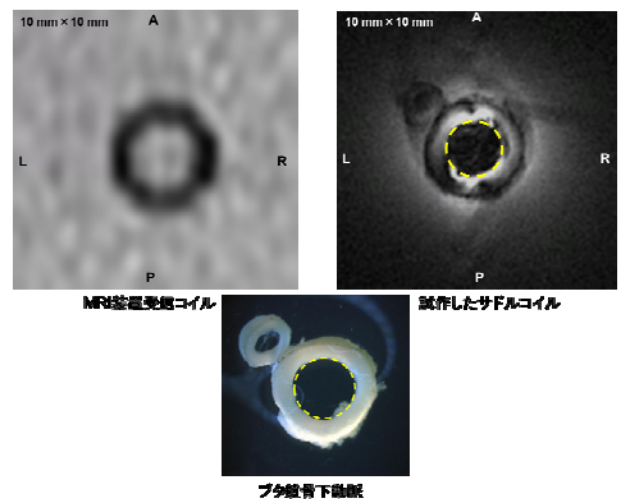


図10 MR イメージング結果(ブタ鎖骨下動脈)

5. おわりに

低侵襲医療ツールには、細径、小型でありながら高機能、多機能が求められる。産業用ロボット技術や、携帯電話に使用される小型カメラや通信技術の延長線上にある低侵襲ロボット外科手術やカプセル内視鏡など、多くの低侵襲医療デバイスやツールが実用化されているが、細胞レベル

の観察や治療を実現するためには更なる高機能化や多機能化を実現するための技術的なブレークスルーが必要になり、MEMSなどの微細加工技術を活用することは有効と考える。一方で、医工学分野における研究の実用化のためには量産性なども重要な要素の一つであるが、少量多品種なものが多く、今後は量産性も考慮した低侵襲医療ツールの作製技術の開発も進めたい。

- 1) 羽根一博, 他 (1998) 円柱面転動リソグラフィ装置の開発, 電気学会センサ・マイクロマシン準部門研究会, PS98-10:47-51
- 2) Rogers, J. A. et al. (1997) Constructing Single- and Multiple-Helical Microcoils and Characterizing Their Performance as Components of Microinductors and Microelectromagnets, J. Microelectromechanical Systems, 6:184-192
- 3) W. J. Li et al. (1999) Sensors and actuators on non-planar substrates, Sensors and Actuators A, 73:80-88
- 4) 芳賀洋一, 他 (2008) 円筒面レーザープロセスを用いた低侵襲医療機器の開発, 電気学会論文誌 E, 128(10):402-409
- 5) Goto, S. et al (2005) Photolithography on Cylindrical Substrates for Realization of High-Functional Tube-Shaped Micro-Tools, Proc. 22nd Sensor Symposium on Sensors:112-115
- 6) Eric J. Seibel et al. (2002) Unique features of Optical scanning, single fiber endoscopy, Lasers in Surgery and Medicine 30:177-183

- 7) Matsunaga, T et al. (2009) High-Resolution Endoscope of Small Diameter Using Electromagnetically Vibration of Single Fiber, IEEJ Trans. SM, 129(11):399-404
- 8) トランジスタ技術編集部 編 (2008) 無線 LAN のしくみとシステム構築法, RF ワールド:35
- 9) Hillenbrand C M. et al. (2004) Active device tracking and high-resolution intravascular MRI using a novel catheter-based, opposed-solenoid phased array coil, Magnetic Resonance in Medicine, 51:668-675
- 10) Mager, D. et al. (2010) An MRI Receiver Coil Produced by Inkjet Printing Directly on to a Flexible Substrate, IEEE Transactions on Medical Imaging, 29(2):482-487
- 11) 土肥徹次, 他 (2009) 平面微小コイルを用いた局所高感度 MRI, 生体医工学, 47(6):484-493
- 12) 吉岡芳親, 他 (2018) 超高磁場 MRI と磁性粒子を用いた細胞可視化と細胞トラッキング, まぐね, 13:181-186

《著者》



松永 忠雄

鳥取大学
工学部 電気情報系学科
准教授

「壁せん断応力、弾性壁動脈瘤と歩んだ40年」

東北大学 流体科学研究所 山口 隆平

この40年を振り返ると、特筆すべきは「京」に代表されるコンピューターとApplicationの進歩には著しいものがありますが、ここにきて計算流体力学(Computational Fluid Dynamics: CFD)の結果は、それが真に実際の現象を表しているのか、少し疑問を感じる場合があります。

私がバイオエンジニアリングの世界に入るきっかけとなったのは、1981年7月に慈恵医科大学で開催された4th International Congress of Biorheologyでした。当時、バイオの研究発表の場は少なく、故瀬口靖幸先生や林紘三郎先生らがこの分野の拡大を精力的に努めていました。この時代、バイオの研究とは言うものの、直接バイオの研究に関連するものはそう多くはなかったようです。さらに、博士号取得の後、次なる課題を検討しながら ϕ - ω のオリジナルコードで二次元数値解析を、同時にWSS(Wall Shear Stress: 壁せん断応力)の直接測定法に取り組んでました。この方法は、赤血塩K₃Fe(CN)₆と黄血塩K₄Fe(CN)₆および支持電解質として水酸化カリウムKOHからなる酸化還元系の電解液を用い、Cathode(測定電極) - Anode間を流れる電

流の三乗が壁せん断応力に比例するというシンプルな原理で、白金電極で直接測定するという方法です。適用範囲に制限はありますが、現在でも固体壁に関しては唯一無二の有用な直接測定法です。

この方法で、初期の頃は、狭窄流れや腎動脈への分岐流(Fig.1)を模した流路で数値解析では得られない結果を得ました(Fig.2)。それは、分岐流の枝管では剥離流の発生は抑制されるということ、かつ動脈硬化が発生するとされる枝管中枢壁で壁せん断応力の勾配(Gradient of Wall Shear Stress: WSSG)は負の値となり、これが内皮細胞を相互に圧縮するため動脈硬化を誘因するのでは？が、この論理は受け入れがたいものだったようです。新しい説には生物学的裏付けが要求されました。私は流体工学が専門ですから、当時は、動脈硬化は枝管中枢壁に発生する剥離流による流れの停滞と考えるのが数値解析では世界の主流でした。これと同時にFig.1のModel Cは、ご覧の通り直角T字型分岐管です。このモデルを扱っているうちに、レイノルズ数1000以下の定常層流であっても、枝管内に周期的な振動が

発生し、Fig.3(a)の場合はその一例で、振動数はFig.3(b)に示す如く6.1 Hz、この現象は主管と枝管直径比、分岐流量比、レイノルズ数に依存せず、ストローハル数はほぼ $St = 1.0$ (Fig.4) という値を示すことから、普遍的な現象であることを示すことが出来ました。

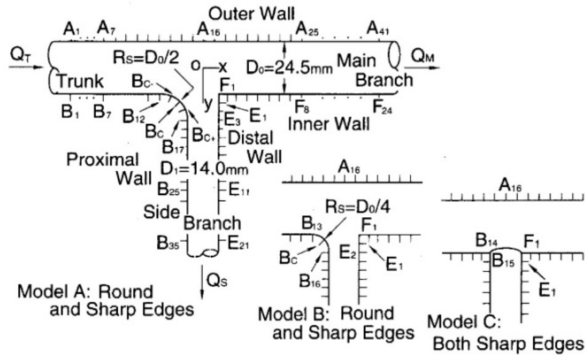


Fig.1 90度分岐モデル

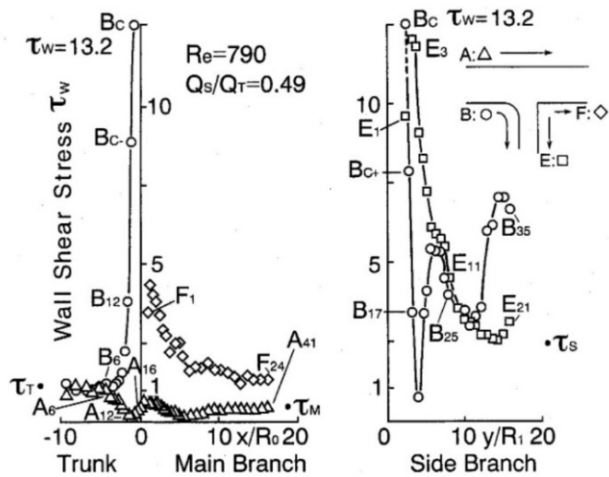


Fig.2 90度分岐部周りの壁せん断応力(Model A)

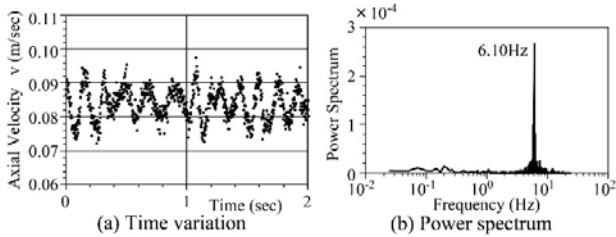


Fig.3 枝管内速度変動と周波数(Re= 800, QS/QT= 0.50)

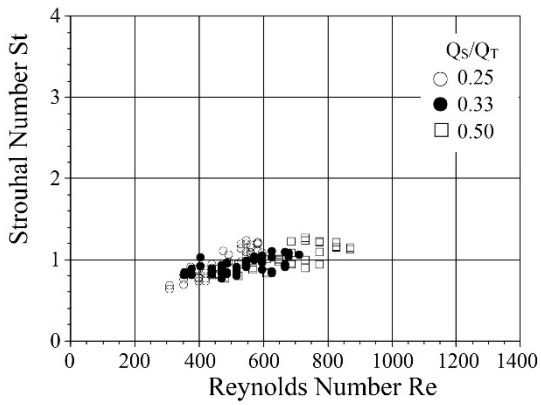


Fig.4 レイノルズ数とストローハル数

これは乱流でなくとも振動が発生するという稀な現象です。コマーシャルコードADINA、オリジナルコードでもこの数値解析を行いました、速度の周期的振動は得られませんでした。例え如何なる計算コードを用いてもこの現象は再現できない、言い換えると計算流体力学は万能でないという感覚を持ってました。この論理は現在の計算流体力学の世界では通用しないようです。最近の計算コードではANSYS はかなり普及してますが、商業用計算コードは収束因子を含むため、再現できません。

そうこうする内、機械工学のバイオの分野では1990年台に入り、脳動脈瘤の発生、発達そして破裂と血行力学の関係が注目され始めました。初めの10年程はスケールアップしたモデル、また理想的な球形脳動脈瘤に取り組みましたが、ある時から血管壁(Vessel)は弾性のある伸縮することから、変形する球形弾性壁脳動脈瘤をモデル化し、サイズ、コンプライアンス等の関係で、当初は試作しては、造り直しが数年続き、試練の毎年でした。試練の毎年でした。

当時は、まだ3Dプリンタが普及しておらず、すべて外注せざるを得ませんでした。が、その内で漸くFig.5に示す瘤径12mm、壁厚さ0.4 mm の弾性壁動脈瘤モデルに至り、この段階で初めて変形率5%のモデルを作製出来、変形に伴う血行動態、特に弾性壁が壁せん断応力に及ぼす影響に着目し、剛体壁モデルに比べてpeak systole時には弾性壁の流れでは、Fig.6a, bに示すように瘤入り口の流入速度が若干抑制され、弾性壁の方が剛体壁モデルより5%壁せん断応力が抑制されるという結果は得られたところで、一旦区切りをつけました。

しかし、未だ実脳動脈瘤、それも瘤壁厚が臨床データと同じPatient- Specific modelに取り組みたいという未完の課題が残り、研究を続けました。しかしながら、直径10 mmというモデルを作製するに困難を極め、Fig.7に示すモデルを光造形法で 3.25倍、壁厚を1mmと厚めにせざるを得ませんでした。このPatient-Specificモデルは、特殊な形状であり、DomeとBlebが明確に判別できます。

このPatient-Specificモデルは、特殊な形状であり、確かにスケールアップしたモデルですが、この測定を通して多くの知見を得ました。それは、淀み点で動脈瘤が進展するのではなく、単にWSSが大きい、小さいというよりも、その周りの領域で壁せん断応力の勾配に特徴があり、WSSGの大きさに注目すべきであるということ、かつこの値の負と正の位置は極めて接近しているということです。

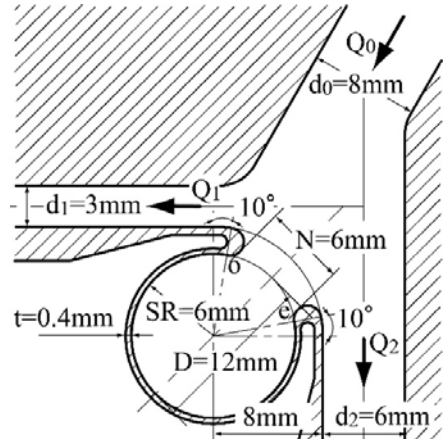


Fig.5 球形弾性壁モデル

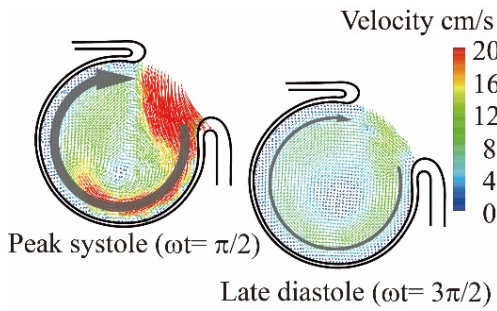


Fig.6(a) Velocity in rigid model

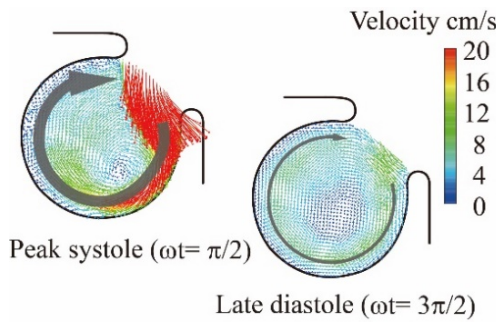


Fig.6(b) Velocity in elastic model

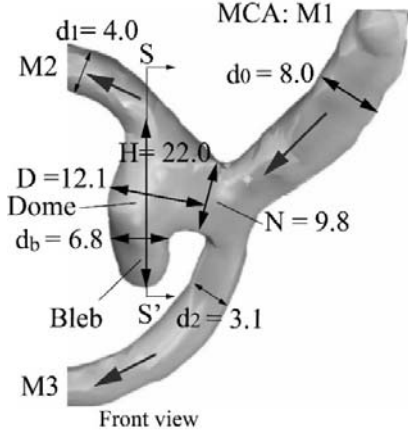


Fig.7 中大脳動脈瘤

Fig.8に示すpeak systole のmedian plane に沿う弾性体と非変形体の結果から、WSSが小さくなる位置は、淀み点 (S: Non-deformable, S: Elastic)とは少し隔たり、かつ、WSSGの大きな位置は正と負の値が接近していること。さらに、弾性体の方がその勾配は小さくなることなどが得られました。

しかしながら、このモデルは動脈瘤の球形から大きく外れていると考え現在は球状に近い実動脈瘤に取り組んでいるところです。

Phantomの作製法は、それに携わる研究者により異なりますが、基本的に3D Printerによりモールドを作製し、シリコンを塗布するというのが一般的です。モールドの材料によりその作製法は異なります。Fig.9は現在取り組んでいるpatient-specific phantomで、左図は正面から見たPhantomの一断面図、右図は右側面から見た形状です。この動脈瘤は、中大脳動脈に発生した比較的大きなものです。このDome部の壁厚は平均で 0.40 mm、現在は0.2 mm まで作製できます。この壁厚さは恐らくこの分野では最も薄く再現できていると思います。

