



## BIOENGINEERING NEWS

No. 49 Autumn, September 1, 2020

## 目次

1. 部門長あいさつ 片岡則之 (日本大学) ... 2
2. バイオエンジニアリングの歴史  
ESWL から発展した衝撃波研究 玉川雅章 (九州工業大学) ... 3
3. 特集記事  
高齢者の転倒と外傷 奥泉宏康 (長野県東御市立みまき温泉診療所) ... 7  
低酸素微小環境を再現するチップの開発と細胞動態の観察 船本健一 (東北大学) ... 10
4. 部門情報
4. 1 講演会案内  
第33回バイオエンジニアリング講演会 (2021/6 (予定), 東京大学本郷キャンパス) ...14  
日本機械学会 2020 年度年次大会 (2020/9/13-16 名古屋大学東山キャンパス) ...14  
第31回バイオフィロンティア講演会 (2020/12/12-13, オンライン) ...15
4. 2 講演会報告  
第32回バイオエンジニアリング講演会を終えて 坂本二郎 (金沢大学)・茅原崇徳 (金沢大学) ...15
4. 3 部門賞  
功績賞を受賞して 牛田多加志 (東京大学) ...16  
業績賞を受賞して 坂本二郎 (金沢大学) ...17  
瀬口賞を受賞して 荒平高章 (九州情報大学) ...18  
フェロー賞を受賞して 柴田司真 (熊本大学)・竹中 峻 (大阪大学) ...19  
2019 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) ...20  
2020 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 ...20
4. 4 企画委員会だより 中島 求 (東京工業大学)・田地川勉 (関西大学) ...21
4. 5 国際委員会だより 工藤 奨 (九州大学)・白石俊彦 (横浜国立大学) ...22
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)・亀尾佳貴 (京都大学) ...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) ...25  
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)・氏原嘉洋 (名古屋工業大学)・杉田修啓 (名古屋工業大学) ...26  
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) ...27  
頭部外傷症例解析研究会 中橋浩康 (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) ...28  
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) ...28
6. 研究室紹介  
金沢大学大学院自然科学研究科 機械科学専攻 生体機械工学研究室 村越道生 (金沢大学) ...30  
信州大学繊維学部機械・ロボット学科 生体力学研究室 中橋浩康 (信州大学) ...31
7. 海外だより  
UC バークレーでの研究生活を振り返って 杉田修啓 (名古屋工業大学) ...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](mailto:bio-mc@jsme.or.jp)



# 1. 部門長あいさつ

片岡 則之

日本大学  
工学部機械工学科  
教授

第 98 期バイオエンジニアリング部門 部門長を仰せつかりました、日本大学工学部の片岡です。

昨年、新しい年号、令和が始まり、この 4 月から実質的に新たな時代が始まると期待していました。しかしながら、新型コロナウイルスの感染が世界的に広まり、世界各国での非常事態宣言、また都市のロックダウン等が実施されています。機械学会でも、全ての学会、講演会、講習会等の開催自粛が要請され、今年度はほとんどが開催延期、またはオンラインでの開催となります。

5 月末現在、バイオエンジニアリング部門の部門登録者は、1 位から 3 位までで、ほぼ 2000 人です。ここ 10 年ほどは同じ程度の人数で推移しており、機械学会の全 24 部門・専門会議の中では、ほぼ中～大規模部門と言えます。これまでの歴代部門長の御尽力で、医学系学会とのコラボレーション、また、国際会議の開催を行なってきました。さらには、若手研究者の活動中心母体となる「出藍会」も創設してきました。これらの活動の結果、2019 年度の部門最終評価は、全ての項目で「A」評価を頂きました。

現在、社会の大きな変革時期に加え、企業会員の減少、会員全体の人数の大幅な減少が生じており、日本機械学会では大きな部門制の見直しに着手してきました。2016 年に、新生「日本機械学会」10 年ビジョンとして、

- ・リーディングソサエティとしての学会
- ・学術のトップランナーとしての学会
- ・イノベーションを創出する人材の育成を担う学会
- ・世界に開かれた多様性に富んだ学会
- ・社会的責任を担い持続的に発展する学会

が示され、具体的に「10 年活動方針」

- ・多様な交流の場としての機能強化
- ・集会行事の活性化
- ・学術誌の国際的価値向上
- ・地域との連携強化
- ・人材育成、若手支援の強化
- ・グローバル化、多様性の推進
- ・会員価値の向上

- ・公益活動の強化
- ・情報発信力の強化
- ・組織力の強化

が示されました。先の 2019 年の部門の評価にありますように、バイオエンジニアリング部門は比較的、上記の項目は積極的に推し進めてきたと思います。しかしながら、さらに部門活動の活発化、日本機械学会の財政基盤強化のため、部門の評価方法の見直し、それに伴う学会からの各種補助(金銭的・人的補助)の見直しが行われます。詳細は、玉川前部門長からバイオエンジニアリング講演会で説明があった通りです。

今年度から試行される新たな部門評価では、部門間連携も非常に高く評価されることになりました。部門講演会を同一日程で同一会場で実施する(コロケーション)、新分野/融合分野の部門合同シンポジウムを開催する、講習会を共催する、他学会、国際学会・組織との連携、などです。機械学会に「分野連携委員会」が設置され、上述の連携を積極的に推進することになりました。これらもバイオエンジニアリング部門は実行してきましたが、さらに強化・推進する必要があります。部門・分野連携に関しましては、皆様からのご意見を頂戴しつつ進めて参る所存ですので、積極的なご提言をお待ちしております。

上記の通り、バイオエンジニアリング部門は非常に活発な活動続けてきたと思いますが、大きく欠けている点は、産学連携です。これまでも、バイオエンジニアリング部門に登録されている先生方が、少なからず、標準化の分野でご活躍されました。そこで、さらに企業会員の皆様には有益な情報を提供し、かつ、バイオエンジニアリング部門が医用生体工学分野でトップランナーの学会となれるよう、昨年より玉川前部門長のもと、標準化活性化委員会を設置することを協議してきました。今年度、さらに上記委員会の設置、活性化を推し進めていきたいと考えています。

新型コロナウイルスの感染拡大は予断を許さず、研究、学会活動の縮小を余儀なくされていますが、この難局を皆様と一致団結して乗り切りたいと思います。何卒、皆様のご協力をお願い申し上げます。

## 2. バイオエンジニアリングの歴史

### 「ESWL から発展した衝撃波研究」

九州工業大学・大学院生命体工学研究科 雅章

#### 1. はじめに

「衝撃波をラット臓器に当ててくれないか？」大学院で数値流体力学(CFD)や乱流モデルなどの流体工学の研究をしていた筆者に、学部時代の恩師・京都大学赤松映明先生から依頼があったのは、平成元年の時であった。詳しく聞けば、当時計画されていた科学研究費の重点領域研究(衝撃波現象の解明:東北大学・高山和喜先生)の中の生体と衝撃波の研究班(東北大学・折笠 精一先生)で、京都府立医科大学の渡邊 隼(ひろき)先生の研究グループとともに、衝撃波による結石破碎時の臓器損傷機構を医工連携で研究することへの誘いであった。