現在このelastic phantom modelを用いて動脈瘤内の各種流れ現象に着目し、剛体壁と弾性壁効果を追求しているところです。

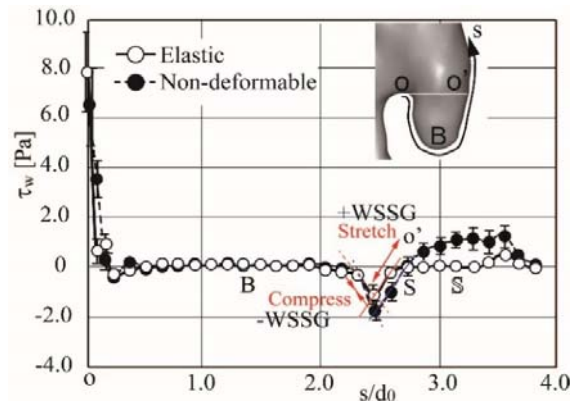


Fig.8 WSSとWSSG at peak systole

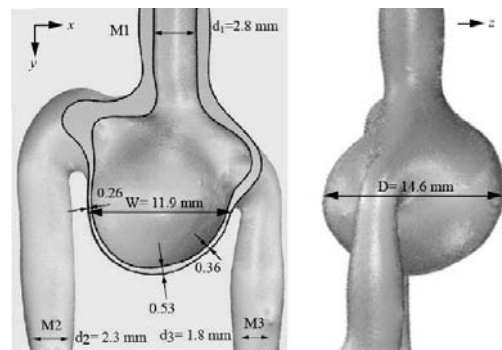


Fig.9 Patient-Specific phantom model

前述のように、この脳動脈瘤の流れの世界では、瘤壁を剛体として扱い、CFDで実行されているのが一般的です。この領域では、年一度世界の著名な研究グループが集まり、ある実動脈瘤のstl (Stereolithographic) dataが提供され、各研究者の計算コードで解析されていますが、同じ結果が得られることはなく、多数の結果が得られた場合に、それを取り上げるといった取り組みがなされているようです。しかしながら、計算コード、メッシュ分割により結果が異なるということは、我々研究者に許容されることか？真の結果は一つしかないかと学んできた著者にとっては、解が複数存在すること自体に疑問を感じるどころです。これは、著者だけが思っていることかもしれませんが不思議でなりません。

最後に、拙い批評を記しましたが、そういうファジーな時代になったのかもしれないね。

《著者》



山口 隆平

東北大学
流体科学研究所

4. 部門情報

4. 1 講演会案内

日本機械学会2019年度年次大会

主催：(一社)日本機械学会
開催日：2018年9月8日(日)～11日(水)
会場：秋田大学手形キャンパス(秋田市手形学園町)

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。年次大会のプログラム等の詳細は、学会ホームページ(<http://www.jsme.or.jp/conference/nenji2019/>)をご参照ください。なお、部門同好会(部門懇親会)をスポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門と合同で9月9日(月)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(日)
13:00-15:00
【SP4】市民フォーラム「ライフサポート」
- 9月9日(月)
9:00-12:00
【J023-01】材料力学・機械材料・材料加工とバイオエンジニアリング：(1) バイオマテリアル、複合材料
- 9:00-10:30
【J024-01】ライフサポート
- 10:30-12:00
【J021-01】流体工学とバイオエンジニアリング
- 13:30-16:30
【J023-02】材料力学・機械材料・材料加工とバイオエンジニアリング：(2) 細胞・組織工学材料
- 【J026-01】セルメカニクスとその再生医療・組織工学応用
- 【J028-01】マイクロ・ナノ工学とバイオエンジニアリング (1)
- 15:00-16:30
【SP50】ワークショップ「血流の見える化研究(血視研)」
- 9月10日(火)
9:00-12:00
【J021-01】衝撃波・超音波の医療・産業応用とその現象解明
- 【J023-03】材料力学・機械材料・材料加工とバイオエンジニアリング：(3) バイオメカニクス
- 【J028-02】マイクロ・ナノ工学とバイオエンジニアリング (2)
- 9月11日(水)
9:00-12:00
【J023-04】材料力学・機械材料・材料加工とバイオ

- エンジニアリング：(4) 材料の耐久性
- 【J025-01】診療技術と臨床バイオメカニクス (1)
13:30-16:30
- 【J022-01】機械工学に基づく細胞アッセイ技術
- 【J023-05】材料力学・機械材料・材料加工とバイオエンジニアリング：(5) 加工・接合技術
- 【J025-02】診療技術と臨床バイオメカニクス (2)
- 【部門同好会(部門懇親会)】
・9月9日(月) 18:30-20:00, 秋田長屋酒場 (〒010-0001 秋田市中通4丁目 16-17)

第32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：2019年12月20日(金), 21日(土)
会場：金沢商工会議所会館(金沢市尾山町9番13号, JR金沢駅徒歩20分)
URL: <https://www.jsme.or.jp/conference/bioconf19-2/>

開催趣旨：本講演会は1988年度より交互に開催されていたバイオメカニクスカンファレンスとバイオエンジニアリングシンポジウムを1997年度に統一して始めました。その後のバイオエンジニアリングの発達はめざましく、医療・福祉やバイオ産業のみならず、メカノバイオリロジーなどの基礎科学へも大きく貢献することが期待されております。今回の講演会では、バイオエンジニアリングに関連する幅広い分野から講演を募集し、当分野の最新の研究発表および情報交換の場となるよう企画いたします。奮ってご参加下さいますようお願い申し上げます。

特別講演：福間剛士氏(金沢大学 新学術創成研究機構 ナノ生命科学研究所 所長)「液中原子間力顕微鏡技術の開発とそのナノバイオサイエンスへの応用」、他1件(調整中)

一般講演セッション：筋骨格系のバイオメカニクス/硬組織のバイオメカニクス/呼吸器系のバイオメカニクス/再生医療・ティッシュエンジニアリング/細胞・分子のバイオメカニクス・メカノバイオリロジー/衝撃・衝突のバイオメカニクス/循環器系のバイオメカニクス/人工臓器/スポーツバイオメカニクス/生体計測/生体熱現象・熱解析/軟組織のバイオメカニクス/バイオマテリアル/バイオメティクス/バイオリボティクス/バイオMEMS・ナノテクノロジー/福祉工学/臨床のバイオエンジニアリング・医療機器/その他

参加登録費：会員協賛学会員 12,000円/会員外 16,000円/学生員と博士課程会員 3,000円/一般学生 5,000円
懇親会：12月20日(金) 講演会終了後/会場：KKRホ

テル金沢(講演会場より徒歩 8 分)/会費 6,000 円 (学生 3,000 円)

講演申込締切: 2018 年 8 月 9 日 (金)

原稿提出締切: 2018 年 9 月 20 日 (金)

問合せ先: 第 32 回バイオエンジニアリング講演会実行委員会幹事 茅原崇徳 / 〒920-1192 石川県金沢市角間町 / 金沢大学新学術創成研究機構 / E-mail: bioconf19-2@jsme.or.jp

第 33 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: 2020年4月25日(土), 26日(日)

会場: 東京大学本郷キャンパス(東京都文京区本郷7-3-1)

開催趣旨: 本講演会は33回を迎えるにあたり、大きく開催趣旨、開催時期を変革致します。本講演会では、バイオエンジニアリング部門が所掌する研究分野を広くカバーする形でシンポジウムを企画し、講演者を組織委員会にて選定いたします。このことにより、バイオ分野に参入を計画している企業会員および他部門の会員にとっても魅力のある講演会となることを目指します。また、ポスターセッションを平行して実施し、学生および若手研究者の発表の機会を確保します。そして、優れた研究発表を表彰します。開催時期が半年以上早まりますので、これまでは本ニュースレターにて、講演会の詳細を発信してきましたが、執筆時点での上記の情報に留めさせていただきます。

問合せ先: 第33回バイオエンジニアリング講演会実行委員会幹事 古川 克子 / 〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 / 東京大学大学院工学系研究科バイオエンジニアリング専攻 / E-mail: BE2020@biomed.t.u-tokyo.ac.jp

4. 2 講演会報告

第 29 回バイオフロンティア講演会を終えて

実行委員長 劉 浩 (千葉大学)

開催日: : 2018 年 10 月 24 日 (水), 25 日 (木)

会場: 千葉大学西千葉キャンパス内 けやき会館

東京から電車で1時間弱、さらには最寄りの西千葉駅から徒歩5分と、抜群にアクセスの良い千葉大学西千葉キャンパスに於いて、第29回バイオフロンティア講演会が開催されました。前年に引き続き、ひと月後にはバイオエンジニアリング講演会の開催が予定されるなか、100件以上の学術講演が2日間にわたって発表されました。前述の都

心からのアクセスの良さもあつたおかげでしょうか、予想をはるかに上回る178名もの方にご参加いただきましたこと、この場をお借りして感謝申し上げます。3つの会場では、バイオフロンティア講演会の趣旨に沿った大学院生ならびに若手研究者を中心とした、自由闊達で活発な議論が交わされ、特に優秀な講演にはフェロー賞が贈られました。受賞された学生諸君には、お祝い申し上げます。また、第1日目の夕方には、会場内大ホールにおいて、海外から招聘された若手研究者、Ian A. Sigal 先生 (University of Pittsburgh, USA)、およびつい最近に3年半の海外研究生活を終え帰国された Toshiyuki Nakata 先生 (Chiba University) による、バイオフロンティアシンポジウム2018が開催されました。さらに2日目には、本学バイオフロンティア医工学センター・センター長の羽石秀昭教授による特別講演会が開催されました。いずれも、特に若い研究者や大学院生には、今後の研究への取り組みに大いに刺激を与える良い機会になったと思います。

近年の講演会の傾向として、メカノバイオロジー分野の盛り上がりに伴う、細胞や分子のバイオメカニクスに関わる講演数の増加が挙げられると思われまふ。本講演会でも同様に、細胞バイオメカニクスに関わる講演が全体の約4分の1を占め、参加者の多くの興味を集める分野であることを再認識させられました。その一方で、本学研究者の研究分野に関連し、バイオメカニクスに関連の発表、および心血管・血流のバイオメカニクスに関連の発表も多く、聴衆が熱心に発表に耳を傾け、講演終了後も盛んに質疑応答や意見交換が交わされる様子が印象的でした。

本講演会では新しい試みとして、若手による次世代戦略委員会「出藍会」(しゅつらんかい)の第一回総会が開催されました。活躍めざましい気鋭の若手研究者のお一人である大森俊宏先生(東北大)が代表となり出藍会の趣旨説明をされるとともに、山田悟史先生(北海道大)による若手の会合宿のご報告、および村越道生先生(鹿児島大学)・船本健一先生(東北大)による招待講演が企画されました。引き続き開催された座談会では、研究者を取り巻く環境から研究内容そのものまで、様々な意見交換が交わされるとともに、深く議論も進められ、本講演会の中で最も熱気に溢れた会となりました。

懇親会は、千葉大学吹奏楽部による演奏を聴きながら、ゆったりした雰囲気の中ご歓談いただく会となりました。講演会に引き続きさらなる意見交換がなされ、とことん議論が尽くされる様子は、今後のバイオエンジニアリング部門の繁栄とますますの発展を予想させるかのようでした。

末筆になりましたが、曲がりなりにも盛況のうちに無事に本講演会を終えることができましたのは、ひとえにご参加いただいた皆様、部門関係者の皆様、座長やフェロー賞審査を引き受けて下さった先生方、学会事務の大竹様、そして実行委員としてご協力いただいた千葉大学の中田敏是先生、坪田健一先生、田中学先生、武居昌宏先生のおかげです。特に、実行委員幹事の菅原路子先生には、通常の幹事の仕事をはるかに越えることまでしていただきました。ここに改めて感謝申し上げます。

第31回バイオエンジニアリング講演会を終えて

実行委員長 片岡 則之 (日本大学)

開催日：2018年12月14日(金)、15日(土)

会場：郡山市立中央公民館・勤労青少年ホーム(郡山市)

2018年12月14日、15日の両日、郡山市立中央公民館・勤労青少年ホームにて、第31回バイオエンジニアリング講演会を開催致しました。郡山での開催は初めて、東北地方での開催も2014年1月の東北大学片平キャンパスでの第26回以来のものとなりました。今回は、オーガナイズドセッション、一般講演あわせて発表188件、その他に特別講演3件、JSME/KSME Joint Sessionをスポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門と共催で開催して7件、また、日本機械学会・日本循環器学会ジョイントシンポジウムを開催して4件のご講演を頂き、合計で202件のご発表を頂き、参加者は290名となりました。昨年の第30回の講演会と比べると、少々、寂しいものとなりましたが、各講演室とも、最終日の最終セッションまで非常にご活発にご討論頂きました。

特別講演は、国立循環器病研究センター研究所の青木友浩先生から「新たなステージの脳動脈瘤研究へ」と題して最新の脳動脈瘤研究をご紹介頂き、岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 歯科矯正学分野の上岡寛先生からは「骨の微細形態からみた細胞機能の解析」と題して、細胞・分子レベルからみた骨組織の研究をご紹介いただきました。もう一件、Virginia Commonwealth UniversityのDaniel Conway先生からは、「Measurement of mechanical forces at epithelial cell-cell junctions and the nuclear LINC complex」と題して、内皮細胞等のメカニカルストレス応答機構や内皮細胞を用いた最新研究についてご紹介頂きました。

JSME/KSME Joint Sessionは、スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門と共催で開催させて頂きました。バイオエンジニアリング講演会で他部門との共催セッションを設けたのは初の試みです。来年は東京でオリンピックが開催されることから、今後もスポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門とは、様々なご協力をさせて頂きたいと思っております。

日本機械学会・日本循環器学会ジョイントシンポジウムでは、中村匡徳先生(名工大)、吉栖正生先生(広島大学)のご挨拶の後、日本循環器学会から進藤智彦先生(東北大学)が「虚血性心疾患に対する革新的血管新生療法の開発」と題して、高野真澄先生(福島県立医大)は「大動脈瘤に対するステントグラフト内挿入術の心機能に及ぼす影響」と題してご講演頂きました。また、機械学会側からは桑名克之先生(泉工医科工業株式会社)に「医療機器のものづくりについて」と、田中智彦先生(日立製作所)に「超音波を用いた血流可視化技術」についてご講演頂き、非常に活発にご議論頂きました。

今回、第30回から引き続き、Outstanding Presentation表彰を行いました。昨年とは異なり、事前の講演論文の審査によって10件の講演者に絞りこみ、同一セッションで発表を行って頂きました。書類審査によって選ばれた講演者ばかりでしたので、皆様、非常にレベルの高いご講演内容

でした。顧問の先生方を中心にご審査頂き、3名の講演者を懇親会にて表彰致しました。

第1日目の夕方、郡山ビューホテルアネックスにて懇親会を催し、ご招待者含めて170名あまりのご参加を頂きました。懇親会に先だつた部門表彰では、功績賞は伊能教夫先生(東京工業大学)、田中正夫先生(大阪大学)、瀬口賞は中田敏是先生(千葉大学)、山田悟史先生(北海道大学)が受賞され、また、フェロー賞は馬場栄里花さん(同志社大学)、堀田潤さん(同志社大学)が受賞されました。懇親会では、安達泰治(京都大学)部門長のご挨拶の後、谷下一夫先生の乾杯のご発声で開会しました。途中、KSMEからご参加のYeon Soo Lee教授(Daegu Catholic University)、特別講演を演者である、Daniel Conway先生(Virginia Commonwealth University)からご挨拶を頂きました。会の終わりには、恒例となりました万歳三唱を、山口隆美先生(東北大学)、坂本二郎先生(金沢大学)、佐藤克也先生(徳島大学)から賜り、御開きとなりました。

バイオエンジニアリング講演会は、本部門の最も主要な行事の一つです。今後も、国際交流をしつつ、若手研究者をエンカレッジしていければと思います。

最後に、講演会にご参加下さいました先生方、Outstanding Presentation表彰の事前審査にたずさわって下さいました先生方、座長並びに講演者の先生方、実行委員、顧問の先生方に厚く御礼申し上げます。



懇親会での万歳三唱(弘前大学 藤崎先生ご提供)

第30回バイオフィロンティア講演会を終えて

実行委員長 村越道生(鹿児島大学、(現)金沢大学)

開催日：2019年7月19日(金)、20日(土)

会場：霧島国際ホテル(鹿児島県霧島市)

第30回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部門主催講演会としては初めて鹿児島での開催となった。会場は我が国最初の国立公園のひとつである霧島錦江湾国立公園の一角に位置する霧島国際ホテルであった。部門講演会の改革に伴い、例年10月頃に開催されていた本講演会は、来年度より12月頃の開催となる。その移行期にあたる今回は7月の開催とすることとし、ちょ