当時、後述する集束衝撃波結石破碎治療(ESWL;Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy)が普及し始めたころであったが、筆者は、機械工学(バイオエンジニアリング)の研究として成り立つのかどうか定かでない内容にかなり戸惑ったが、赤松先生の熱意ある説明から、その研究に参画することとなった。今考えれば、これが衝撃波と生体の研究にも携わるきっかけになったのかと思われる。

ここでは、これまでになかったものの1つとして、ESWL から発展した衝撃波研究という内容で、その歴史について簡単に紹介させていただく。特に、医用機械のESWL の開発によって、発展していった広い意味での衝撃波研究との関連について述べたい。

#### 1. ESWL から発展が始まった衝撃波研究

1980年代後半においては、結石治療(特に、腎臓結石治療)には、切開した後に石をとり出す基本的方法、腎臓付近に穴をあけてこれに爆薬をつめた筒をさして石のみを破壊させる微小発破法、ESWL(体外衝撃波結石破碎治療)[1]などが行われていた。この中でESWL が、完全に非侵襲的手法であるために急速に広まっていった。

多くの読者はご存じかと思うが、簡単に説明すると衝撃波を人体内で集束させて焦点に高圧力を発生させる。この高圧の波は、水・生体組織・結石の3層媒体を伝播する。このとき、音響インピーダンス(密度と媒体音速の積)は、生体組織と水でほぼ等しく、結石ではこれらより十分大きい。したがって、圧力波は水と生体組織の境界を透過し、インピーダンスの大きい結石にのみ作用することになる。結果、集束された高圧力が結石に作用して、破壊するという仕組みである。つまり、生体組織に損傷を与えずに中の結石のみ破壊するというものである。しかしながら、この仕組みとは異なり、治療の際に、集束衝撃波が本来の目的である結石破碎のみならず、焦点近傍で生体組織損傷を起こすことが問題視されていた。

この原因および損傷機構を解明すべく内外の多くの工学研究者が研究を行い始めた。Deluis[2]が、総説の中で当時の衝撃波治療の問題点を述べていた。また、ESWL の各

メーカーによって圧力場生成法やその制御性が検討されているものの、各メーカーの特性と臨床試験とが組合わさって報告されているものが多く[3]、各方式の機械による圧力場の状態の違いが十分把握されていなかったため、生体組織損傷の基礎的機構を論じることは難しい状態であった。

これらの点を踏まえて、ESWL 治療時の生体損傷を引き起こす物理的要因として、(1)圧縮波、(2)膨張波、(3)キャビテーションの3つの形態があり、作用される生体損傷評価の方は、作用する圧力波の(1)最大圧力値(レベル)と作用持続時間、(2)圧力勾配、(3)応力(速度勾配)、(4)作用エネルギーなどのマクロな量が検討されていた。

一方で、ESWL 治療器に用いられている圧力発生源としては、(1)圧電素子、(2)電磁力による打撃、(3)電気放電、(4)微小爆薬などがあり、圧力波を集束する方法も、直接集束させる型と第1焦点に圧力発生源をおき、第2焦点に反射波を集束させる反射型とがあり、これによっても圧力場が大きく異なるとの内容が報告されており、使用するメーカーの機械によって損傷が大きく異なるというものを裏付けていた。

これらの要因分析と圧力発生法の検討に伴い、集束衝撃波の発生法や幾何形状による集束圧力値の予測や実測を、種々のモデルを用いて行われる基礎的な衝撃波研究が多く見られ、非線形波の集束が注目されるようになった。たとえば、微小爆薬や圧電素子を用いて衝撃波を集束させて、その圧力場を測定ならびに流体部分の圧力を数値計算によって、集束形状の検討などがなされた[4,5,6]。

これらの流体工学的問題の他に、流体場中の生体組織の挙動を調べる場合、流体固体の連成問題があり、たとえば、水中での衝撃波の高周波とそれ以外の圧力波の低周波をとり、中周波数域を簡便のため省略した連成解析法(DAA: Doubly Asymptotic Approximation Method)[7]などの古典的解析的手法が有効とされていた。実際に、衝撃波が生体組織細胞のような球殻シェルに作用する際の解析の定式化を行うと、細胞のような解析に対しては定性的な一致を見た。この方法は、完全な振動場問題を取り扱う手法であるが、形状が球座標に限定されていた。

一方、生体組織や臓器損傷については、当時、衝撃波(爆風)による生体組織損傷については、その多くが防御法の研究として軍事関係機関や研究所を中心としてなされており、人体というよりも実験による動物の生体組織損傷データが出されていた。様々な条件での爆風に対する生体組織や臓器の損傷データを取り扱っており、現在においても作用する爆風の最大圧力や作用時間の力積の動物臓器損傷に対するしきい値として利用することができる[8]。たとえば、Kennthらの研究では、爆風の際の過剰圧力と作用時間、その力積などと損傷の程度のデータをまとめ、そのしきい値を算出している[9]。Bobbinらは、強いレベル

の衝撃波を繰り返して動物に作用させてその損傷程度を調べている。いずれも、その破壊機構というよりも損傷のしきい値が得られ、ESWL等の機器については、その安全域が参考となる[10]。

一方、生体組織のモデル研究も同時期に多く開始された。生体組織に類するモデルとして、衝撃波が柔らかいスポンジのような多孔質を透過する際の研究もおこなわれ[11]、その圧力減衰や勾配に関して論じられている。また、Igra, Ben-Dorらは弾性体ゴム内部の圧力波の解析を行い、各種境界条件の変化に対する影響を調べた[12]。これらの研究は、凝縮媒体や多孔質体での衝撃波伝播挙動の衝撃工学的研究として、現在では、頭部傷害や自動車衝突や転倒障害などへの研究につながっている。

したがって、当初はESWLの医用機械としての問題点を解決するために、その流体力学的課題、流体固体連成問題などの力学的課題、生体組織損傷のしきい値算出などの安全工学的課題などを取り組むことで、ESWL以外にも適用できる衝撃波の関連研究が発展することとなった。

### 3. 生体損傷から深化した衝撃波・気泡の干渉研究

ESWLにおける生体組織損傷機構解明を単純な問題として扱えない物理的要因として、2であげたように水中内ではキャビテーション発生・崩壊を伴うことであった。この衝撃波と気泡の干渉問題は、ESWLの発生方法や集束による圧力場の影響を大きく受けるため、さらに問題を複雑化していた。実際、ESWL機械の研究で、結石の断片化に関する研究も盛んに行われ、これに気泡崩壊が関与していることが示唆される報告が出ていた[13-16]。

一方、この複雑な衝撃波と気泡の干渉を積極的に利用して、医用工学に利用する研究が、気泡の壁面近傍でのマイクロジェット生成の基礎研究を元として行われるようになってきた。血栓除去に気泡を利用する研究[17]や、Drug Delivery Systemなどのカプセル内部に気泡を用いる研究[18]である。また、これらに共通する壁面での気泡変形挙動については、近年、衝撃波そのものではないが、集束超音波近傍で生成することがあるクラウド気泡の超高速カメラによる挙動観察[19]や気泡力学の計算手法の進展による結石近傍での気泡挙動解析[20]、集束超音波での気泡観察[21]などの研究が深化し、機構解明が行われてきており、より効率のよい結石破碎療法が開発されつつある。