うど梅雨明けの開催を見込んで日程を組んだものの、今年
は例年よりも梅雨明けが10日以上遅れ、そのうえ台風が
接近するなど実行委員会泣かせのスタートであった。何と
か天候も持ちこたえ、ホテルからは湯けむりとともに遠く
錦江湾（鹿児島湾）とそこに浮かぶ桜島も望むことができ
た。

学術講演は3会場パラレルで行い、二日間で17セッシ
ョン、合計91件の発表があり、参加者数は140名と、遠
方にもかかわらず皆様のおかげで例年並みの規模となっ
た。いずれのセッションにおいても活発な議論が交わされ
盛況であった。

今回の講演会の一つの特徴として、例年よりも充実した
3つの特別企画が用意されたことが挙げられる。まず特別
講演では、辻村誠一教授（名古屋市立大学）に「網膜メラ
ノシン細胞および錐体細胞の独立光制御法」の演題で最
新の視覚研究の成果についてご講演いただいた。その実験
アプローチはこれまで本講演会ではあまり聞くことがで
きなかった実験心理学に基づいており、多くの聴衆の研究
にもすぐに応用可能な新しい知見をご示唆いただいた。第
11回目を迎えたバイオフィロントニア・シンポジウムでは、
新進気鋭の若手研究者である Amin Doostmohammadi 先生
（University of Oxford）、松永大樹先生（大阪大学）、Matija
Milosevic 先生（大阪大学）にご講演いただき、研究成果
に加えて大学院生や若手研究者に向けたメッセージを賜
った。また、第2回目となる出藍会総会では、アカデミック
以外でご活躍されている5名の若手の先生をお招きし
た。松下慎二氏（日立製作所）、荒井雅貴氏（ニコン）、三
木貴仁氏（ソフトウェアクレイドル）、川島圭太氏（北海
道立総合研究機構 工業試験場）、豊田直希氏（特許庁）か
ら、これまでのご自身の経験をふまえたお話をいただき、
若手が今後のキャリアパスについて考える有意義な機会
を頂戴した。

本講演会では、これら企画以外にも、特に若手研究者の
講演会への寄与向上に関わるいくつかの実験的試みを行
った。第一に、フェロー賞審査の公正化と効率化を目的に、
事前に複数名の若手研究者を審査員として選出した。第二
に、セッションの活性化を目的に、各セッションにできる
かぎり若手研究者による依頼講演を設けた。審査もスム
ーズに進み、セッションも若手研究者と学生の発表がバラ
ンスよく配置され一定の成果をあげることができたと考
えている。

第30回という節目を迎えるにあたり、相互の親睦をよ
り深め、研究はもちろん、部門の将来や各個人のキャリア
パスなど、なんでもござくばらんに語りあう機会を提供す
べく、今回の講演会は2003年の第14回講演会（宮城蔵王）
以来、16年ぶりに合宿形式で実施した。大広間でお膳を
囲んでの懇親会では、あえて全員くじ引きで席を決め、年
齢や所属を超えて交流を図った。うまく交流が進むか若干
の心配はあったもののまったくの杞憂であった。会場は
徐々に盛り上がりを見せ、会終盤には、これまで見るこ
のなかった新しい顔ぶれのグループがそちらこちらに出
来上がっていた。懇親会后、部屋に戻ってからも夜遅くま
で議論が続いたようである。二日目も朝からセッションは
滞りなく進み、本講演会は盛況裏に閉会となった。

今回の開催地は、瓊瓊杵尊（ににぎのみこと）が三種の
神器を捧持して降臨したとされる高千穂峰のふもとであ

り、元号が平成から令和へと変わった最初のバイオフィロ
ントニア講演会にはうってつけの場所ではなかったかと思
われる。一方で、本講演会の鹿児島での開催にあたっては、
九州各地の先生方の力をお借りしなければ実行委員会を
組織することができなかった。この場をお借りし、実行委
員の先生方の多大なご協力とご支援に対し深く御礼申し
上げる。また、機械学会事務局の皆様および事前準備から
当日の運営まで多大な協力をしてくれた、鹿児島大学、熊
本大学、九州大学の学生諸君に感謝申し上げます。



懇親会にて招待講演の先生方を囲んで

4. 3 部門賞



功績賞を受賞して

伊能 教夫

東京工業大学
基礎研究機構
副機構長

このたびは2018年度バイオエンジニアリング部門功績
賞を賜り、ありがとうございます。功績賞に値するだけ
の実績を残したかは甚だ心許ないですが、ありがたく頂戴
致します。ここでは紙面をお借りして、研究を続けること
によって私なりの生体工学分野の研究の位置付けを見つ
けることができたことをお話したいと思います。

私は研究歴だけは長く、学部卒論から大学を退職する
まで45年間、生体工学関係の研究を行うことができました。
研究を行っている時は、自分に興味のある研究テーマ
を優先しながら、ときおり舞い込んできた相談から生まれ
たテーマも加えていきました。将来的な展望を見すえなが
らというよりは、その場の状況で研究テーマを実施したと
いうのが実態です。研究テーマは短期間で終わるものもあ
りましたが、主要なものは10年~15年くらい続きました。

あまり先のことを考えずにその時々縁に任せて、研究
テーマを設定していましたが、60歳を過ぎる頃に自分の行
った研究内容を振り返ってみると、かなりまとまりがあるこ
とに気づきました。それは自分の嗜好を反映しての結果と思
いますが、自分の研究は4つのキーワードにまとめられると
気づいたのです。それは「群」、「腔」、「食」、「眠」です。

「群」は、細胞から個体までの要素の集合体を象徴しており、近接の要素が影響しあうことにより、全体として協働作用が生まれる機能を内在しています。細胞レベルではリモデリング、個体レベルでは群行動であり、生物システムとして普遍的な特徴の一つです。「腔」は、袋状の構造体で消化器官や軟体動物に見られ、これも生物の構造体として普遍的な特徴の一つです。これら二つは学部から博士課程までに取り組んだ骨の形や蠕動運動の研究テーマに関係していますが、その当時はこの見方に注意を払っていませんでした。

3番目の「食」は、スナック菓子の食感に興味をもった50代後半に意識したキーワードですが、考えてみると30代から研究していた下顎骨の応力解析もこれに属すると後で気づきました。最後の「眠」は、電車の中で眠りやすくなる現象に興味を抱いて始めた研究から出てきたキーワードです。当初は子供の夜泣きを低振動で解消できないかと始めたのですが、後に寝心地のよい寝具デザインに興味が移って行きました。

「食」と「眠」は、一日に占める時間の割合が高く、睡眠は一日の3割程度、食事準備や後片付けも含めれば、2割を超えます。この二つの軸は、老人が健康的に過ごすには重要なテーマであると自分が歳をとるごとに感じ始めました。

これらのキーワードが、正当なバイオメカニクスの研究テーマになるのかと思われるかもしれませんが、食と眠を合わせると、眠食という言葉で日常生活を意味するようになり、ADL（日常生活動作）につながります。これは屁理屈ではありますが、この言葉を知ったときにキーワードを組み合わせることで研究の世界が広がる思いがしました。

これも思考の遊びになりますが、上記のキーワード同士を接近させることにより、新しい研究テーマが生まれることに気づきました。たとえば最近研究した袋状のアクチュエータを多数連結して人の体形に合わせて寝具形状を変化させる人体適応型寝具のコンセプトは、「群」、「腔」、「眠」の3つが近接した場所に位置づけられます。

最近では、散歩していて道端の草や木に興味を持つようになりました。植物の動態は人間の時間スケールからみればわかりにくいですが、時間を早回しにすれば植物ダイナミクスといえる様相になると思います。機械工学的にみても面白いテーマなので、「植」のキーワードもありと気づきましたが、時間切れとなりました。

以上、自分のこれまでの研究をキーワードで位置づけてみましたが、このような考え方や研究テーマを押し売りするつもりはありません。生体を研究する魅力の一つと捕らえていただければ幸いです。バイオエンジニアリング分野では、これからさまざまな研究テーマが生まれると思います。若い研究者には、新しい課題にチャレンジしていただきたいと思っています。今後ともバイオエンジニアリング部門が発展することを願っています。



功績賞を受賞して

田中 正夫

大阪大学
大学院基礎工学研究科
機能創成専攻
教授

この度はバイオエンジニアリング部門「功績賞」を賜り、誠にありがとうございます。これまで受賞された先生方の末席に加えていただきましたこと、大変光栄に思っております。長年にわたりご指導をいただきました先生方、研究・活動を共にさせていただいた先生・研究者の方々、わけても様々な課題と一緒に取り組んでくれた学生の皆様に衷心より御礼申し上げます。

日本機械学会の学生会員のころは、システム工学系の学科・専攻の学生でした。固体力学、連続体力学の精緻な理論体系に四苦八苦しなながら、構造解析・設計最適化の数値計算研究テーマに携わっていたので、生体に関わることは所属していたシステム設計講座（瀬口靖幸先生(初代部門長)）のテーマではあっても、自身にとっては隣のテーマにすぎませんでした。しかしながら、研究室に来ておられた整形外科医の先生方と、骨リモデリングの数値モデルに関する変分学的アプローチや、脊柱側方彎曲にかかわる不均衡成長力を考える力学などの議論に、単なる興味から熱中していたことが、生体機械システム研究室を担当する今日のルーツとなっています。

その後テーマを徐々に広げ、日本機械学会に部門制が導入されてからは、バイオエンジニアリング(BE)部門が中心的活動の場となりました。けれども、国際的な研究発表の場は、欧米での国際会議に求めるしかない状況でした。1990年にUCSDを会場としてLa Jollaで開催されたFirst World Congress of Biomechanics (WCB)には、日本機械学会からはBE部門の中核として活動してこられた方々を中心に、国内バイオメカニクス関連諸学協会からも多くの研究者が参加され、個々の学会の枠を超えて、バイオメカニクスが基盤分野のひとつとして広く認識される力となったと思います。

WCBの第3回会議は、1998年に北海道大学を会場として、札幌で開催されました。バイオメカニクス関連学協会による日本バイオメカニクス連絡協議会が開催母体でしたが、大会長は林紘三郎先生（第2代部門長）で、BE部門の先生方が主要な役割を担当され、BE部門の国際化に大きなエポックであったと思っております。自身も、事務局を担当する経験を得て、国際的な意味でのソサイエティ活動の重要性を知ることとなりました。

WCBの母体であるWorld Council for Biomechanicsのメンバーとしては、初期には林紘三郎先生、松崎雄嗣先生、山口隆美先生が、現在は安達泰治先生、石川拓司先生、松本健郎先生、牛田多加志先生、和田成生先生（ABC順）と、BE部門をけん引しておられる先生方が就任しておられます。このことは、日本機械学会を構成するひとつ部門であるBE部門が、国際的なバイオメカニクスソサイエティの重要メンバーになっている証であると思っております。

BE 部門の国際化に関わる活動のひとつに Asian- Pacific Conference on Biomechanics (AP Biomech) があります。これは、欧州諸国のバイオメカニクス研究者が European Society of Biomechanics として連携していることなどに範を得て、アジア太平洋地域のバイオメカニクス関連学会の連携を目指して BE 部門から呼びかけを図ったものです。シンガポールで関係者への呼びかけの会合を持った折には、conference は既にたくさんあるのに今さら何をするのか、との声が大きかったのを、山口隆美先生（第 13 代部門長）のリーダーシップの下、同地域での連携の重要性についての理解を得てスタートしました。

図らずも、第 1 回を AP-Biomech2004 として担当することとなり、大阪大学の吹田キャンパスにて開催しました。参加国からの都合等々を調整した結果、年度末の 3 月、それも卒業式当日から会期を始める仕儀となりました。卒業する学生さんをほったらかしての運営となり、研究室学生諸氏には誠に申し訳のない次第でしたが、松本健志先生をはじめ同僚の皆様は助けをいただき、何とか無事に終わることができてほっとしたのを思い出します。

このシリーズの母体は、2005 年台北で開催の第 2 回会議を機に発足した Asian-Pacific Association for Biomechanics であり、山口隆美先生が Founding President となられ、2013 年には松本健郎先生（第 18 代部門長）に引き継がれました。その後、参加国・学会の増加もあり、今日では、世界のバイオメカニクス研究におけるアジア太平洋地域の極として重要な位置を確保しているものと思います。

それぞれの研究は、各研究者の独自の活動ですが、良い成果には、優れた研究者との深い議論が大切であると考えています。ソサエティは、旧知のあるいは新しい有為な研究者との集いの場、出会いの場を提供しています。BE 部門というソサエティに育ててもらったことを振り返り、自らが活動するソサエティを育てていくことの大切さを思いを致した次第です。WCB も AP Biomech も今では定期的に開催するのが当たり前の国際会議となっています。ですが、誰かがどこかでうまくやってくれている、のではなく、BE 部門の関係者がそれを支えるソサエティで重要な役割を果たされていることを少し紹介させていただきました。

末筆ながら、この受賞に当たりお手を煩わせました、第 96 期総務委員長長坂本二郎先生、部門長安達泰治先生に厚く御礼申し上げます。



瀬口賞を受賞して

中田 敏是

千葉大学大学院
工学研究院
助教

この度、瀬口賞をいただき、大変光栄に存じます。これまで指導して下さった劉浩先生（千葉大学教授）をはじめ

めとした千葉大学の先生方、Richard Bomphrey 先生（英国王立獣医大学教授）をはじめとした英国王立獣医大学の同僚の皆さん、共に楽しく研究に取り組んだ、あるいは取り組んでいる学生の皆さんに心から感謝いたします。

私は学部 4 年生から博士前期課程の 3 年間に、浅沼博先生（千葉大学教授）の研究室で、スマートマテリアルに関する研究テーマを与えられ、昼夜問わず情熱的に指導していただきました。この度の受賞に至るための研究者としての、特に技術的な基礎の部分は、浅沼先生に教えていただきました。このスマートマテリアルは、バイオエンジニアリングと無関係に見えますが、材料に自己修復・センシング・アクチュエータなどの機能を持たせるということから、生き物の機能にも関わりの深い分野です。元々昆虫などの小さい生き物は子供の頃から好きだったので、アメリカで行われたスマートマテリアルの学会で、ハエトリソウのような動く植物の構造を模倣した動く材料を見た際には大変驚き、また研究者として生物に興味を持つきっかけにもなったと思います。

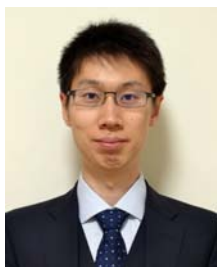
博士後期課程では、劉先生の研究室で、昆虫などの飛行生物の、特に羽ばたき翼の流体構造連成に関する研究テーマを与えられました。当時の私はプログラミングの本格的な経験もなく、昆虫の翅の流体構造連成というテーマはとてもチャレンジングに思いましたが、劉先生は私を信頼し、忍耐強く指導してくださいました。その結果、世界に先駆けて、昆虫羽ばたき飛行の流体連成解析シミュレーションに成功し、海外の学会でも賞をいただくことができました。生物の流体構造連成現象は非常に興味深く、現在もその研究を続けています。

その後、英国 Oxford 大学の Richard Bomphrey 先生の研究室でポスドクとして、風洞実験によって昆虫の飛行性能を測定するプロジェクトに参加させていただく機会を得ました。手法は粒子画像測定法を用いており、必要に応じてシミュレーションも行うことから、アプローチ自体は工学系に重きを置いていました。しかし、この研究室は動物学科所属で、工学系の研究室での常識が通じないことも多くあり、大変刺激的で楽しい時間を過ごしました。同僚達は生物系の教育を受けた方が多かったのですが、彼らはプログラミングや数学等でも、必要であればどんな手法でも用います。その熱心で、何かに突き動かされるように研究に取り組む姿勢に大変刺激を受けました。渡英して 1 年半後に Bomphrey 先生と共にロンドンの王立獣医大学に異動し、そこで行った蚊に関する研究で非常に斬新な成果が得られ、その成果は Nature に掲載され、私が作成した図は表紙を飾りました。同僚達の助けを得ながら研ぎ澄ますように論文を推敲していく作業は、大変な作業でしたが、非常に勉強になりました。