### 4. 生体損傷からの発展した衝撃波細胞刺激や応用研究

国内外ともに衝撃波と細胞、特に、DNAに関する研究は1990年代初頭から始まったところであった。たとえば、Tanaka・Oshimaら[22]によるDNA細胞と衝撃波の研究では大腸菌のマクロファージを単体で取り出し、これに衝撃波を作用させてDNA切断に必要な最大圧力などが出された。また、同時期、がん細胞のフリーラジカル制御による抑制効果を期待して、超音波キャビテーションを用いて衝撃波を間接的に生成する研究がUmamuraら[23,24]によって行われ、細胞内外での破壊機構を期待する研究がおこなわれていた。

2000年代前半になると、生体損傷のしきい値からは低い出力のESWLによる衝撃波の照射部付近の血管網が増殖するという報告[25]が注目され、衝撃波の再生医学への応用も期待されるようになってきた。

衝撃波が生体に与える影響については、血管網の増殖促進に加え、培養細胞の増殖促進も確認されたが、この細胞増殖の衝撃波による直接的な要因研究は現在も行われているところである。

一般に、衝撃波による細胞増殖機構の力学的な要因としては、細胞膜に生じる垂直応力、せん断応力であり、これらの応力により細胞膜にある何らかのチャンネルに刺激を与え、増殖に関する因子の出入りがなされるといった可能性が考えられている。しかし、衝撃波が細胞に作用するような高速かつマイクロな現象においては、細胞に生じる応力を直接測定することは困難である。筆者らは、血管内皮細胞に平面衝撃波を作用させ、衝撃波による細胞作用時の損傷(破壊)については、最大作用圧力0.3MPaのもとにおいては、破壊率が2-3%以内であることと、衝撃波作用回数を増やしても破壊率が上昇しないことを確認した。これに加え、衝撃波(圧力)の立ち上がり時間を短くすると、増殖率が上がることが示された[26]。また、水中の弾性体(細胞)に衝撃波を作用させる現象を流体固体弱連成問題として応力波伝播を数値的に解析し、立ち上がり時間が短くなると、膜上での応力振幅が大きくなり、より強い高周波刺激が細胞へ与えられること[27]が得られ、実験と対応することが示された。近年では、低出力の集束衝撃波の細胞への作用を詳細に行う研究もTakahashiら[28]によっておこなわれており、キャビテーション気泡の刺激よりも衝撃波による圧力が刺激を与えていることが実験的に示されている。

これらからも、生体損傷が問題視されていたESWLではあるものの、適度な刺激であれば、再生医療に貢献できるといった意味で、衝撃波細胞刺激の研究をより発展させる結果となっている。

### 5. 新たな課題にもとづく衝撃波研究の模索

結石から始まり血管などの再生医療に用いられてきているESWLや衝撃波治療であるが、研究論文数では1990年ごろにピークがあり、2010年以降再び論文が増えてきている。その多くは、これまで対象としていなかった疾患部への新たな治療法やその安全性に関するものである。

この10年間では、ESWLを利用したMechanotransductionを通しての回復と治癒に関する機械的刺激の研究[29,30]や骨に作用させての骨治療に伴う衝撃波制御などの研究[30-33]、衝撃波で繊維芽細胞の活性化や炎症環境での増殖などを調べるなどの治癒に関する研究[34]、歯学での矯正後の歯髄血流回復治療[35]などの再生医療に関するものが多くなっている傾向にある。また、アルツハイマーや足底筋膜炎、顎関節症の治療に、ESWLや超音波を用いる試み[36-39]も行われており、その治療対象となる疾患部位も広がっている。一方で、ESWLを用いたがん治療に対する基礎的な研究も継続されており、圧力と作用時間の力積との相関が高いことが示されており[40]、これらについての課題に対しても、衝撃波研究で基礎的な部分が解明されていくものと思われる。

### 6. まとめ

本稿では、ESWLから発展した衝撃波研究というタイトルで書かせていただいたが、ESWLという治療技術の発展とともに利用現場での問題が発生し、基礎的な問題(ここ

では、流体力学・固体力学などの古典力学) に立ち返り、問題を掘り下げて衝撃波研究が発展していく、という典型的な工学研究の形であった。今後も次々と開発されていく衝撃波を用いた治療や医用システムで起こりうる問題も、同様に基礎的な分野、この中では、衝撃波、衝撃波と気泡の干渉などの普遍的問題のみならず新しい物理現象の解明の駆動力となっていくことが期待できる。

バイオエンジニアリングの中での歴史というには、あまりにも狭い範囲ではあるが、一部述べさせていただいた。しかしながら、この関係性を当部門に当てはめて考えれば、医療機器の開発過程で、必要に応じて基礎に立ち返り、その関連分野の研究が発展していることも多いかと思われる。その点をじっくりと見直していけば、部門の医工連携への貢献点を見出し、より進展できるのではないかと期待している。なお、古典的な研究内容が多いにも関わらず、ここまで読んでいただいた読者諸氏には心より感謝申し上げます。

- [1] C.H. Chaussy, D. Schimiedt, D. Jocham, V. Walther, W.Brendel, B. Forssman, W. Hepp, *Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy*, Karger, 1982
- [2] M. Delius, Effect of lithotripter shock waves on tissues and materials, *Frontiers of Non-linear Acoustics, Proceedings of 12th ISNA*, p.31-46,1990
- [3] S.Aida, K.Fujimoto, M.Kuwahara and K.Takayama, Experimental studies on the destructibility of impacted stones, *Proc. 18th Int. Shock Wave Symp.*, Sendai: 1187-1192, 1991
- [4] M.Gruneward, H.Koch, H.Hermeking, Modelling of shock wave propagation and tissue interaction during Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy, *Proc. 16th Int. Symp. Shock Tubes and Waves*, p.889-895,1987
- [5] H.Nagoya, T.Obara and K.Takayama, Underwater shock wave propagation and focussing in inhomogeneous media, *Proc 19th Int. Symp. on Shock Waves*, p.227-228, 1993
- [6] M.Tamagawa, T.Akamatsu, Development of test apparatus for the shock induced injury of living tissue. *Proc. 18th Int. Shock Wave Symp.*, Sendai, p.1177-1180, 1991
- [7] T.G.Geers and P.Zhang, Doubly asymptotic approximations for submerged structures with internal fluid volumes evaluation, *Trans. of ASME*, Vol.61, p.900-906,1994
- [8] G.J.Cooper and R.L.Maynard, An experimental investigation of the biokinematic principles governing non-penetrating impact to the chest and the influence of the rate of body wall distortion upon the severity of lung injury, *Proc. Int. Res. Council Biokinetics In Impacts (IRCOBI)*, Zurich, p.331-342, 1986
- [9] T.D.Kenneth, M.H. Borchgevinck and J.Arnfinn, Analysis of field test results of the injury potential from a variety of blast sources in vented enclosures. *Proc 13th Int. Symp. on the Military Application of Blast Simulation*, The Hague, The Netherlands: 507-524,1993
- [10] L.Bobbin, P.Vassout, A.Dancer, K.Dodd, Protective effects of foams against the biological effects of shock waves, *Proc. of 11th MABS (Military Application of Blast Simulation)*, Albuquerque (New Mexico),U.S.A.,1989
- [11] A.Levy, G.Bendor, S.Sorek and J.Bear, Jump Conditions across strong compaction waves in gas saturated rigid porous media, *J. of Shock Waves* 3, p.105-111,1993
- [12] O.Igra, G.Ben-Dor, G.Mazor and M.Mond, Head on collision normal shock waves and a rubber-supported plate, a parametric study. *Shock Waves* 2, p.189-200,1992
- [13] O. J. Wess and J. Mayer, Fragmentation of brittle material by shock wave lithotripsy. Momentum transfer and inertia: a novel view on fragmentation mechanisms, *Urolithiasis*, vol. 48, no. 2, pp. 137–149, 2020, doi: 10.1007/s00240-018-1102-6.
- [14] J. C. Simon and M. R. Bailey, Summary of Biomedical Acoustics and Physical Acoustics, *Shock Waves and Ultrasound for Calculus Fragmentation*, 2019, vol. 002001, no. 2018, p. 002001, doi: 10.1121/2.0000948.
- [15] C.C. Church, and L.A.Crum, A theoretical study of cavitation generated by four commercially available Extracorporeal Shock Wave Lithotripters. *Frontiers of Non-linear Acoustics : Proceedings of 12th ISNA*, pp.433-437,1990
- [16] X. Zhang, X. Yan, C. Wang, T. Tang, and Y. Chai, The dose-effect relationship in extracorporeal shock wave therapy: The optimal parameter for extracorporeal shock wave therapy, *J. Surg. Res.*, vol. 186, no. 1, pp. 484–492, 2014, doi: 10.1016/j.jss.2013.08.013.
- [17] T.Kodama, K.Takayama and H. Uenohara, A new technology for revascularization of cerebral embolism using liquid jet impact: A new technology for revascularization of cerebral embolism using liquid jet impact, *Physics in Medicine & Biology*, Vol.42, pp.2355–2367,1997.
- [18] M. Tamagawa, I. Yamanoi, A.Matsumoto, Fundamental Investigation for Developing Drug Delivery Systems and Bioprocess with Shock Waves and Bubbles, *JSME International Journal, Series C*, Vol. 44, No.4, pp. 1031-1040,2001
- [19] K. Maeda, T. Colonius, A. Maxwell, W. Kreider, and M. Bailey, Modeling and numerical simulation of the bubble cloud dynamics in an ultrasound field for burst wave lithotripsy, *Proc. Mtgs. Acoust.* 35, vol. 020006, p. 020006, doi: 10.1121/2.0000946.
- [20] Y. A. Pishchalnikov *et al.*, High-speed video microscopy and numerical modeling of bubble dynamics near a surface of urinary stone, *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 146, no. 1, pp. 516–531, 2019, doi: 10.1121/1.5116693.
- [21] T. Horiba, T. Ogasawara, and H. Takahira, Cavitation inception pressure and bubble cloud formation due to the backscattering of high-intensity focused ultrasound from a laser-induced bubble, *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 147, no. 2, pp. 1207–1217, 2020, doi: 10.1121/10.0000649.
- [22] S.Tanaka, T.Nagai, T.Oshima, K.Teshima, Effect of shock waves on microorganism and  $\lambda$ -phage DNA. *Proc. 19th Int. Shock Wave Symp.*, Marseile, p.219-220, 1993
- [23] S.Umemura, N.Yumita, R.Nishigaki and K.Umemura, Mechanism of cell damage by ultrasound in combination with hematoporphyrin, *Jpn. J. Cancer Res.*, Vol.81, p.962-966, 1990
- [24] K.Kawabata, S.Umemura, Study of effect sonochemical reaction by focused ultrasound, *Ultrasonics Symposium*, p.1281-1285, 1992
- [25] Nishida T, Shimokawa H, et al., Extracorporeal Cardiac Shock Wave Therapy Markedly Ameliorates Ischemia-Induced Myocardial Dysfunction in Pigs in Vivo, *Journal of the American Heart Association-Circulation*, Vol. 9, pp.3055-3061,2004
- [26] M. Tamagawa, I. Yamanoi, and S. Iwakura, Development of microcapsules for shock wave DDS and angiogenesis using shock waves, *AIP Conference Proceedings*, vol. 829, pp. 288–292, 2006, doi: 10.1063/1.2205483.
- [27] 石松憲和, 山野井一郎, 玉川雅章, 高須登実男, 衝撃波を用いた細胞への力学的刺激時の応力波解析, *生体医学工学* Vol.46, No.2. 261-267,2008
- [28] T. Takahashi, K. Nakagawa, S. Tada, and A. Tsukamoto, Low-energy shock waves evoke intracellular Ca<sup>2+</sup> increases independently of sonoporation, *Sci. Rep.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2019, doi: 10.1038/s41598-019-39806-x.
- [29] M. C. d'Agostino, K. Craig, E. Tibalt, and S. Respizzi, Shock wave as biological therapeutic tool: From mechanical stimulation to recovery and healing, through mechanotransduction, *Int. J. Surg.*, vol. 24, pp. 147–153, 2015, doi: 10.1016/j.ijsu.2015.11.030.
- [30] J. H. Cheng and C. J. Wang, Biological mechanism of shockwave in bone, *Int. J. Surg.*, vol. 24, pp. 143–146, 2015, doi: 10.1016/j.ijsu.2015.06.059.
- [31] M. Onger, C. Bereket, I. Sener, N. Ozkan, E. Senel, and A. Polat, Is it possible to change of the duration of consolidation period in the distraction osteogenesis with the repetition of extracorporeal shock waves?, *Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal*, vol.22, no.2, pp. 251–257, 2017, doi: 10.4317/medoral.21556.
- [32] J. A. Pfaff, B. Boelck, W. Bloch, and G.-H. Nentwig, Growth Factors in Bone Marrow Blood of the Mandible With Application of Extracorporeal Shock Wave Therapy, *Implant Dent.*, vol. 25, no. 5, pp. 606–612, Oct. 2016, doi: 10.1097/ID.0000000000000452.

- [33] G. A. Mackert *et al.*, Low-energy extracorporeal shockwave therapy (ESWT) improves metaphyseal fracture healing in an osteoporotic rat model, *PLoS One*, vol.12, no.12, e0189356, Dec. 2017, doi: 10.1371/journal.pone.0189356.
- [34] V. Basoli *et al.*, Mechanical Stimulation of Fibroblasts by Extracorporeal Shock Waves: Modulation of Cell Activation and Proliferation Through a Transient Proinflammatory Milieu, *Cell Transplant.*, vol. 29, p. 096368972091617, 2020, doi: 10.1177/0963689720916175.
- [35] F. Falkensammer, W. Schaden, C. Krall, J. Freudenthaler, and H.-P. Bantleon, Effect of extracorporeal shockwave therapy (ESWT) on pulpal blood flow after orthodontic treatment: a randomized clinical trial, *Clin. Oral Investig.*, vol. 20, no. 2, pp. 373–379, Mar. 2016, doi: 10.1007/s00784-015-1525-1.
- [36] T. Shindo, H. Shimokawa, Therapeutic Angiogenesis with Sound Waves. *Ann Vasc Dis.* Vol.13, no.2, pp.116-125, 2020, doi:10.3400/avd.ra.20-00010
- [37] R. Scheuer *et al.*, Approaches to optimize focused extracorporeal shockwave therapy (ESWT) based on an observational study of 363 feet with recalcitrant plantar fasciitis, *Int. J. Surg.*, vol. 27, pp. 1–7, Mar. 2016, doi: 10.1016/j.ijisu.2016.01.042.
- [38] N. Malliaropoulos *et al.*, Success and Recurrence Rate after Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy for Plantar Fasciopathy: A Retrospective Study, *Biomed Res. Int.*, vol. 2016, pp. 1–8, 2016, doi: 10.1155/2016/9415827.
- [39] W. Li, J.Wu. , Treatment of Temporomandibular Joint Disorders by Ultrashort Wave and Extracorporeal Shock Wave, A Comparative Study, *Med Sci Monit.* Vol.26, e923461,2020, doi: 10.12659/MSM.9
- [40] Y.Liao, J.W. Gose, E.M. Arruda, A.P. Liu, S.D. Merajver et al. Shock wave impact on the viability of MDA-MB-231 cells, *Plos One*, vol.15, no.6, e0234138, 2020