3 年 10 ヶ月の後、再び千葉大学の劉先生の研究室に特任助教として戻ってくる機会を得ました。ここでは、内閣府による ImPACT「タフロボティクスチャレンジ」の一つのプロジェクトとして、ドローンに関する研究に従事しました。非常に大きなプロジェクトで、様々な分野の先生方と触れ合え、交友を深めることができました。その後、テニュアトラック助教として千葉大学工学研究院に採用され、現在に至ります。現在は、特に生物の柔らかさなどの力学的デザインに着目し、これらが彼らの安定飛行にどのように寄与しているか、我々は飛行生物からどのようなこ

とを学ぶことができるのかに主眼を置いて研究を行っています。

この度いただいた瀬口賞とその歴史にふさわしいよう、今後も研究・教育活動に精進して参る所存です。部門の皆様には、今後ご指導・ご鞭撻を賜りますよう宜しくお願い申し上げます。



瀬口賞を受賞して

山田 悟史

北海道大学
大学院工学研究院
助教

この度は、荣誉ある瀬口賞を賜り、身に余る光栄に存じます。これまで多くのご指導を賜りました但野茂先生（北海道大学名誉教授、国立高等専門学校機構理事）をはじめ、東藤正浩先生（北海道大学）、藤崎和弘先生（弘前大学）、お世話になりました先生方、研究を共にしてきた学生諸氏に深く感謝申し上げます。

学部4年生で但野先生が主宰されていたバイオメカニカルデザイン研究室に希望が叶って配属になり、バイオエンジニアリング分野の研究をスタートすることができました。但野先生には、助教となった現在に至るまで、研究のイロハだけでなく、定説を疑うことの重要性や研究をどのように役立てていくのかなど、多くのことをご教授いただきました。また、現在研究室を主宰されています東藤先生には、研究のみならず教育についても多くご指導いただいております。これまでに、産学連携や医工連携での研究プロジェクトに参加させていただき機会を頂き、また継続的に研究を進める機会を頂いたことも、私の貴重な財産となっています。

卒業論文から博士論文まで、主にX線回折を用いた骨組織の残留応力検出に関する研究に取り組んできました。卒業研究を始める頃、北海道大学の佐々木直樹先生（現北海道大学名誉教授）の研究室でJ. D. Currey先生の著書Bones Structure and Mechanicsの輪読会に参加する機会を頂き、骨組織の力学や構造の面白さに強く惹かれました。生体組織特有の複雑さに悩みながら、骨組織の応力状態を検出する方法を整理し学位論文にまとめましたが、残留応力の発生機序に引き続き興味を抱き、研究を始めてから10年以上を経て、単純なモデルですが提案することができました。この間、藤崎先生をはじめ研究室の先輩方には昼夜を問わず研究の相談に乗っていただき、SPRING-8での実験や国際会議など、多くの時間を共にさせていただきました。振り返ってみると、これまでとても自由に研究のできた貴重な時間だったように思います。

現在は、海綿骨の強度特性と最適化された構造特性の関係に着目しています。硬くて小さい試料の力学試験や分子・結晶レベルの構造観察、CT画像を用いた構造解析など、一緒に研究を進めてくれる学生諸氏の奮闘のおかげで、少しずつやりたいことができるようになってきました。や

や古典的な研究テーマのようにも思いますが、意外にも重要かつ挑戦的な課題が多く残されているように感じます。骨の最適化構造の応用性や疾患との関わりなど、医学を含め他の分野の研究者にも協力を仰ぎながら、視野を広げさらに進展させていきたいと思っています。

昨年度より、若手による次世代戦略委員会にお声がけいただき、委員をさせていただいております。委員会での活動を通して、同世代の先生方と多く交流させていただききっかけともなり、大いに刺激を受けることとなりました。自身の研究の幅を広げつつ、近い将来、同世代の先生方と新しい研究領域を開拓していけるような活動になることを目指しています。

最後に、この度の受賞を今後への叱咤激励と受け止め、研究・教育に一層励んでいく所存です。瀬口先生の名前に恥じぬよう、またこれまでに受賞された錚々たる先輩方に追いつけるよう精進し、研究成果が微力ながらも社会の役に立てるよう頑張っていきたいと思っています。今後とも変わらぬご指導を賜りますようお願い申し上げます。



フェロー賞を受賞して

馬場 栄里花
同志社大学大学院
生命医科学研究科
医工学・医情報学専攻

この度は、第29回バイオフロンティア講演会にて栄えある日本機械学会若手優秀講演フェロー賞を頂き、大変光栄に存じます。これまでご指導賜りました、森田有亮教授、山本浩司准教授、仲町英治教授に厚くお礼申し上げます。また、日頃より切磋琢磨し、研究に励んだ研究室の皆様はこの場をお借りして感謝の意を表します。

私は第29回バイオフロンティア講演会にて「骨形成促進のためのLiTaO₃粒子添加PLLAファイバーシートの開発」という題目で発表させていただきました。外傷や骨疾患に起因する骨欠損の治療として、組織工学を用いた治療法が注目されています。組織を三次元的に再生する組織工学において、欠損部へ足場（スキャフォールド）を充填することで、細胞が接着、増殖、細胞外基質を産生し、骨が形成されます。また、骨は荷重の負荷による変形に伴って分極する圧電特性を有しており、帯電した電荷が骨代謝に関与しています。そこで本研究では、より早期に骨を形成するために、生体内の電氣的環境を模倣した足場が有効であると考え、圧電粒子であるLiTaO₃（LT）粒子を添加したPLLAファイバーシートの開発に取り組んでまいりました。本発表では、PLLAファイバーシートに添加するLT粒子の量によって細胞活性に影響を及ぼすこと、またLT粒子添加PLLAファイバーシートが細胞活性を高めたことから、骨形成促進に有効であることを示すことができました。

本研究を進めるにあたっては多くの苦難に遭遇しました。中でも、ファイバー形状に起因する細胞評価の失敗が続いた時期は、先の見えない不安を抱えながら研究に取り

組んでいました。しかし、森田先生をはじめ、厚いご指導をいただいた先生方、議論を重ねた共同研究先の方々、研究室の皆様のおかげで、壁を乗り越えることができました。また、評価に成功した時に感じた喜びは、困難に立ち向かう原動力となっており、研究室での生活は今後の糧になる貴重な経験であったと感じております。

今後は、本研究が再生医療の発展に寄与するものとなることを願うとともに、自らも日本機械学会若手優秀講演フェロー賞を頂きましたことを励みに精進してまいります。



フェロー賞を受賞して

堀田 潤

同志社大学大学院
生命医科学研究科
医工学専攻

この度は、「日本機械学会フェロー賞」という大変栄誉ある賞を頂き、誠に光栄に存じます。これまで研究のご指導を賜りました山本浩司准教授、森田有亮教授、仲町英治教授、そして共に研究に励み支えてくださったバイオマテリアル研究室の皆様へ深く感謝の意を表します。また、本発表をご評価頂きました、学会関係者の皆様へ厚く御礼を申し上げます。

改めて自分の研究室生活を振り返ると、実験で忙しかっただけで充実した日々であり、人生の中で最も一つのことに打ち込んだ3年間でした。研究では思うように実験結果が得られず、毎日が失敗の連続でした。何度か心が折れそうになりましたが、先生方の助言をもとに諦めることなく実験し続けました。その甲斐もあり、修士ではヨーロッパの国際学会に参加し、一生涯忘れられない貴重な経験をできました。学会当日は国際会議場メインホールのステージに登壇することになり、緊張で震えながら発表したことを覚えています。

第29回バイオフィロンティア講演会では、私は「一軸方向に強度不均質性を生じる直流電場が軟骨基質タンパクの発現分布に及ぼす影響」という題目で軟骨再生に関する研究成果を発表させて頂きました。一度損傷すると自然回復しない関節軟骨の治療には、生体外で培養した再生軟骨の移植が行われています。高齢化による関節症の患者数の増加に向け、より効果的な再生組織の作製や関節軟骨のメカニズム解明が求められています。

生体の関節軟骨を構成するコラーゲンなどの細胞外基質は層状構造であることから、細胞に対して不均質に刺激が伝達されます。この生体環境に基づき、私の研究では不均質な刺激が軟骨細胞の代謝活性に及ぼす影響に着目しました。シミュレーションを用いて刺激環境を構築し、細胞活性やタンパク発現分布との関連性を検討致しました。

今後も、私は医療分野のエンジニアとして医療貢献に尽力して参ります。本研究だけでなくバイオエンジニアリング分野の多くの研究が健康な社会の実現に繋がることを願います。

2018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)

1. バイオエンジニアリング部門推薦分

・日本機械学会賞（論文）

「Strain distribution in the anterior cruciate ligament in response to anterior drawer force to the knee」*Journal of Biomechanical Science and Engineering*, 12巻1号(2017年3月), 16-00582.

山川 学志（首都大学東京）

Richard E. Debski（ピッツバーグ大学）

藤江 裕道（首都大学東京）

・日本機械学会奨励賞（研究）

「高性能な飛行ロボットの開発を目的とした飛翔昆虫の力学的デザインの研究」

中田 敏是（千葉大学）

「がん外科手術のための低侵襲分子イメージングの研究」

南川 丈夫（徳島大学）

2. 他推薦でバイオエンジニアリング部門登録者の受賞 (バイオエンジニアリング関連)

・日本機械学会奨励賞（研究）

「3次元組織と機械の融合による組織機能を利活用したバイオマシンの研究」

森本 雄矢（東京大学）

・日本機械学会賞（技術功績）

「医用CT画像処理と構造-流体解析に基づく低侵襲な冠動脈狭窄診断技術の開発」

加納 明（(株)東芝）

2019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3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、2020年4月25～26日に東京大学本郷キャンパスで開催される第33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 2019年12月20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/山西陽子(九州大学大学院工学研究院機械工学部門)/電話 092-802-3156/E-mail yoko@mech.kyushu-u.ac.jp

2018～2019年度の活動を報告させていただきます。

1. 活動報告(2018年9月～2019年7月)

(1) 2018年度年次大会

2018年度年次大会が2018年9月9日(日)～12日(水)に関西大学にて開催されました。バイオエンジニアリング部門では、2018年度は部門合同セッションを主体として、合同オーガナイズドセッション15件(バイオエンジニアリング、計算力学、流体工学、材料力学、機械材料・材料加工、情報・知能・精密機器、マイクロ・ナノ工学、動力エネルギーシステム、熱工学、エンジンシステム、機械力学・計測制御、スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス、ロボティクス・メカトロニクス、機素潤滑設計、医工学テクノロジー推進会議)、ワークショップ1件(バイオエンジニアリング、流体工学、医工学テクノロジー推進会議)を企画しました。これに加えて、部門単独でもオーガナイズドセッション1件、基調講演1件を実施し、大会の成功に貢献しました。

(2) バイオサロン

第52回バイオサロンは2018年12月13日(木)に郡山市立中央公民館・講義室4(郡山)にて、講師に村山嘉延先生(日本大学 工学部 電気電子工学科 准教授)をお招きして、「卵子の品質評価」のご講演をいただきました。また、第53回バイオサロンは2019年3月29日(金)芝浦工業大学豊洲キャンパス 教室棟4階407教室(東京)にて、長井超慧先生(首都大学東京システムデザイン学部 機械システム工学科 准教授)をお招きして、「生体の3次元形状スキャンデータの解析の可能性を拓く形状モデリング技術」のご講演をいただきました。

(3) 講習会

「次世代診断治療支援のための血流シミュレーション～基礎から実践まで～」と題した部門講習会が2018年12月1日(土)に東北大学医学部6号館1階カンファレンス室1(仙台)にて開催され、循環器バイオメカニクスの専門家2名による講義が実施されました。引き続き「有限要素法による骨のバイオメカニクス解析入門～理論から応用まで～」と題した部門講習会が2018年12月8日(土)に芝浦工業大学豊洲キャンパス交流棟4階401教室(東京)にて開催され、骨のバイオメカニクス分野の専門家6名による講義が実施されました。

(4) 共催・担当行事

・Bioengineering Hackathon in 生体医工学サマースクール2018

2018年8月7日(火)～8日(水)にマホロバマイズ三浦において「生体医工学でアンチエイジング」をテーマとし、参加者全員がアイデアを絞り出し1つのテーマの解決を目指すハッカソンスタイルで行いました(主催:日本生体医工学会、運営協力:Healthcare Hackathon)。バイオエンジニアリング部門は共催しました。

2. 実施計画(2019年8月～)

(1) 2019年度年次大会

2019年度年次大会は2019年9月8日(日)～11日(水)に秋田大学 手形キャンパスにて開催予定で、バイオエンジニアリング部門は以下の企画を担当します。今回から、一般セッションが廃止され、部門横断・連携オーガナイズドセッションがより強化されました。学生の発表はポス

4. 4 企画委員会だより

企画委員会委員長 長山 和亮(茨城大学)
同幹事 田地川 勉(関西大学)

ター発表が主体となり、これまで以上に十分に議論できる場が設けられます。

(a)市民フォーラム(1件)

・人をサポートする最新テクノロジー (バイオエンジニアリング, 機素潤滑設計, ロボティクス・メカトロニクス, 機械力学・計測制御, 技術と社会)

(b)部門横断・連携オーガナイズドセッション (12件)

・衝撃波・超音波の医療・産業応用とその現象解明 (バイオエンジニアリング, 流体工学)

・機械工学に基づく細胞アッセイ技術 (バイオエンジニアリング, マイクロ・ナノ工学, 流体工学, 熱工学, ロボティクス・メカトロニクス)

・材料力学・機械材料・材料加工とバイオエンジニアリング (バイオエンジニアリング, 材料力学, 機械材料・材料加工)

・流体工学とバイオエンジニアリング (バイオエンジニアリング, 流体工学)

・マイクロ・ナノ工学とバイオエンジニアリング (バイオエンジニアリング, マイクロ・ナノ工学)

・ライフサポート (機素潤滑設計, ロボティクス・メカトロニクス, 機械力学・計測制御, 技術と社会部門, バイオエンジニアリング)

・診療技術と臨床バイオメカニクス (バイオエンジニアリング, 工学テクノロジー推進会議)

・セルメカニクスとその再生医療・組織工学応用 (バイオエンジニアリング部門, マイクロ・ナノ工学)

・熱・流れの先端可視化計測 (流体工学, 動力エネルギーシステム, 熱工学, バイオエンジニアリング, エンジンシステム)

・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・知能・精密機器, ロボティクス・メカトロニクス, バイオエンジニアリング)

・スポーツ流体(スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス, 流体工学, バイオエンジニアリング)

・医工学テクノロジーによる医療福祉機器開発(医工学テクノロジー推進会議, 機械力学・計測制御, バイオエンジニアリング, 材料力学, 機素潤滑設計, 流体工学, ロボティクス・メカトロニクス, 熱工学, 計算力学, 情報・知能・精密機器, マイクロ・ナノ工学)

(c)ワークショップ (1件)

・血流の見える化研究(血視研)

(2) バイオサロン

2019年12月に金沢市内で, 2020年3月に東京で開催予定。

(3) 共催・担当行事

・LIFE2019

2019年9月12日(木)~14日(土)に慶應義塾大学日吉キャンパスで開催予定です。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(LIFE2019)の名称で, 第35回ライフサポート学会大会, 第19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 2019の連合大会として開催されます。

(4) 2020年度年次大会

2019年度年次大会は, 2019年9月13日(日)~16日(水)に名古屋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い

たします。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御連絡ください。

<<連絡先>>

長山和亮(茨城大学) kazuaki.nagayama.bio@vc.ibaraki.ac.jp

田地川勉(関西大学) tajikawa@kansai-u.ac.jp

4. 5 国際委員会だより

国際委員会委員長 出口 真次(大阪大学)
同幹事 白石 俊彦(横浜国立大学)

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・出口真次(大阪大学), 幹事・白石俊彦(横浜国立大学), 委員・田中正夫(大阪大学), 委員・松本健郎(名古屋大学), 委員・和田成生(大阪大学)の5名で担当しております。当委員会の担当事項について報告いたします。

バイオフロンティア・シンポジウム(Biofrontier Symposium): 本シンポジウムは, ネイティブスピーカーによる英語での講演を日本の若手研究者や学生に提供することを目的とし, 2009年からバイオフロンティア講演会と併催してきました。2016年までは講師二名を外国から招き, 主に研究内容について講演を頂いてきました。2017年と2018年はそれまでとは少し趣向を変え, 講師の一人は日本で学位を取得後に外国で研究を続けてこられた方を招待するようになりました。2019年のBiofrontier Symposium(2019年7月19日, 霧島国際ホテル; 第30回バイオフロンティア講演会との併催)でも過去二年と同じく, 留学経験のある松永大樹先生(大阪大学)を招待しました。松永先生からは英国オックスフォード大学で2年半留学された経験を踏まえ, “Life in UK as a researcher”と題して海外での研究生生活について魅力的に語って頂きました。さらに今回は二名の方に講演をして頂きました。まず, オックスフォード大学のAmin Doostmohammadi博士に“Active fluid mechanics”と題したキーノート講演をして頂き, アクティブ・ソフトマター物理学とその細胞運動解析への適用について, 基礎から最新のトピックスまで分かりやすく説明をして頂きました。また, Matija Milosevic先生(大阪大学)から“Neurotechnologies for engineering human motor function: How electrical stimulation of muscles and nerves can help recovery of voluntary control”と題した講演をして頂きました。カナダ出身のMilosevic先生はトロント大学で学位取得後に東京大学での博士研究員を経て大阪大学に助教として着任された経歴をお持ちであり, 新しい環境で異なるバックグラウンドをもつ人達と協力しながら研究を進めてこられた経験について, 若い学生や研究者に対する激励を含みながらお話しして頂きました。今回は第31回バイオフロンティア講演会(2020年12月~2021年1月, 長野県内)の会期中での開催を予定しております。

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) との連携と研究交流を深めるために、2013年にMOU (覚書) を交わしました。これにより、日韓ジョイントシンポジウムを毎年どちらかの国で開催することとなりました。これまでに、2015年5月のKSME Bioengineering Division Spring Conference (釜山, 韓国), 2016年1月の第28回バイオエンジニアリング講演会 (東京), 2017年4月のKSME Bioengineering Division Spring Conference (大田, 韓国), 2018年12月の第31回バイオエンジニアリング講演会 (郡山) のそれぞれの会期中に日韓ジョイントシンポジウムを開催してきました。2019年は4月24-26日に韓国の釜山で開かれたKSME Bioengineering Division Spring Conferenceの最終日 (4月26日) にジョイントセッションを開催しました。バイオエンジニアリング部門からは玉川雅章先生 (九州工業大学), 片岡則之先生 (日本大学), 坂本二郎先生 (金沢大学), および出口真次 (大阪大学) が、また共催のスポーツ工学・ヒューマンダイナミクス部門から瀬尾和哉先生 (山形大学) と田中克昌先生 (工学院大学) が参加し、それぞれ講演を行いました (玉川先生はプレナリー講演)。次回は第33回バイオエンジニアリング講演会 (2020年4月-5月, 東京都内) の会期中での開催を予定しております。

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8回会議 (8th World Congress of Biomechanics; WCB2018) は2018年7月8-12日にダブリン (アイルランド) で開催され、日本からも多くの研究者の参加がありました。次回 (WCB2022) は、2022年7月10-14日に台湾の台北国際会議センターにて開催予定です。

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す。President は当委員会の松本健郎が務めております。2018年は上記 8th World Congress of Biomechanics において、Yamaguchi Medal (APAB 創立者である山口隆美・東北大学名誉教授の功績を記念して、若手研究者の優れた研究を顕彰し奨励するもの) の授賞式ならびに受賞講演を開催しました。2019年は APAB の公式会議であるアジア太平洋バイオメカニクス会議 (Asian Pacific Conference on Biomechanics) の第10回 (AP Biomech 2019) を、2019年11月1-3日に台湾の台北医学大学にて開催予定です。

《連絡先》

出口真次 (大阪大学) deguchi@me.es.osaka-u.ac.jp
白石俊彦 (横浜国立大学) shira@ynu.ac.jp
田中正夫 (大阪大学) tanaka@me.es.osaka-u.ac.jp
松本健郎 (名古屋大学) takeo@mech.nagoya-u.ac.jp
和田成生 (大阪大学) shigeo@me.es.osaka-u.ac.jp

4. 6 国際英文ジャーナルだより

JBSE 編集委員会委員長

石川 拓司 (東北大学)
同幹事 大橋 俊朗 (北海道大学)
同幹事 坪田 健一 (千葉大学)
同幹事 中島 求 (東京工業大学)
同幹事 出口 真次 (大阪大学)
同幹事 井上 康博 (京都大学)
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 2009.
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14年目を迎え、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。

2018年 (Vol. 13) には、小特集号として1号、一般号として3号を発刊し、合計23編の論文が掲載されました。

- No. 1: 一般号 6編
- No. 2: 一般号 6編
- No. 3: 一般号 6編
- No. 4: 小特集号: Recent Advances in Biomechanical Science and Engineering – Asian-Pacific Association for Biomechanics 5編

JBSE は、Asian-Pacific Association for Biomechanics (APAB), Korean Society of Biomechanics (KSB), および Taiwanese Society of Biomechanics (TSB) のオフィシャルジャーナルに採用され、国際的な学術雑誌としての位置付けを強固にしています。国際的な学術交流をさらに活性化させることを目的として、これらの society との joint issue を刊行しています。2018年には、2017年7月に開催された The 9th Asian-Pacific Conference on Biomechanics (Brisbane, Australia) を記念した小特集号 “Recent Advances in Biomechanical Science and Engineering - Asian-Pacific Association for Biomechanics” を刊行いたしました。

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/>) のリンクからご覧いただけます。

2019年は、創刊時からの幹事として、さらに2014年からは編集委員長として長きにわたり多大なご尽力をいただきました安達泰治 (前) 編集委員長に代わり、新たに石川が編集委員長を務め、さらに、中島幹事、出口幹事、井上幹事が 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まいります。

JBSE では、2010年より Papers of the Year 表彰および Graphics of the Year 表彰を行っております。2018年の Papers of the Year は、以下の3編の論文を表彰いたしました。

Toshihiro OMORI, Mingming LU, Takuji ISHIKAWA, Elastohydrodynamic phase-lock in two rotating cilia, Vol.13,

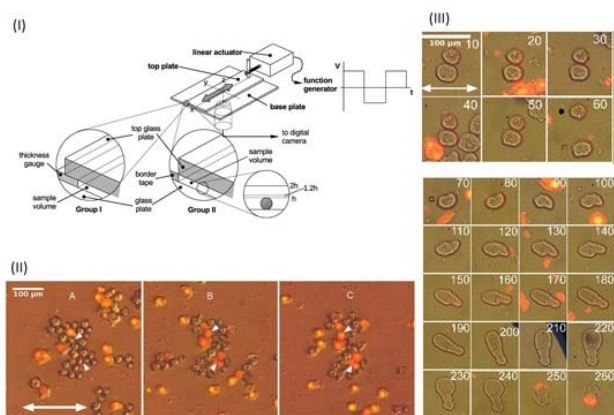
No.4, Paper No. 17-00467 (2018).

Satoru OKUDA, Katsuyuki UNOKI, Mototsugu EIRAKU, Ken-ichi TSUBOTA, Three-dimensional deformation mode of multicellular epithelial tube under tension and compression tests, Vol.13, No.4, Paper No. 17-00507 (2018).

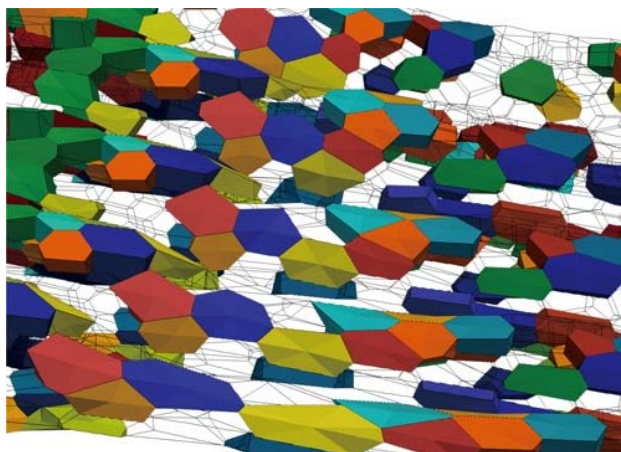
Toshiyuki NAKATA, Ryusuke NODA, Hao LIU, Fluid-structure interaction enhances the aerodynamic performance of flapping wings: a computational study, Vol.13, No.2, Paper No. 17-00666 (2018).

2018年のGraphics of the Yearは、以下の3編の画像を表彰いたしました。

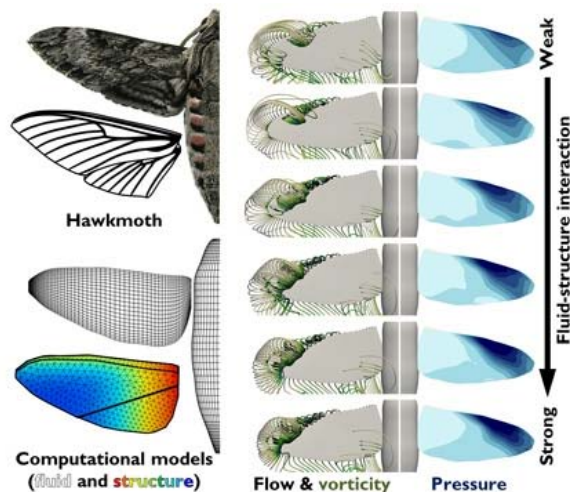
Sandi SUFIANDI, Hiromichi OBARA, Huai-Che HSU, Shin ENOSAWA, Hiroshi MIZUNUMA. A linear shear model of cell viability loss during hepatocyte transplantation, Vol.13, No.1, Paper No. 17-00421 (2018).



Satoru OKUDA, Katsuyuki UNOKI, Mototsugu EIRAKU, Ken-ichi TSUBOTA, Three-dimensional deformation mode of multicellular epithelial tube under tension and compression tests, Vol.13, No.4, Paper No. 17-00507 (2018).



Toshiyuki NAKATA, Ryusuke NODA, Hao LIU, Fluid-structure interaction enhances the aerodynamic performance of flapping wings: a computational study, Vol.13, No.2, Paper No. 17-00666 (2018).



2019年 (Vol. 14) は、一般号 (No. 1) が既に発刊されております。また、2020年 (Vol. 15) は東京オリンピック・パラリンピックの開催に合わせてスポーツ工学・ヒューマンダイナミクス (SHD) 部門と合同で小特集号 BE and SHD divisions Joint Issue on “Bioengineering in Sports”の刊行が予定されております。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は、引き続きJBSEを最新の研究成果発表の場としてご活用いただきますよう、論文のご投稿ならびに査読のご協力を宜しくお願い申し上げます。

《連絡先》

石川 拓司 (東北大学) ishikawa@bfs1.mech.tohoku.ac.jp
 大橋 俊朗 (北海道大学) ohashi@eng.hokudai.ac.jp
 坪田 健一 (千葉大学) tsubota@faculty.chiba-u.jp
 中島 求 (東京工業大学) motomu@sc.e.titech.ac.jp
 出口 真次 (大阪大学) deguchi@me.es.osaka-u.ac.jp
 井上 康博 (京都大学) inoue.yasuhiro.4n@kyoto-u.ac.jp
 須藤 亮 (慶應義塾大学) sudo@sd.keio.ac.jp

4. 7 若手による次世代戦略委員会だより

若手による次世代委員会委員長

大森 俊宏 (東北大学)

同幹事 氏原 嘉洋 (名古屋工業大学)

若手による次世代戦略委員会は、若手研究者・技術者・大学院生の交流の活性化、相互補助、新たな研究分野の開拓、部門運営に関する若手からの提言をまとめること等を目的として、2018年度に発足したばかりの新しい委員会です。本年の当委員会の取り組みを紹介します。Facebook (<https://www.facebook.com/JSME.BEdiv.YoungAssoc/>)でも情報を発信しておりますので、是非ご覧ください。

出藍会 (しゅつらんかい) 始動: バイオエンジニアリング部門を第一位に選択している38歳以下の全ての機械学

会会員、および、第二位以下に指定している38歳以下の会員のうち希望する者で構成される若手の会の呼称を「出藍会」と決定しました。この呼称は、荀子の「青はこれを藍(あい)より取りて藍より青し」という言葉に由来する「出藍之誉」から頂戴しました。この言葉は、藍草で染めた布は材料である藍よりも青くなる、この関係を師匠と弟子に当てはめて、弟子が師匠の学識や技術を超越することの意味です。出藍会には、若手が師匠を超越するように修練を積もうという想いを込めました。若手による次世代戦略委員会は、出藍会の企画・運営を中心に活動していきます。

第一回出藍会:第29回バイオフロンティア講演会(2018年10月24日~25日,千葉大学)でランチョン形式のオーガナイズドセッションを南川丈夫先生(徳島大学)を中心に企画しました。村越道生先生(現,金沢大学)に「Que sera, sera (Whatever will be, will be)」、船本健一先生(東北大学)に「地球の裏側で」というタイトルで研究の失敗談や将来展望,ワークライフバランス,海外大学との研究スタイルの違いなど特別講演をして頂きました。講演後,6-8名ごとのグループを形成し,「自身の研究はやりたかったことか?」、「自身の研究は楽しいか?」、「楽しければ,より楽しくするにはどうしたらよいか?」、「楽しくなければ,何があれば楽しくなるか?」といったテーマに対して研究室の枠を越えて議論しました。その後,中田敏是先生(千葉大学)を中心に開催した若手懇親会では,気持ちは若手の先生方も含めましてざっくばらんに意見交換を致しました。



第一回出藍会総会

第二回出藍会:第30回バイオフロンティア講演会(2019年7月19日~20日,霧島国際ホテル)で大学院修了後の多様なキャリアの在り方を,学生同士や若手研究者・技術者の間で共有する事を目的として「大学院修了後のキャリアパスを考える」を鎗光清道先生(首都大学東京)を中心に企画しました。仕事とバイオエンジニアリングとの関わりや,修士課程や博士課程でどの様な事をして過ごしてきたか,大学院修了直後の仕事への取り組みや,現在までのキャリア形成について,企業や官公庁など様々な場でご活躍されている,松下慎二氏(株式会社日立製作所)「私のキャリアの細胞骨格」,荒井雅貴氏(株式会社ニコン)「細胞培養からメカ設計まで」,三木貴仁氏(株式会社ソフトウェアクレイドル)「博士,中小企業で働いてみて」,川島圭太氏(北海道立総合研究機構,工業試験場)「骨と設計とエンジン~修士,民間企業,研究職,全てを経験して~」,豊田直希氏(特許庁)「筋電計測から知財の世界へ」にご講演頂きました。40名が参加し,「今のキャリアパスに悔いはないか?」、「学生時代にやっておいた方が良いことは?」、「後輩に進学を心から勧められるか?」、「進学による金銭的メリットはあるのか?」等の生々しい質問が飛

び交い,謎に包まれた博士取得後や官公庁での働き方に迫りました。総会の前日に企画したナイトセッションでは,大会長の村越道生先生(金沢大学)の多大なご尽力や自称35歳の部門長経験者等の自称若手の方々の乱入も有り,世代を超えて深夜まで交流を深めました。



第二回出藍会総会

若手による次世代戦略委員会では,これからも出藍会の活動を通してバイオエンジニアリング部門を盛り上げていきたいと考えています。38歳以下の皆さん!ご参加をお待ちしています!