《筆者》



玉川 雅章

九州工業大学  
大学院生命体工学研究科  
生体機能応用工学専攻  
生体メカニクス講座

教授

# 3. 特集記事

## 「高齢者の転倒と外傷」

東御市立みまき温泉診療所所長 日本転倒予防学会理事 奥泉宏康

### 1. 寝たきりや死因としての転倒・転落

平成 30 年の日本の平均寿命は、男性 81.25 歳、女性 87.32 歳と過去最高で、男性は世界 3 位、女性は香港に次いで 2 位である。しかし、日常生活に制限のない「健康寿命」は、男性 71.19 歳、女性 74.21 歳（平成 25 年）であり、いわゆる「寝たきり」の期間が 9～13 年と長い。

65 歳以上の高齢者において、介護が必要となった主な原因は、認知症（18.7%）、脳卒中（15.1%）、高齢による衰弱（13.8%）に次いで、転倒・骨折が 12.5%を占め、特に、女性では転倒・骨折が 15.2%と多い<sup>1)</sup>。

また、平成 30 年の年間死亡者数約 136 万人の 3.0%を占める「不慮の事故」による死亡者 41,238 人のうち、9,645 人が「転倒・転落」による死亡である<sup>2)</sup>。特に、65 歳以上が 91.3%に当たる 8,803 人を占めており、転倒・転落による事故は、交通事故より多い。

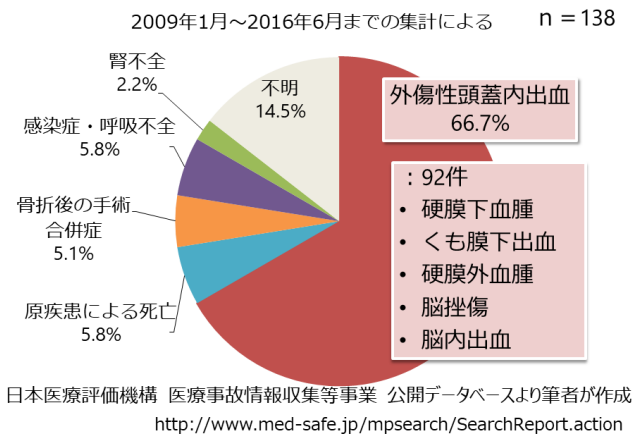


図1 病院における転倒・転落による死因

### 2. 高齢者の転倒による外傷

日本における地域在住高齢者の転倒は、2000 年以前の調査で、男性が年間に 6.8～19.2%、平均 14.5%、女性が 13.7～22.9%、平均 19.0%である<sup>3)</sup>。日本における地域在住高齢者の外傷は、打撲や捻挫、すり傷が男性において 41.4%に、女性で 44.4%、骨折は男性 8.7%、女性 11.5%に発生していた<sup>4)</sup>。

一方、病院における転倒・転落の状況については、日本医療機能評価機構によって、2005 年度より毎年、登録された 276 医療機関からの医療事故情報収集事業として実施されている<sup>5)</sup>。2018年度の転倒・転落事故は 854件(21.8%)を占め、薬剤による事故 329件(8.4%)を上回っている。転倒・転落事故は、重大な事故となる場合が少なくなく、死亡例 11件、障害残存の可能性が高い症例 85件、障害残存の可能性が低い症例 355件となっている。

先述した医療事故情報収集等事業の事例集から 2009 年

1 月から 2016 年 6 月までの病院における転倒・転落による死亡例 138 件の内訳<sup>6)</sup>は、外傷性頭蓋内出血（急性硬膜下血腫、外傷性くも膜下出血、硬膜外血腫、脳挫傷など）が 92 件（67%）を占め、骨折による死亡は 7 件（5%）であった。一方、転倒・転落により障害が残存するような重篤な外傷例 403 件では、大腿骨近位部骨折が 152 件、38%と最も多く、その他の骨折が 43 件で、上下肢の骨折が 31 件（72%）を占めていた。また、外傷性頭蓋内出血 106 件、26%に障害残存を認めていた。すなわち、外傷性頭蓋内出血と大腿骨近位部骨折は、転倒に伴う外傷の中で頻度が高く重大な外傷であり、早期に発見し、迅速に適切な対策を講じることが、重篤な状況を減少させることにつながる。

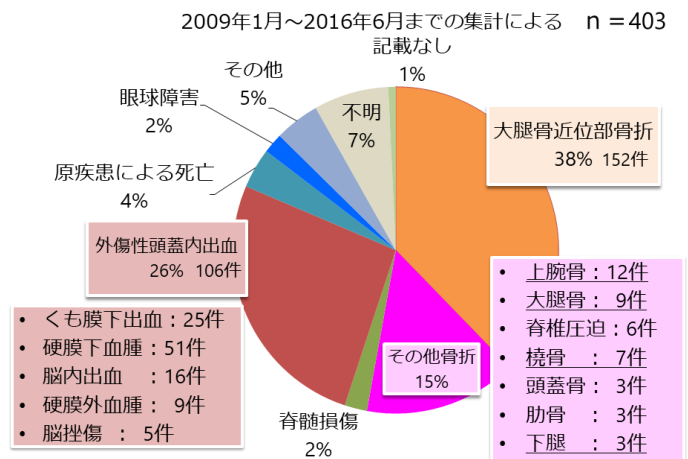
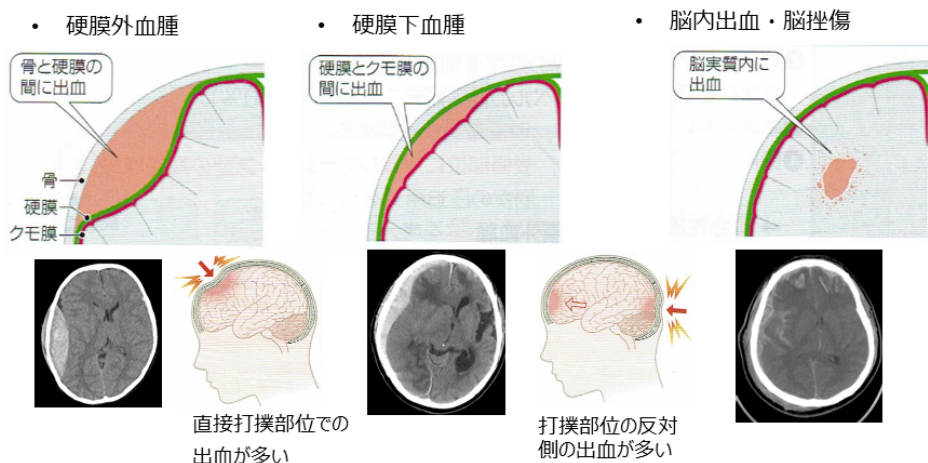