<<連絡先>>

大森俊宏(東北大学)	omori@bfsi.mech.tohoku.ac.jp
氏原嘉洋(名古屋工業大学)	ujihara.yoshihiro@nitech.ac.jp
大谷智仁(大阪大学)	otani@me.es.osaka-u.ac.jp
中田敏是(千葉大学)	tnakata@chiba-u.jp
牧功一郎(東京大学)	maki@biomed.t.u-tokyo.ac.jp
松下慎二(日立製作所)	shinji.matsushita.mu@hitachi.com
南川丈夫(徳島大学)	minamikawa.takeo@tokushima-u.ac.jp
山田悟史(北海道大学)	syamada@eng.hokudai.ac.jp
鎗光清道(首都大学東京)	yarimitsu@tmu.ac.jp

4. 8 機械学会会員の受賞



文部科学大臣表彰を受賞して

太田 信

東北大学
流体科学研究所
教授

このたび平成31年度文部科学大臣表彰(科学技術賞・研究部門・機関推薦)の受賞を賜り,さらにはこのような執筆の機会を設けて下さり,感謝申し上げます。本表彰における業績名は「生体組織モデル開発と医療機器の評価への応用に関する研究」で,ポリビニルアルコールハイドロゲル(PVA-H)を用いた血管モデルの開発が主な成果です。そして,新規医療機器の評価やトレーニングを行う環境構築に貢献したところを評価いただいたのだと思います。本研究関係者に厚く御礼申し上げますとともに,本成果にたどり着くための雑感を述べます。

PVA-Hを用いた生体モデル開発のテーマとの出会いは、私が京大生体医療工学研究センター 堤 定美教授の下で、博士課程時の「雑用(≒自分の研究トピックとは違うもの)」でした。しかし、これが基で同センターの岩田博夫教授からジュネーブ大学病院神経放射線科のダニエル・ルフナハト教授のところに行く機会を頂きました。ダニエルは脳血管内治療のスペシャリストで、血管モデルが治療練習に非常に大事だと明言下さいました。そして、非常に褒めていただきました。それをそのまま信じたことにより、その後3年間ポスドクとして働くことができ、この時に書いた論文が PVA-H を用いた血管モデル開発の初の成果と言えると思います。

東北大学流体科学研究所に赴任しますと、東北大学には生体流動分野だけで名高い先生が多数いらっしゃり、まさに覆い尽くされている感がありました。私ができること(≒他の研究者が行っていないこと)は PVA-H 血管モデルを発展し続けることしかないと思った事は何度もあります。

幸い、九工大の高嶋一登先生をはじめ、ECL の Vincent Fridrici 先生, Philippe Kapsa 先生など多くの共同研究者(≒自分とは違う分野で協働できる)に恵まれ、続けることができました。また、清水康智君をはじめ4人の博士課程学生、7人の修士学生(≒同じ分野で協働できる)が係わりま

した。

グラントがなかなか取れないときは CFD を技術に医療機器開発のテーマを作り、来たるべき新規医療機器を PVA-H 血管モデルで評価できるよう備えました。この状況から脳動脈瘤用ステント周りの血流解析や最適化形状ステントなどの分野が、鶴岡高専の中山敏男先生、東北大学流体科学研究所の安西晁先生によって育ちました。

PVA-H モデルはその後 ImPACT 事業(原田香奈子先生 PM)で採用いただき、埼玉医大の庄島正明先生ご指導の下、東北大の芳賀洋一先生と共同でセンサ付き PVA 血管モデルを開発しました。Simon Tupin 特任助教が頑張ってくれました。さらに、PVA-3D プリントを開発しました。ImPACT では起業化も大事だと言われ、Blue Practice 株式会社を鈴木社長の下、立ち上げることができました。現在、于 凱鴻君を中心に、供給できる体制が整いつつあります。

こうしてみますと本表彰は、周りの方々と研究室の学生が作り上げたものであることがよく分かります。たった一例ですが帰納的にまとめますと、若手の研究者に対して、私自身は1人の研究者として、その研究トピックが大事なことを伝え、その方を信じてあげること、その研究者はそれを信じてさらに多くの人を巻き込む行動をすることが肝要と思います。

5. 分科会・研究会活動報告

制御と情報-生体への応用-研究会

主査：太田信（東北大学）

幹事：船本健一（東北大学）

東北大学 早瀬敏幸先生、電気通信大学 小池卓二先生から、伝統のある本研究会を引き継いだ。2018年度は、東北大学流体科学研究所健康・福祉・医療クラスターと共催で「流体科学におけるバイオ・医療に関する講演会」を、4回開催した。

第28回 流体科学におけるバイオ・医療に関する講演会

主催：東北大学流体科学研究所 健康・福祉・医療クラスター

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：平成30年7月2日(月)16:00~17:00

場所：東北大学 流体科学研究所 1号館会議室

講師：Jean Paul Rieu (Professor, Institute of Light and Matter (iLM), Université Claude Bernard Lyon 1, France)

演題：Gels for mechanobiology

第29回 流体科学におけるバイオ・医療に関する講演会

主催：東北大学流体科学研究所 健康・福祉・医療クラスター

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：平成30年12月21日(金)17:00~18:30

場所：東北大学 流体科学研究所 1号館会議室

講師：Xi-Shu Wang (Professor, School of Aerospace Engineering, Tsinghua University, China)

演題：A study on aerodynamics and microstructure of dragonfly wing

第30回 流体科学におけるバイオ・医療に関する講演会

主催：東北大学流体科学研究所 健康・福祉・医療クラスター

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：平成30年12月21日(金)9:00~11:00

場所：東北大学 流体科学研究所 COE 棟3階セミナー室

講師：渡部 正夫(北海道大学 大学院工学研究院 教授)

演題：液滴衝突と splash ~衝突速度・圧力・温度・相変化・濡れ性の検討~

講師：矢野 猛(大阪大学 工学研究科 教授)

演題：気液界面における蒸発・凝縮をともなう非平衡流れ

第31回 流体科学におけるバイオ・医療に関する講演会

主催：東北大学流体科学研究所 健康・福祉・医療クラスター

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：平成31年2月21日(木)16:00~17:00

場所:東北大学 流体科学研究所 COE 棟 3 階セミナー室(東)
講師:清水 鉄司(産業技術総合研究所 電子光技術研究部門 主任研究員)
演題:低温大気圧プラズマを用いた臨床応用

《連絡先》

太田信
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: 022-217-5309,
E-mail: makoto.ohta@tohoku.ac.jp
http://www.ifs.tohoku.ac.jp/bfc/html/index_ohta_j.html

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)

本研究会は、生体现象の解明、医療技術の発達の基礎である「計測と力学」に焦点を当てつつバイオエンジニアリング分野における幅広い情報交流を図ることを目的としている。平成 30 年度は、計 2 回の研究会を下記の要領で実施した。

第 59 回研究会

日 時: 平成 30 年 5 月 25 日 (金), 14:00~15:00
会 場: 北海道大学大学院工学研究院・工学部 A6-68 室(共用研究室 3)
(札幌市北区北 13 条西 8 丁目)
主 催: 日本機械学会北海道支部バイオメカニクス懇話会
共 催: 日本機械学会北海道支部, 日本機械学会バイオエンジニアリング部門「計測と力学-生体への応用-」研究会
参加者: 39 名

「Cellular responses to mechanical influences of the extracellular environment」
中澤 直高 (iCeMS 特定助教, 京都大学物質—細胞統合システム拠点)

第 60 回研究会

日 時: 平成 30 年 10 月 29 日 (月), 11:00~12:00
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)
主 催: 日本機械学会北海道支部バイオメカニクス懇話会
共 催: 日本機械学会北海道支部, 日本機械学会バイオエンジニアリング部門「計測と力学-生体への応用-」研究会, 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: 24 名

「Optimization of the magnetic nanovector for focused hyperthermia」
M. Ricardo Ibarra (Professor, Institute of Nanoscience of Aragon, University of Zaragoza, Zaragoza)

《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

生体機能の解明とその応用に関する研究会

主査: 中村匡徳 (名古屋工業大学)
幹事: 杉田修啓 (名古屋工業大学)

2018 年度には講演会を 2 回開催し、University of California Berkeley の Prof. Mohammad R. K. Mofrad と、Massey University の Dr. Ebubekir Avci にご講演いただいた。今後も活発な活動を続けられますよう、皆様方のご参加・ご支援をお願い申し上げます。

第 43 回研究会

日時: 2018 年 4 月 24 日 (火) 13:30~15:00
場所: 名古屋大学東山キャンパス工学部 3 号館 332 講義室
主催: 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
出席者: 41 名

Title:

“Molecular Biomechanics and Cellular Mechanotransduction in Health and Disease”

Speaker:

Prof. Mohammad R. K. Mofrad
Departments of Bioengineering and Mechanical Engineering,
University of California Berkeley

第 44 回研究会

日時: 2018 年 9 月 12 日 (水) 13:30~14:30
場所: 名古屋工業大学 3 号館 2 階 0321(M3)教室
出席者: 27 名

Title:

“Micro-Nano Robotics for Bio-Medical Applications”

Speaker:

Dr. Ebubekir Avci
Lecturer in Mechatronics
School of Engineering and Advanced Technology
Massey University, New Zealand

《連絡先》

名古屋工業大学 しくみ領域
杉田 修啓
〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町
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）

本年度も昨年度に引き続き、九州大学バイオメカニクス研究センターとエレクトロニクス実装学会九州支部との共催により、The 7th Joint Conference of Research Center for Advanced Biomechanics & Japan Institute of Electronics Packaging Kyushu Branch を、2019年2月8日、9日の二日間にわたり九州大学西新プラザ大会議室にて開催した。この講演会には、バイオ電子デバイス高付加価値化協議会、エレクトロニクス実装学会マイクロメカトロニクス実装技術委員会も共催として加わり、バイオメカニクス、バイオ MEMS、バイオ電子デバイスに関する研究者が一堂に集い、各分野における最新の研究成果を報告し相互に情報交換を行う場となっている。第7回となる今回の会議では、東大、首都大、九大、富士電機、愛知時計、産総研、北九州産業学術推進機構など、産学官の各領域から18件の招待講演をお願いし、生体力学をはじめとする基礎科学からそれを基盤としたデバイス開発、更にはその産業化まで、多彩な話題をご提供いただいた。また一般講演も21演題が発表され、本研究会メンバーからも、生体工学やメディカルデバイス開発に関する直近の研究成果についての報告が行われた。講演会の最後には、この合同講演会の実現にご尽力された、九州大学 澤田廉士教授による最終講義が行われ、企業と大学の双方において進めてこられた光 MEMS 技術の開発とその医療用センサーへの応用について、先生の貴重な経験をご紹介いただいた。

また2019年3月2日に第31回講演会を、九州大学バイオメカニクス研究センターとの共催にて西鉄イン福岡 Aホールにて開催した。本講演会では、2011年度～2015年度に実施された科研特別推進研究「極低摩擦・極低摩擦生体関節に学ぶ生体規範超潤滑ハイドロゲル人工軟骨の実用化」に参加した研究者を中心に、同研究テーマに関するプロジェクト終了後の展開、進捗をはじめとする最近の研究成果について報告し討論を行った。

生体システム技術研究会第31回講演会

日時：平成31年3月2日（土）13:30～17:00

場所：西鉄イン福岡 Aホール

プログラム：

1. 生体規範超潤滑ハイドロゲル人工軟骨のロバスト性の向上と最適化

村上 輝夫（帝京大学福岡医療技術学部）

2. ハイドロゲルに対する関節液成分の潤滑性評価

澤江義則（九州大学大学院工学研究院機械工学部門）

3. 固液二相潤滑を促進する繊維強化 PVA ハイドロゲルの開発

坂井 伸朗（九州工業大学大学院工学研究院先端機能システム工学研究系）

4. ポリビニルアルコールハイブリッドゲルの低摩擦・低摩擦耗化

鎗光 清道（首都大学東京システムデザイン研究科機械システム工学域）

5. 蛋白質吸着膜による人工関節低摩擦化のメカニズム

中嶋 和弘（帝京大学福岡医療技術学部）

6. 光 MEMS の話

澤田 廉士（九州大学大学院工学研究院機械工学部門）

7. ミクロアルブミン尿と糖尿病

佐藤 正広（帝京大学福岡医療技術学部）

8. 歯工連携はインプラントの未来を変えるか？

松下 恭之（九州大学病院 再生歯科・インプラントセンター）

9. バイオトライボロジーの進展と医療技術の視点

村上 輝夫（帝京大学福岡医療技術学部）

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：出口真次（大阪大学）

幹事：大友涼子（関西大学）

生物は、その個体・臓器などのマクロと言えるレベルから細胞・分子複合体などのマイクロと言えるレベルに至るまで、様々な階層スケールにおいて環境適応的に振る舞う能力を備えている。環境への適応能力は、一般的な「機械」にはない、生物特有の機能と言える。この優れた機能を実現する生物のシステムを理解し、その知識に基づきひいては新しい機械の設計指針・原理の提案へと結びつけることができれば意義深い。そこで生物と機械の両システムの相違・類似性について理解を深めるべく、本会では2018年度において下記の第50回研究会を開催した。4名の講演者に研究紹介をして頂き、計算・実験・理論を含む広範な視点から活発な討論を行った。

第50回研究会

日時：2018年8月10日（金）14:00-16:30

場所：大阪大学大学院基礎工学研究科1棟共用セミナー室（2階204室）

（大阪府豊中市待兼山町 1-3）

講演者・講演題目：

14:00-15:00

“Left Atrial Function as a Biomarker for Personalized Treatment”

足利洋志先生（Johns Hopkins大学医学部・助教）

15:00-15:30

“胃の中の流れを計算する”

今井陽介先生（阪大基礎工・特任准教授）

15:45-16:15

“コレステロールが細胞膜の力学特性に与える影響の分子レベルでのメカニズム”

重松大輝先生（阪大MEIセンター・特任助教）

16:15-16:30

“圧肉円筒モデルを用いた心不全心筋シミュレーション”
森下孝臣先生（阪大基礎工和田研・D2）

《連絡先》

大友涼子

関西大学システム理工学部 機械工学科

〒564-8680 関西大学システム理工学部 機械工学科

Tel: 06-6368-1988

E-mail: otomo@kansai-u.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：槇 徹雄（東京都市大学）

幹事：朝日龍介（マツダ株式会社）

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検討し、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、共同OSとしての講演会を1回開催した。

主催研究会として、第18回傷害バイオメカニクス研究会、第19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、交通事故の多様性を主なテーマとして交通外傷・スポーツ外傷・労働災害による傷害の特徴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18回傷害バイオメカニクス研究会

日時：平成30年11月20日（火）13:30-16:30

会場：名古屋大学 VBL（ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー）3F ベンチャーホール

参加者：36名

内容：

1. 「特別講演」ウイメンズヘルスからみた自動車運転～女性の心身の変化から～

立岡 弓子 先生（滋賀医科大学医学部看護学科 臨床看護学講座母性看護学・助産学 教授）

2. 車両端部に歩行者が衝突した際の実速度推定

福山 慶介（一般財団法人 日本自動車研究所）

3. 運転中の脳卒中発症により事故に至り死亡した3剖検例

中川 里沙子，高相 真鈴，一杉 正仁（滋賀医科大学）

4. 車両の前面衝突における乗員の胸部傷害について

細川 成之，田中 良知，松井 靖浩（交通安全環境研究所）

5. 側面衝突時における肝臓変形に対する衝撃形態の影響

伊藤 大輔，水野 幸治（名古屋大）

第19回傷害バイオメカニクス研究会

日時：平成31年3月5日（火）13:30-16:30

会場：東京都市大学 世田谷キャンパス 2号館1階A教室（21A）

参加者：23名

内容：

1. 「特別講演」受傷機転から損傷を考える

山下 智幸 先生（日本赤十字社医療センター 救急科）

2. レイアウトの違いによる高齢運転者のペダル踏み間違いについての考察

関根 康史（福山大学），柴崎 宏武，平川 晃洋（元（公財）交通事故総合分析センター），

伊藤 聡子（（公財）交通事故総合分析センター）

3. コンピューターシミュレーションで再現する交通事故の受傷機序

本宮嘉弘（新潟県警察本部 科学捜査研究所）

4. 乗員の筋緊張を考慮した内因性事故の逆解析による衝突直前の乗員挙動の実態把握

岩下 洋平，中畑 洋一朗，山本 康典（マツダ株式会社），一杉 正仁（滋賀医科大学）

5. 頸髄損傷が死因となった転落事故の再現解析

出崎 勇氣，内田 綾一（東京都市大学大学院），一杉 正仁（滋賀医科大学），櫻井 俊彰，杉町 敏之，槇 徹雄（東京都市大学）

次に共同OSとして、日本実験力学学会2018年度年次講演会を下記の要領で実施した。

日本実験力学学会2018年度年次講演会

日時：30年8月27日（月）14:20-16:50

会場：山梨大学（山梨県甲府市武田4-3-11）

参加者：16名

内容：

オーガナイズドセッション「人体傷害とバイオメカニクス」において本研究会より7名の講師による講演があった。

1. 大腿骨へのスクリュー挿入による頸部骨折予防効果の検証

鈴木 剛志，水野 幸治，伊藤 大輔（名古屋大学），原田 敦，根本 哲也（国立長寿医療研究センター）

2. マルチボディ解析による通勤列車踏切事故時の立位乗客の傷害推定

中井 一馬，榎並 祥太（鉄道総合技術研究所）

3. CAE解析を用いた剖検例に基づく転落事故状況推定

石井 綾，尾花 竜弥（東京都市大学），一杉 正仁（滋賀医科大学），櫻井 俊彰，槇 徹雄（東京都市大学）

4. 自重負荷および加重負荷条件における頭部挙上運動時の舌骨拳上筋の筋活動レベルと筋酸素化レベルの変化

下代 昇平（近畿大学），谷本 道哉（近畿大学）

5. 乗員の筋緊張を考慮した内因性事故の逆解析による衝突直前の乗員挙動の実態把握

中畑洋一朗，岩下洋平，山本康典（マツダ株式会社），一杉正仁（滋賀医科大学）

6. 有限要素モデルを用いた妊婦腹部外傷による胎盤剝離メカニズムの解析

田中 克典（滋賀医科大学），相良 真史，岩瀬 惇（東京都市大学），本澤 養樹（帝京大学理工学部），高橋 健太郎（滋賀医科大学総合周産期母子医療センター），槇 徹雄（東京都市大学），一杉 正仁（滋賀医科大学）

7. 異常状態を認識する緊急発信装置に関する研究

森岡 大輔，北山 一郎，川村 美雪（近畿大学），山田 大貴（近畿大学）

なお、本研究会は令和元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。

《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

スキンメカニクスの計測と評価

主査：佐久間淳（京都工芸繊維大学）
幹事：佐伯壮一（名城大学）

皮膚は体重の 15%程度を占める人体最大の臓器であり、直に観察することが出来るにも拘わらず、多くの課題が未だに残されている生体組織です。これに関する様々なメカニクスを議論する場としてスタートした本 A-TS02-14 研究会ですが、平成 30 年度においては第 13 回を、日本材料学会塑性工学部門 第 67 期第 6 回塑性工学部門委員会と合同開催いたしましたので、ここで報告させていただきます。

第 13 回研究会

日 時：2018 年 3 月 19 日（火）13:00～17:00
場 所：大阪市立大学梅田サテライト 6 階 108 教室
参加者：10 名
プログラム
「モノの“やわらかさ”多元分析の理論と計測システム」
佐久間淳（京都工繊大）
「生体軟組織における粘弾性特性のマイクロ断層可視化計測」
佐伯壮一（名城大学）
「分子鎖網目モデルに基づく軟質材料の力学モデリング」
内田真（大阪市大）

本研究会の実施では生体組織をメインに、ゲルやゴム等の工業製品も含めたソフトマターの力学特性の最先端計測解析技術について議論しております。このような各種工業部材、バイオマテリアル、生体組織に至る幅広い分野を網羅しているため、企業からの参加者が半数を超え、主テーマとする「スキンメカニクス」の社会からの期待の大きさを実感することができます。これに応えるためには、さらに多くの会員の皆様のご参加が必要と考えております。また次回以降、多くの新たな参加者を期待しておりますので、引き続きよろしく願いいたします。

《連絡先》

佐伯壮一
名城大学 理工学部 メカトロニクス工学科
〒468-8502 愛知県名古屋市中天白区塩釜口 1-501
電話：052-838-2587
E-mail：saeki@meijo-u.ac.jp

頭部外傷症例解析研究会

主査：中橋浩康（信州大学）
幹事：松井靖浩（交通環境安全研究所）
幹事：張 月琳（上智大学）
幹事：林 成人（兵庫災害医療センター）

頭部外傷はこれまでになく大きな社会問題になってきています。特に脳震盪など身近に起こり得る見過ごされやすい症状も、繰り返すと重症化することが指摘され、米ナショナルフットボールリーグ（NFL）が、アメリカンフットボールで発生した脳震盪と慢性外傷性脳症（CTE）に因果関係があることを初めて公式に認めたことも背景となっています。また、頭部外傷事故の後遺症として高次脳機能障害にも大きな課題が残されています。

一方、本研究会は 2017 年 10 月より、主査を青村茂から中橋浩康に引継ぎ、幹事に上智大学の張月琳先生、兵庫県災害医療センターと神戸赤十字病院を兼務されています脳神経外科医の林成人先生をお迎えし、研究会設置目的をより強力に遂行するため、3 年間の延長を認めていただきました。研究会設置時の初心に返り、ご提供いただいている頭部外傷症例の事故の再現や解析を基に、医学、工学、理学、リハビリテーション学など、多角的な討論を行うと共に、世界の研究動向等も視野に入れながら、幅広い情報交換と活発な活動を行っていきたくと考えています。

第 5 回頭部外傷症例解析研究会

日時：2018 年 7 月 31 日（火）14:30～16:30
会場：首都大学東京秋葉原サテライトキャンパス会議室 D
参加者：40 名
プログラム
・ 話題提供 1
「ボクセル解析およびコネクトーム解析による DAI および MTBI の画像解析」
妹尾淳史 首都大学東京健康福祉学部放射線学科
・ 話題提供 2
「高次脳機能障害のリハビリテーション」
目片幸二郎 神戸赤十字病院リハビリテーション科
・ 総合討論

《連絡先》

信州大学繊維学部 機械・ロボット学科
バイオエンジニアリングコース
中橋 浩康
〒386-8567 長野県上田市常田 3-15-1
Email: nakadate@shinshu-u.ac.jp
Tel: 0268-21-5609

脳神経血管内治療に関する医工学連携研究会

主査：太田 信（東北大学）
幹事：高嶋 一登（九州工業大学）

本研究会は、バイオエンジニアリング部門と日本脳神経血管内治療学会とが相互の信頼関係のもと、脳血管、血流、

さらに医療機器の研究を通して、低侵襲治療の発展に貢献することを目的に発足しました。2016年に発足した、まだ新しい研究会ですが、2018年度は、以下の内容で日本機械学会誌(121巻, 1197号)で小特集を組んで頂きました。

<小特集>脳神経血管内治療に関する医工学連携研究
「バイオエンジニアリング部門:「脳神経血管内治療に関する医工学連携研究会(A-TS02-16)」の紹介」
太田 信(東北大学), 高嶋 一登(九州工業大学)
「生体組織モデル工学のすすめ」
太田 信(東北大学), 清水 康智(東北大学)
「血管内治療デバイス留置過程の定量的分析」
高嶋 一登(九州工業大学)
「脳動脈瘤治療におけるCFDの臨床応用」
高尾 洋之(東京慈恵会医科大学), 藤村 宗一郎(東京理科大学)
「脳動脈瘤CFD解析の臨床応用への道」
庄島 正明(埼玉医科大学)
「脳神経血管内治療のための定量的カテーテルシミュレーション」
当麻 直樹(三重大学)
「脳神経血管内治療に関する医工学連携研究会」
折戸 公彦(久留米大学病院)

まだご覧になっていない方は、是非ご一読頂ければと思います。さらに、以下のシンポジウムも実施しました。

第34回日本脳神経血管内治療学会学術総会に併設したシンポジウム(脳血管障害とComputational Fluid Dynamics)

日時: 2018年11月23日(金) 8:10~10:10
会場: 仙台国際センター
座長: Yi Qian (Macquarie University, Australia)
高嶋 一登(九州工業大学)

杉山 慎一郎(一般財団法人広南会広南病院)
JP-基調1 医工共同研究におけるCFDの役割~CFDが臨床医に何をフィードバックできるのか?~

太田 信(東北大学流体科学研究所)

JP-基調2 Haemodynamic simulation for the cerebrovascular diseases, Where we are and where to go

Yi Qian (Macquarie University, Australia)

JP-1 脳血管内治療用デバイスの力学挙動評価のための数値シミュレーション

大谷 智仁(大阪大学)

JP-2 Silent-MRAを用いた脳動脈瘤コイル塞栓術後の再発部位に関する流れの可視化

鈴木 倫明(立川総合病院)

JP-3 数値流体力学解析による血管内治療後の脳動脈瘤再発因子

宇野 豪洋(金沢大学)

JP-4 コイル塞栓後の脳動脈瘤再発を術前に予測する数値流体力学解析法の開発

見崎 孝一(金沢大学)

JP-5 動脈瘤内の流れが血管内皮細胞で引き起こす遺伝子発現変化

金子 直樹(David Geffen School of Medicine at UCLA, USA)

JP-6 Coherent Flow Structures and Energy Decay in Cerebral Aneurysm: A CFD Study

Khalid M. Saqr (Alexandria University, Egypt)

JP-7 Proposed Parent Vessel Geometry Based Classification of Anterior Communicating Artery-Located Aneurysm

Tamer Hassan (Alexandria University, Egypt)

JP-8 AIとCFDと医療情報を用いた未破裂脳動脈瘤予測システムの可能性

高尾 洋之(東京慈恵会医科大学)

その他、東北大学流体科学研究所主催の「流体科学におけるバイオ・医療に関する講演会」(第28回:2018年7月2日(月), 第29回, 30回:2018年12月21日(金), ICFD2018(2018年11月7日(水)~9日(金))の共催も実施しました。

会員の皆様におかれましては、随時ご提案やご要望など主査・幹事へお気軽にご連絡下さい。

《連絡先》

九州工業大学 大学院生命体工学研究科

高嶋 一登

〒808-0196 福岡県北九州市若松区ひびきの2-4

TEL&FAX: 093-695-6030

E-mail: ktakashima@life.kyutech.ac.jp

6. 研究室紹介

弘前大学
大学院理工学研究科 知能機械工学コース
藤崎研究室

藤崎和弘
〒036-8561
青森県弘前市文京町3
E-mail: fujiwax@hirosaki-u.ac.jp

私は2012年8月に本学大学院理工学研究科に着任しました。気が付くと弘前に来て7年になろうとしています。最初の数年は初めての研究室運営でバタバタしていましたが、4年かけてようやく修士の大学院生が世に出たことで研究室もひとまわりしました。そこからは新しいことに挑戦しようと研究室を挙げて日々バタバタしています。

私は大学院時代より本部門を研究活動の中心としています。現在は従来の専門である骨の力学特性評価から少し飛び出し、骨折予防に関する技術開発を進めています。このあたりの成果は本部門の各種講演会にてご紹介できると思いますので、学生の発表ともども、これから皆様からご指導いただければ幸いです。

さて、昨今我々には地域貢献が求められています。大学が未来の社会人を育てる場であるとするならば、我々に求められる地域貢献もまた、地域の未来に向けるべきものであると思っています。本学が立地する弘前はいわゆる「津軽」に属しており、独自の文化とリンゴ園の中で暮らしています。最近は弘前城の桜まつりで有名な観光地ですが、それでもまだ遠方の方と電話でお話しする際「ひろさき」と読んでいただけないことがありますので、宣伝がてら明記しておきます。私が弘前に来る直前の冬に弘前公園の大きな枝垂れ桜が雪害で損傷しました。現在は回復が進み、春には見事な花を咲かせています。こういった大切にされている樹木がダメージを受けることは人々の心にも少なからず影響を与えるようです。そんなことを頭の片隅に置きながら、収穫期のリンゴの樹を眺めると、非常に多くの果実を蓄えた樹が大きく枝をたわませて風雨に耐えていることに驚きました。もともと私は高齢者の骨折予防を目標に研究を進めてきましたので、大きくたわんだ枝が風雨、そして雪に耐える姿は非常に印象深いものでした。ふと、枝の変形を研究してみようと思い、理論計算、有限要素解析、実計測を進めました。果実の負荷などはさほど難しい材力課題ですが、雪害の解析はかなりの難問です。もともと雪による負荷は枝上にたまる降雪によるものと思っていたのですが、実は雪に埋もれた状態で作用する沈降負荷の方が問題で、雪が融雪などで動く際に巨大な

ひとかたまりとして埋雪構造物に負荷を与えます。現在は関連学会にて情報収集をしながら解析を進めており、それなりに成果も出てきています。雪の研究で困ることは季節や降雪量のこともありますが、最も大きな問題は実験時期が学生の卒業研究追い込み時期と重なることです。今年は幸い本テーマを進める大学院生がおりますので、雪さえ降ってくれば研究の進展が期待できます。

青森にいたるともう一つ気になることがあります。「海」の存在です。いわゆる三方を海で囲まれた土地です。本学には水産系学部がありませんので、何か水産業のお手伝いをしたいと思ってなかなか専門的な協力ができません。そこで、他学科の先生や本学附属研究所の研究者と連携し、養殖業などで利用可能なサポート技術の研究開発を行っています。今年から少しずつですが、水産関係者や地元企業の方との交流が始まっています。こういう活動が本当に青森の未来に貢献できるかわかりませんが、研究室の学生も一緒になって活動してくれていますので、きっとどこかで何かの役に立つのではないかと思います。

最後に研究室の近況です。現在、大学院生5人、卒業研究生4人が所属しています。卒業研究では新しいテーマに挑もうと、いろいろな研究を始めているため、学部生を指導する大学院生はきっと苦勞していることでしょう。それもまた藤崎研に来てしまった運命と思って頑張ってもらえれば何よりです。そして、ゼミや教育研究活動を連携している笹川・森脇研究室をはじめ知能機械工学コース（機械科学科）の先生方とはいろいろな活動をご一緒させていただいております。これからも学科、学部を超えた医工連携、農工連携、文理融合など幅広い協働作業を通じて自分自身も成長を続けられればと願っています。



「海の実験は夏だな」と思った瞬間
(2018年12月28日、陸奥湾にて)

7. 海外だより

ヘルシンキでの研究生活のご紹介

牧功一郎

Helsinki Institute for Life Science
University of Helsinki, Finland

私は、2018年4月より、フィンランド・ヘルシンキ大学の HiLIFE 研究所において研究を進めております。

はじめに、留学に至った経緯をご説明させていただきます。私は、博士課程において、安達泰治先生（京都大学）のご指導のもと、1分子レベルのバイオメカニクス研究に携わりました。2017年4月からは、牛田多加志先生（東京大学）のもとで博士研究員として軟骨細胞による静水圧の感知メカニズムに関する研究を開始いたしました。特に、DNA とタンパク質からなる巨大分子複合体（クロマチン）の静水圧のもとでの構造変化および転写の制御メカニズムに着目いたしました。当時、Max Planck 研究所に所属されていた Sara Wickström 先生が、伸展刺激によるクロマチンの構造変化に関する論文を発表された直後であり、大変興味を持ちましたが、Sara 先生とは面識がございませんでした。そこで、これまでの研究と希望のプロジェクトを1枚ずつポスターにし、メールに添付いたしました。留学先を選ぶにあたり、興味を持った論文があったのも理由の一つとなりましたが、10以上の研究室をさまざまな観点から調査し、コンタクトする順番を決めました。結局、順番を決めた時には Sara 研究室とマッチするプロジェクトに帰着していたので、お返事がなかったら1から考え直した、と思いながら携帯を握りしめて寝たのを覚えております。その後、スカイプ面接にて希望のプロジェクトをご説明し、受け入れが決定いたしました。この時に、Sara 先生が母国のフィンランドに2016年に設立した HiLIFE 研究所において新しい研究室をスタートされることを伺い、その立ち上げから参加することをご提案いただきました。

その後、留学に必要な手続きを進め、2018年4月に渡フィンいたしました。静水圧負荷実験を継続するため、東京大学において装置の小型化を行い、大学からの持ち出し許可を取得し、フィンランドに持ち込みました。留学開始直後は、研究室の立ち上げということもあり、実験機器が揃いきっていない、ドイツで行われていた実験系が回らないなどの問題を皆で乗り越えていきました。私自身も、静水圧負荷装置をいきなり故障させるなど、スタートダッシュとは程遠い有様でしたが、東京・ヘルシンキを通じて初の試みであった軟骨細胞のセルライン化においては成功し、実験に必要な素材を確保することができました。

10月には、クロアチアにて研究室内の合宿を行い、各自が研究の進展状況を報告いたしました。この時に心に刺さったのが、先輩の研究員と夜遅くまで話したときに “You (have to?) differentiate during a post-doc.” と伝えられたことで、「分化しなさいよ（一皮むけなよ）」という意味だと理解し、何を覚えてゆけるか自問自答いたしました。