図2 転倒・転落による高度障害残存

### 3. 外傷性頭蓋内出血

頭部打撲した場合には、直接的な衝撃による打撲部位での出血を認めることが多い**硬膜外血腫**と、打撲の衝撃にて頭蓋骨内の髄液中で脳が揺れて打撲部位の反対側に出血や損傷が発生する**硬膜下血腫**や**脳挫傷**、**脳内出血**がある<sup>7)</sup>。**硬膜外血腫**は骨折を伴うことが多く、受傷直後は意識清明で、血腫の拡大とともに意識不良になる。一方、**硬膜下血腫**では受傷直後から意識障害が生じ、脳全体にダメージを受ける**脳挫傷**を伴うことがある。そのため、脳全体の浮腫を制御することが困難となり、死亡率が 65%と高い、予後不良の外傷である。脳挫傷の出血が塊になって血腫を形成すると**脳内出血**となる。血腫が増大して脳浮腫が生じると意識障害を起こし、脳挫傷と同様、脳浮腫のために予後不良である。

頭蓋内出血の症状としては、前述の意識障害の他に、頭痛や悪心、嘔吐、めまい、運動障害（片麻痺）や失語症などが出現してくる。また、3 週間～2 か月ほど経過し



病気がみえる Vol.7 脳・神経：尾上尚志ほか監修 p447、急性頭蓋内出血の分類、メディックメディア、東京、2010

図3 外傷性頭蓋内出血の分類

てから片麻痺や認知症が出現する**慢性硬膜下血腫**が生じることがある<sup>6)</sup>。高齢者の中には、脳梗塞や心筋梗塞の予防のために、抗凝固剤（ワーファリンなど）や抗血小板薬（アスピリンなど）を服用しており、出血傾向のある方も多いため、転倒直後には明らかな意識障害や麻痺がなくても、頻回の経過観察を行って、早期に異常を発見して対処しなければならない。

#### 4. 大腿骨近位部骨折と高齢者によく見られる骨折

**大腿骨近位部骨折**は、手関節の**橈骨遠位端骨折**や肩近傍の**上腕骨近位部骨折**とともに、90%以上が転倒により生じる。特に、側方または後方に転倒し、臀部を打撲した際には大腿骨近位部骨折を受傷する可能性が高い<sup>8)</sup>。定点調査による大腿骨近位部骨折の発生数は、2017年には年間20万人弱と推定されている<sup>9)</sup>。肺炎や褥瘡などの合併症を予防し、疼痛を管理することを目的として、90%以上に手術が実施されている。

**大腿骨近位部骨折**受傷時には、股関節部の前面に疼痛がみられ、寝返りができないことがある。しかし、骨折部が圧縮・咬合されて動かない場合には、自力歩行して医療機関を受診することもある。骨折のタイプによって、手術が選択されるが、歩行する可能性が極めて低くても、疼痛管理のために手術が実施されることもある。しかし、高齢であるために手術侵襲が大きくなると、手術前後のせん妄や

循環器不全、肺炎などの合併症を44%に併発し、3.3%が死亡に至ることがある<sup>10)</sup>。

さらに、手術が無事に終了しても、受傷前の歩行能力が回復がせずに3分の1ほどは歩行困難になり<sup>11)</sup>、寝たきりになる場合がある。

#### 5. 転倒および転倒による外傷の悪循環

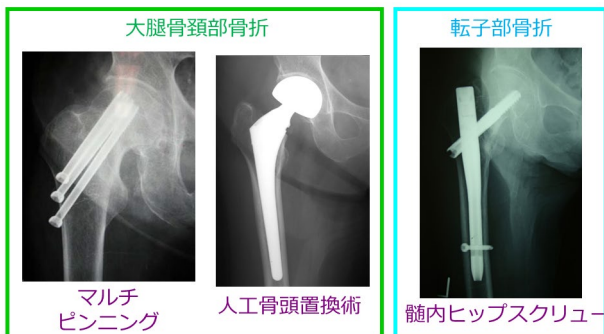
転倒により骨折を生じると、本人が再び骨折しないかという「転倒恐怖」を抱くとともに、家族の過剰な心配により、行動が制限されてしまう。その結果、外出や運動する機会が少なくなり、身体機能が低下し、転倒や外傷が増加するという悪循環に陥ってしまう。

転倒を予防するためには、運動で体力をつけるだけでなく、つまずきがないような住環境を整備していくことが必要である。手すりやスロープの工事などをする前に、足元の片付けや整理、照明などを工夫すれば良い。

また、転倒しても、外傷を最小限にするための衝撃吸収床やヒッププロテクターなどを使用することも有効である。最近では、行動をセンサーやカメラで監視してAIによる転倒を予測するシステムなどの開発も行われている。

#### 参考文献

- 1) 総務省統計局：国民生活基礎調査，介護，平成13年，16年，19年，22年，25年，28年：<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001031016>
- 2) 総務省統計局：人口動態調査，死亡，年次：<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001028897>
- 3) 安村誠司：高齢者の転倒・骨折の頻度．日医雑誌 122(13)：1945-49，1999
- 4) 安村誠司，芳賀博ら：地域の在宅高齢者における転倒発生率と転倒状況．日本公衆衛生誌 38(9)：735-42，1991
- 5) 財団法人日本医療機能評価機構：医療事故防止事業部：医療事故情報収集等事業．平成28年年報．2017．[http://www.med-safe.jp/pdf/year\\_report\\_2015.Pdf](http://www.med-safe.jp/pdf/year_report_2015.Pdf)
- 6) 武藤芳照，奥泉宏康ほか編：日本転倒予防学会認定 転倒予防指導士 公式テキスト Q&A．新興医学出版社，東京，2017



平成14～16年の調査では、大腿骨近位部骨折の94%が手術治療を行っていた

図4 大腿骨近位部骨折の治療



- 7)尾上尚志ほか監修:急性頭蓋内出血の分類. 病気がみえる Vol.7 脳・神経. メディックメディア, 東京:447- , 2010.
- 8)Okuizumi H, et. al.: Effect on the femur of a new fracture prevention system using dropped-weight impact testing . J Bone Min Res 13(12): 1940-45, 1998.
- 9)Orimo H, et. al.: Hip fracture incidence in Japan: Estimates of new patients in 2012 and 25-year trends. Osteoporos Int 27(5): 1777-84, 2016.
- 10)鈴木聡美,田畑美織,村井邦彦 他:高齢者大腿骨頸部骨折手術 525 症例の術前・術後 合併症の検討.麻酔 48: 528-533,1999.
- 11)Fukui N, et. al.: Predictors for ambulatory ability and the change in ADL after hip fracture in patients with different

levels of mobility before injury: a 1-year prospective cohort study. J Orthop Trauma 26(3): 163-71, 2012.