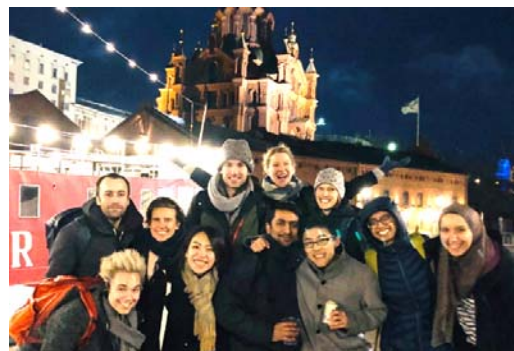
リトリートからフィンランドに帰国後は、日が急激に短

くなり、ラボ全体も落ち込みがちになってしまいました。私も多分にもれず、再度装置が故障したのもあり、これまで経験したことがないほどに落ち込んでしまいましたが、家族のサポートのもと、何とか冬を乗り越えることが出来ました。この時期に、Sara 先生と意見を戦わす機会が多くなり、どうにかして英語での議論で納得して頂きたいとの気持ちが強くなり、以前より議論に持ち込むデータへの責任感が増し、実験方法や文献の下調べを入念にするようになったかと思えます。また、本番実験に次の実験の種となる実験を仕込むなど、与えられた時間で効率的に研究するための方法も模索しました。このようなやり取りを通じて Sara 先生から求められるハードルも少しずつ上がってゆき、ほとんど困る時もありますが、ほんの時々発見にやりがいを感じながら研究生活を送っております。

留学先としてはマイナーなフィンランドの生活についてもご紹介いたします。フィンランドといえば、ムーミン、森と湖、サンタ、サウナが有名でしょうか。ムーミンとサンタは目には見えない存在ですので、実体験できるのは森と湖とサウナです。国土自体に起伏があまりありませんので、高いところに登ったりして爽快感を得るというよりは、「森に囲まれた湖のほりにあるサウナつきのコテージでのんびりする」のがフィンランドの一石三鳥の楽しみ方です。実際、国民の多くが郊外にコテージを保有しており、週末や休暇にはそちらで時間を過ごされています。国民性は穏やかで、物静かな性格の方が多いです。お酒を入れると話し出すところも少し日本と似ているところがあるようで、個人的にも気の置けない友人ができ、実家に招待して頂くなど、大切な時間を過ごさせていただいております。

留学を少しでも検討されている皆さまにお伝えしたいことは、一歩踏み出してしまえば何とかなる、ということです。海外では言葉・文化の違いで生じるずれが重なること想定外のトラブルにつながる場合があります。そのような本当に困った瞬間に自分が出来ることの小ささを理解しますし、基本的にはあきらめずに自ら問題解決を図るしかありませんので、結果としてその問題を捨てずに「何とかなった」という出口に辿り着く可能性が高いと思います。そういう意味で、研究も英語も、何とかあります！

最後になりましたが、本留学に際して多大なご援助を賜りました牛田先生、そして、この度の機会を下さった部門報・広報委員会の先生方に心より感謝申し上げます。



写真：自宅でのホームパーティの後に撮った一枚

8. 部門組織

運営委員会

部門長	玉川 雅章 (九州工業大学)
副部門長	片岡 則之 (日本大学)
幹事	石川 拓司 (東北大学)
運営委員	岩崎 清隆 (早稲田大学)
	上村 拓也 ((株) 計算力学研究センター)
	牛田 多加志 (東京大学)
	氏原 嘉洋 (名古屋工業大学)
	仰木 裕嗣 (慶應義塾大学)
	太田 信 (東北大学)
	大橋 俊朗 (北海道大学)
	大森 俊宏 (東北大学)
	藏田 耕作 (九州大学)
	小林 俊一 (信州大学)
	坂本 二郎 (金沢大学)
	佐久間 淳 (京都工芸繊維大学)
	白石 俊彦 (横浜国立大学)
	信藤 康孝 (キャノンメディカルシステムズ (株))
	須藤 亮 (慶應義塾大学)
	世良 俊博 (九州大学)
	田地川 勉 (関西大学)
	茅原 崇徳 (金沢大学)
	出口 真次 (大阪大学)
	内藤 尚 (金沢大学)
	中島 雄太 (熊本大学)
	長山 和亮 (茨城大学)
	中俣 孝昭 (鈴鹿医療科学大学)
	ニックス ステファニー (秋田県立大学)
	速水 則行 ((株) 豊田中央研究所)
	古川 克子 (東京大学)
	前川 純 (テルモ (株))
	前田 英次郎 (名古屋大学)
	松本 貴彦 ((株) リコー)
	村越 道生 (金沢大学)
	安井 武史 (徳島大学)
	山西 陽子 (九州大学)

代議員 (運営委員会構成員以外)

	伊井 仁志 (首都大学東京)
	伊藤 安海 (山梨大学)
	植木 洋輔 ((株) 日立製作所)
	中島 求 (東京工業大学)
	宮田 昌悟 (慶應義塾大学)
	菊地 謙次 (東北大学)
	藤崎 和弘 (弘前大学)
	中村 匡徳 (名古屋工業大学)
	井上 康博 (京都大学)
	今井 陽介 (神戸大学)
	築谷 朋典 (国立循環器病研究センター)
	齊藤 俊 (山口大学)

アドバイザーボード

	田中 正夫 (大阪大学)
	山本 憲隆 (立命館大学)
	松本 健郎 (名古屋大学)
	藤江 裕道 (首都大学東京)
	大島 まり (東京大学)
	和田 成生 (大阪大学)
	日垣 秀彦 (九州産業大学)
	安達 泰治 (京都大学)

シニアアドバイザー

	阿部 博之 ((公社) 日本工学アカデミー)
	立石 哲也 (産業技術総合研究所)
	赤松 映明 (一般財団法人ファジィシステム研究所)
	大場 謙吉 (大場BME I 研究教育事務所)
	清水 優史 (東京工業大学名誉教授)

	谷下 一夫 (日本医工ものづくりコモンズ)
	佐藤 正明 (東北大学)
	田中 英一 (厚生労働省所管 高齢・障害・雇用支援機構)
	原 利昭 (新潟大学名誉教授)
	村上 輝夫 (九州大学名誉教授)
	山口 隆美 (東北大学名誉教授)
	高久田 和夫 (元東京医科歯科大学)
	山根 隆志 (産業技術総合研究所)
	但野 茂 (函館工業専門学校)

総務委員会

委員長	山西 陽子 (九州大学)
幹事	藏田 耕作 (九州大学)
委員	小原 弘道 (首都大学東京)

企画委員会

委員長	長山 和亮 (茨城大学)
幹事	田地川 勉 (関西大学)
委員	中村 匡徳 (名古屋工業大学：技術ロードマップ委員会担当・BE 部門講習会担当)
	ニックス ステファニー (秋田県立大学：年次大会 2019 担当)
	小池 卓二 (電気通信大学：技術ロードマップ委員会担当)
	中西 義孝 (熊本大学：技術ロードマップ委員会担当・LIFE 担当)
	寺島 正二郎 (新潟工科大学：技術ロードマップ委員会担当・LIFE 担当)
	古川 克子 (東京大学：会員増強担当)
	内藤 尚 (金沢大学：LIFE 担当)
	田中 正夫 (大阪大学：LIFE 担当)
	内貴 猛 (岡山理科大学：生体医工学サマースクール担当)
	八木 高伸 (早稲田大学：BE 部門講習会担当)
	太田 信 (東北大学：BE 部門講習会担当)
	山本 創太 (芝浦工業大学：BE 部門講習会担当)
	東藤 貢 (九州大学：BE 部門講習会担当)
	前田 英次郎 (名古屋大学：年次大会 2020 担当)

部門ジャーナル編集委員会

委員長	石川 拓司 (東北大学)
幹事	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)
	中島 求 (東京工業大学)
	出口 真次 (大阪大学)
	井上 康博 (京都大学)
委員	船本 健一 (東北大学)
	後藤 知伸 (鳥取大学)
	片岡 則之 (日本大学)
	小林 俊一 (信州大学)
	越山 顕一郎 (徳島大学)
	藏田 耕作 (九州大学)
	益田 泰輔 (名古屋大学)
	宮崎 祐介 (東京工業大学)
	水野 幸治 (名古屋大学)
	村越 道生 (金沢大学)
	坂本 信 (新潟大学)
	澤江 義則 (九州大学)
	世良 俊博 (九州大学)
	杉田 修啓 (名古屋工業大学)
	東藤 正浩 (北海道大学)
	山本 創太 (芝浦工業大学)
	山西 陽子 (九州大学)
	安田 隆 (九州工業大学)
	三好 洋美 (首都大学東京)
	築谷 朋典 (国立循環器病研究センター)

佐伯 壮一 (名城大学)
 比嘉 昌 (兵庫県立大学)
 小関 道彦 (信州大学)
 中村 匡徳 (名古屋工業大学)

広報担当委員

今井 陽介 (神戸大学)
 前田 英次郎 (名古屋大学)
 佐藤 克也 (徳島大学)

Advisory Board (編集委員会)

日垣 秀彦 (九州産業大学)
 松本 健郎 (名古屋大学)
 田中 正夫 (大阪大学)
 和田 成生 (大阪大学)

Senior Advisory Board (編集委員会)

荒木 勉 (大阪大学)
 原 利昭 (新潟大学名誉教授)
 村上 輝夫 (九州大学名誉教授)
 佐藤 正明 (東北大学)
 但野 茂 (函館工業専門学校)
 田中 英一 (厚生労働省所管 高齢・障害・雇用支援機構)
 谷下 一夫 (日本医工ものづくりコモンズ)
 和田 仁 (東北文化学園大学)
 山口 隆美 (東北大学名誉教授)
 山根 隆志 (産業技術総合研究所)
 高久田 和夫 (元東京医科歯科大学)

Editor-in-Chief Emeritus

牛田 多加志 (東京大学)
 安達 泰治 (京都大学)

広報委員会

委員長 太田 信 (東北大学)
 幹事 世良 俊博 (九州大学)
 委員 武石 直樹 (大阪大学)
 松永 大樹 (大阪大学)
 石本 志高 (秋田県立大学)
 矢野 哲也 (弘前大学)
 大谷 智仁 (大阪大学)
 三又 秀行 ((株) 計算力学研究センター)
 速水 則行 ((株) 豊田中央研究所)
 鈴木 浩之 ((株) 日立製作所)

国際委員会

委員長 出口 真次 (大阪大学)
 幹事 白石 俊彦 (横浜国立大学)
 委員 田中 正夫 (大阪大学 : Japan- Taiwan Bilateral Meeting 担当)
 松本 健郎 (名古屋大学 : Asian Pacific Association for Biomechanics 担当)
 和田 成生 (大阪大学 : Summer Biomechanics, Bioengineering, and Biotransport Conference (SB3C) 担当)

若手による次世代戦略委員会

委員長 大森 俊宏 (東北大学)
 幹事 氏原 嘉洋 (名古屋工業大学)
 委員 大谷 智仁 (大阪大学)
 中田 敏是 (千葉大学)
 牧 功一郎 (東京大学)
 松下 慎二 ((株) 日立製作所)
 南川 丈夫 (徳島大学)
 山田 悟史 (北海道大学)
 鎗光 清道 (首都大学東京)

部門講演会組織委員会

委員長 坂本 二郎 (金沢大学)
 幹事 茅原 崇徳 (金沢大学)
 委員 田中 茂雄 (金沢大学)
 田中 志信 (金沢大学)
 内藤 尚 (金沢大学)
 村越 道生 (金沢大学)
 渡辺 哲陽 (金沢大学)
 田中 基嗣 (金沢工業大学)
 尾田 雅文 (新潟大学)
 小林 公一 (新潟大学)
 坂本 信 (新潟大学)
 田邊 裕治 (新潟大学)
 笹川 圭右 (新潟工科大学)
 寺島 正二郎 (新潟工科大学)
 塩野谷 明 (長岡技術科学大学)
 河村 隆 (信州大学)
 小関 道彦 (信州大学)
 小林 俊一 (信州大学)
 中楯 浩康 (信州大学)
 顧問 原 利昭 (新潟大学名誉教授)

パイオフロンティア講演会組織委員会

委員長 村越 道生 (鹿児島大学、(現) 金沢大学)
 幹事 中島 雄太 (熊本大学)
 委員 松崎 健一郎 (鹿児島大学)
 木下 英二 (鹿児島大学)
 大高 武士 (鹿児島大学)
 定松 直 (鹿児島大学)
 中西 義孝 (熊本大学)
 工藤 奨 (九州大学)
 世良 俊博 (九州大学)
 藏田 耕作 (九州大学)
 高嶋 一登 (九州工業大学)
 山子 剛 (宮崎大学)
 大森 俊宏 (東北大学)
 氏原 嘉洋 (名古屋工業大学)

事務局 曾根原 (日本機械学会 総務グループ)

編集後記

バイオエンジニアリング部門 Newsletter No.48 を無事に発行することができました。今号では、元部門長の安達泰治先生に骨の形態と機能の数理バイオメカニクスをご執筆いただきました。特集記事では松永忠雄先生に、非平面微細加工技術と低侵襲体腔内イメージングデバイスというタイトルで解説していただき、山口隆平先生には、壁せん断応力、弾性壁動脈瘤と歩んだ 40 年というタイトルで解説していただきました。さらに、太田信先生が文部科学大臣表彰科学技術賞を受賞されましたので、記事を寄稿していただきました。もちろん、他にも興味深い話題が満載です。

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。

世良俊博

Bioengineering News No. 48 2019 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 太田信 makoto.ohta@tohoku.ac.jp

幹事 世良俊博 sera@mech.kyushu-u.ac.jp

事務局 曾根原 sonehara@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

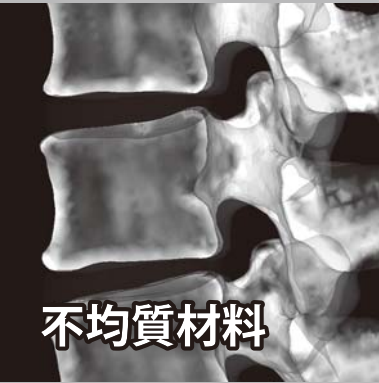
MECHANICAL FINDER

有限要素法による骨強度評価ソフトウェア

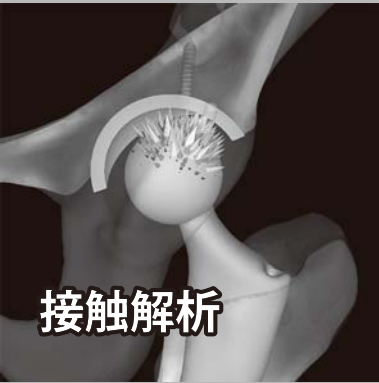
動解析



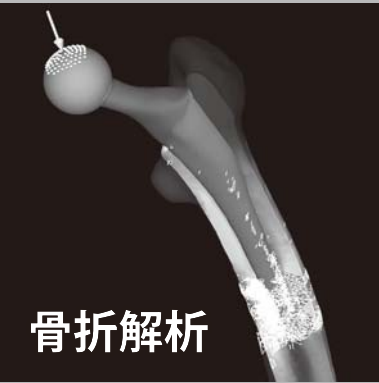
不均質材料



接触解析



骨折解析



インプラント挿入



MECHANICAL FINDER は骨を3次元構造物としてとらえ、これに有限要素法による構造解析を適用することで骨強度を評価するソフトウェアです

構造物の力学的強度や周囲の空気の流れなどをコンピュータを用いた数値解析は、工業の分野ではすでに必要不可欠なものとなっています。

近年医療分野においても数値解析は広まり、骨についても有限要素解析によって臨床診断にも用いられるようになりました。

一方で一般的な数値解析ソフトウェアは汎用性・機能が高いものの、専門外の人には敷居が高いものとなっています。

その点を解決し、臨床あるいは研究のため医師の方に使って頂けるよう開発したものが MECHANICAL FINDER になります。



CT データからモデル作成

CT から骨形状の抽出を行うため、患者の方個々の骨形状、骨密度を反映したモデルを作成できます。



インプラント挿入

仮想的に骨を切ってインプラントを挿入したモデルを作成できます。



不均質材料

汎用 FEA ソフトでよく用いられる均質モデルや2層モデルとは異なり、CT 値より不均質な密度を反映したモデルを作成できます。



FEA ソルバー搭載

接触解析、材料非線形解析、大変形解析、動解析等行えます。

技術サポート

自社開発製品ですのでサポートも安心です。操作方法から解析のご相談まで技術スタッフが直接対応いたします。

1パッケージで完結

MECHANICAL FINDER のみで DICOM 入力からメッシュ生成、条件設定、解析、結果表示まで行えます。