<著者>



奥泉 宏康

東御市立みまき温泉診療所 所長  
日本転倒予防学会 理事

# 「低酸素微小環境を再現するチップの開発と細胞動態の観察」

東北大学 流体科学研究所 船本 健一

## 1. はじめに

生体内の細胞は力学的な刺激や化学的な刺激を感知し、それらに応答することで生体恒常性の維持に寄与しており、この機能が破綻すると疾患が発症・進行する場合がある。生体内では細胞活動により酸素が消費されるため、生理学的に正常な状態であっても、生体内の酸素濃度は大気中の濃度(21% O<sub>2</sub>)よりも低い状態にある<sup>1)</sup>。また、各臓器や器官では、酸素濃度は組織の深部や血管から遠ざかるほど低くなり、酸素濃度勾配も生じている<sup>2)</sup>。さらに、病的な状態では酸素濃度がより一層下がる場合がある。このような生体内の低酸素環境は、細胞の生死・増殖・分化・遊走などの挙動に影響を与える(図1)。細胞の酸素環境の感知と形態および機能の変化には、低酸素環境下において細胞内で安定化する低酸素誘導因子(Hypoxia Inducible Factor (HIF))が関与している<sup>3)</sup>。この細胞の低酸素感知のしくみの解明は、2019年のノーベル生理学・医学賞の授賞理由になった。しかし、時間的・空間的な酸素濃度の変化に対する細胞の応答とそのメカニズムについては、不明な点が多く残されている。

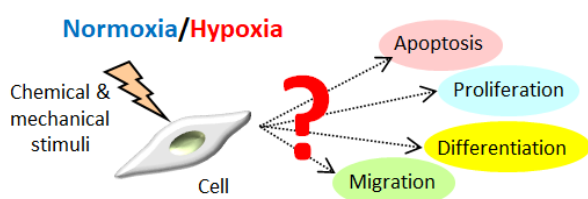


図1 様々な刺激に対する細胞の応答

細胞の低酸素応答を観察する方法には、混合ガスを供給して酸素濃度を制御するマルチガスインキュベーターやグローブボックスが用いられてきた<sup>4)</sup>。また、細胞培養液に塩化コバルトを添加することでHIFの分解を阻害し、擬似的な低酸素環境を化学的に生成する方法も用いられてきた。しかし、それら従来の細胞実験方法は、微小環境の酸素濃度の厳密な制御や酸素濃度勾配の生成に対して限界を有した。近年、マイクロ流体デバイス内で細胞を3次元培養し、微小空間内の培養環境を制御しながら細胞のリアルタイム観察を行うことが可能になった<sup>5)</sup>。さらに、マイクロ流体デバイスを応用し、酸素状態を制御しながら細胞培養を行う研究も盛んになりつつある<sup>2,4)</sup>。例えば、細胞による酸素消費や亜硫酸ナトリウムなどの脱酸素剤の添加による化学的な酸素消費を利用することで、酸素濃度を直接的に変えることができる。また、細胞培養を行う流路とそれに隣接する流路を設け、流路間でガス交換を行うことにより酸素濃度を制御することも可能である。この方法では、隣接する流路内に化学物質を供給して化学反応を起こすことで酸素を消費または発生させる方法や、流路内に酸素濃度を調整した混合ガスを供給して酸素を回収または供給する方法が提案されている。

本稿では、著者のグループが開発した「酸素濃度制御マイクロ流体デバイス」<sup>6,7)</sup>について紹介する。時間的・空間的に酸素濃度が変化する低酸素微小環境を再現するため、デバイス内の酸素濃度を厳密かつ短時間のうちに制御し、任意の酸素濃度の一様な酸素状態や酸素濃度勾配を生成することを実現した。また、がん組織内の微小

環境(がん微小環境)や血管内の微小環境を題材に、開発したデバイスを用いて行った細胞実験について紹介する<sup>7-9)</sup>。

## 2. 酸素濃度制御マイクロ流体デバイス

著者のグループが開発した酸素濃度制御マイクロ流体デバイスでは、内部に設けたガス流路に混合ガスを供給し、他の流路との間でガス交換を行うことにより酸素濃度を制御する<sup>6,7)</sup>。本デバイスは、流路パターンを転写したポリジメチルシロキサン(PDMS)とカバーガラスを接着して作製され、複数のマイクロサイズの流路を内部に有する。最新のデバイスの概略図を図2に示す<sup>7)</sup>。図のように、細胞培養液を注入するメディア流路に挟まれるように、細胞外マトリクスを模擬してハイドロゲルを配置するゲル流路が設けられている。ゲル流路にある台形の部分はPDMSの柱であり、流路が潰れることを防ぐ。細胞は、実験の目的に応じてハイドロゲルに混合してゲル流路内に分散させて配置したり、メディア流路内に播種したりして培養することができる。メディア流路に供給する細胞培養液の成分や流量を調整することで、細胞に対して化学物質の濃度勾配や流れによる力学的な刺激を作用させることができる。また、図2に示すデバイスでは、それらの流路の鉛直上方に、酸素濃度を調整した混合ガスを供給するガス流路を設けている。ここで、PDMSは高いガス透過性を有するため流路間のガス交換が可能である一方、周囲の環境からデバイス内に酸素が流入し易く、酸素濃度制御の障害となり得る。この問題に対し、本デバイスではガス透過性の低いポリカーボネートフィルムを内包し、特にデバイス上面からの酸素の流入を防ぐ工夫をしている。

本デバイスの開発においては、混合ガスをガス流路に供給することで生成される酸素濃度について数値解析を行い、デバイスの寸法や内部構造、実験条件が酸素濃度制御性能に与える影響について検討し、それらを最適化した。また、実際にデバイス内に生成される酸素濃度を光学的な手法により計測し、デバイスの性能を検証した。ここでは、プラチナ化合物からなる酸素センシング

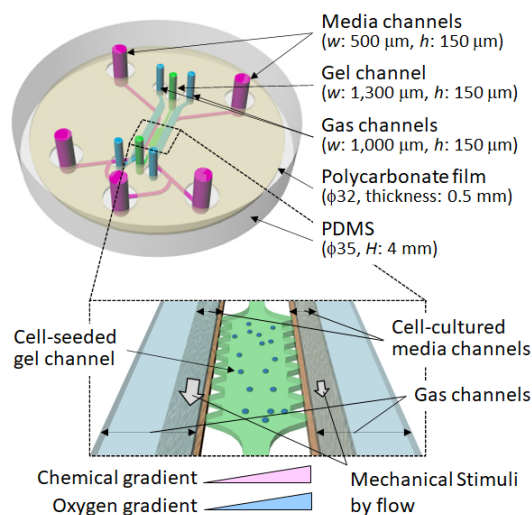


図2 酸素濃度制御マイクロ流体デバイスの概略図

ビーズをコラーゲンゲルに混合してゲル流路に配置し、励起光を照射した際に発せられる赤色の燐光を計測した。燐光は酸素が存在すると消光されるため、シュテルン-フォルマーの式に基づいて既知の酸素濃度下での燐光強度と比較することで酸素濃度を定量化できる。

数値解析と検証実験の結果は良い一致を示し、細胞培養を行うデバイス中央のゲル流路とメディア流路において、0.3% O<sub>2</sub> までの任意の酸素濃度の一様な酸素状態や、酸素濃度勾配を生成できた (図3)。例えば、両側のガス流路に酸素濃度 0% (5% CO<sub>2</sub>, 95% N<sub>2</sub>) の混合ガスを供給した場合 (条件 H0) は、酸素濃度 0.3% の一様な低酸素状態を生成することができ、左右のガス流路に酸素濃度 0% (5% CO<sub>2</sub>, 95% N<sub>2</sub>) と 21% (21% O<sub>2</sub>, 5% CO<sub>2</sub>, 74% N<sub>2</sub>) の混合ガスをそれぞれ供給した場合 (条件 G) は、ゲル流路の左端から右端にかけて 3% から 17% の線形の酸素濃度勾配を生成することができた。ここで、デバイス内に生成される酸素濃度がガス流路に供給した混合ガス中の酸素濃度と比べてわずかに高いのは、PDMS の高いガス透過性に起因してデバイス表面からの酸素の拡散による流入が常に生じているためである。

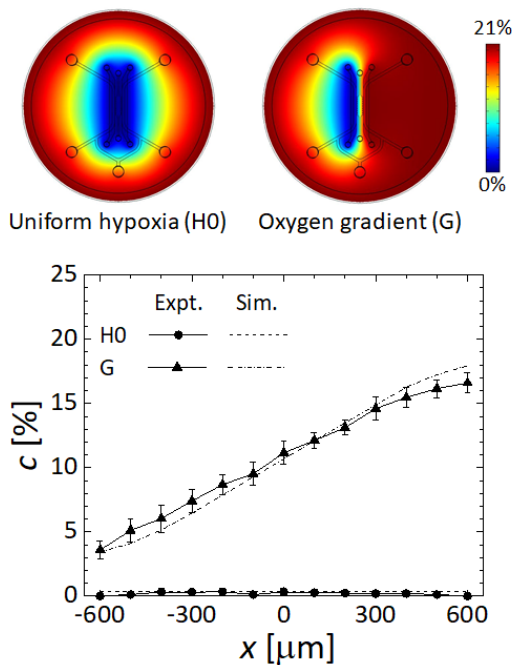


図3 酸素濃度制御マイクロ流体デバイス底面上の酸素濃度分布の数値解析結果 (上段) と流路を横切る方向の酸素濃度分布の計測結果と数値解析結果の比較 (下段)。H0 は混合ガス中の酸素濃度が 0% のときの低酸素条件、G は酸素濃度勾配の条件を表す。

### 3. がん微小環境における低酸素応答

がん微小環境では細胞群の過剰な増殖により慢性的な低酸素状態にあり、酸素濃度は 1% O<sub>2</sub> を下回ることもある<sup>10)</sup>。また、がん微小環境において形成される血管網は未熟であり、酸素濃度の時間的かつ空間的な変化も生じる。このような低酸素環境はがんの増殖や転移と密接に関係していると考えられ、酸素濃度に応じたがん細胞の挙動の解明は、がんの治療に対して重要な知見をもたらすと期待される。そこで、酸素濃度制御マイクロ流体デバイスを用いて、がん細胞の挙動の 3 次元タイムラプス観察を行った<sup>7)</sup>。

実験対象にはヒト乳がん細胞 (MDA-MB-231/GFP cell line) を用い、I 型コラーゲン溶液 (1.5 mg/ml, pH 7.4) に  $2 \times 10^5$  個/ml の密度で混合し、ゲル流路に注入 (約 8  $\mu$ l) した。インキュベーター内に静置してコラーゲン溶液をゲル化させた後、メディア流路に上皮成長因子を添加した細胞培養液を注入し、インキュベーター内で一晚培養した (図4 上図)。デバイスをディスク走査顕微鏡上に搭載したステージインキュベーター (5% CO<sub>2</sub>, 37°C) 内に設置し、両側のガス流路に酸素濃度が 0 または 1, 3, 5, 10, 21%, 二酸化炭素濃度が 5% で、残りの成分は窒素からなる混合ガスを供給し (条件 H0, H1, H3, H5, H10, N), デバイス内にそれぞれ 0.3, 1.3, 3.4, 5.3, 10.1, 21% O<sub>2</sub> の一様な酸素状態を生成した。タイムラプス観察では、ゲル流路に対して z 方向 (高さ方向) に 2.1  $\mu$ m 間隔の約 72 枚の顕微鏡画像のセットを 10 分毎に 24 時間撮影し、画像解析ソフトウェアを用いて各時刻間における細胞の 3 次元の移動距離を求め、遊走速度を算出した。

遊走速度は低酸素状態において増加し、5% O<sub>2</sub> 程度の一様な低酸素状態において極大値を示した (図4 下図)。本研究における酸素条件のうち、この値が乳がん細胞にとって活動し易い酸素濃度であることが示唆された。また、乳がん細胞の 24 時間の生存率は酸素濃度によって変化しなかったが、増殖率は低酸素状態において増加した。流路を横切る方向にゲル流路を 3 等分し (図4 上図参照)、各領域における細胞の増加率を求めた結果、一様な酸素状態を生成した場合、メディア流路に接するゲル流路の両側の領域において細胞数がより増加した。

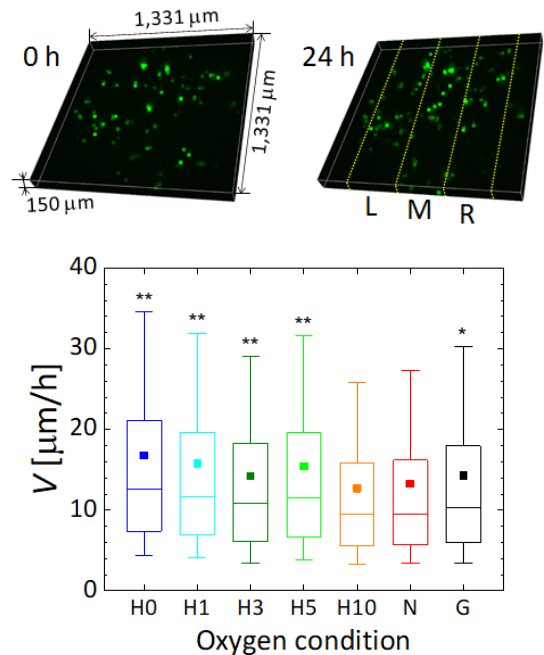


図4 コラーゲンゲル内に 3 次元的に配置した乳がん細胞の常酸素状態における実験前後の顕微鏡画像 (上段) と遊走速度の計測結果 (下段)。H は低酸素、N は常酸素、G は酸素濃度勾配の条件を表し、隣接する数字は混合ガス中の酸素濃度を示す。箱ひげ図の上下端は 90 と 10 パーセントイル、箱の上下端は 75 と 25 パーセントイル、中央の線は中央値を表し、プロットは平均値を示す。酸素条件による結果の有意差の検定にはコルモゴロフ・スミルノフ検定を用いた。\*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.01$ 。

(図5). 一方, デバイス内に酸素濃度勾配を生成した場合, ゲル流路の中央の領域において, 細胞数がより増加する傾向が見られた. これは, 酸素濃度勾配下における乳がん細胞の遊走方向の変化を反映している. すなわち, 低酸素領域における乳がん細胞は低酸素側(左側)から常酸素側(右側)へ遊走する傾向があると考えられた. このことから, 乳がん細胞は酸素濃度の空間変化を認識する能力があることが示唆された.

さらに, 酸素濃度を時間変化させた実験においては, デバイスに供給する混合ガスの酸素濃度の変化に伴って乳がん細胞の遊走速度が増減した. 一般的な常酸素状態を保持した場合, 遊走速度は徐々に減少した. これに対し, 低酸素負荷を与えた場合, 遊走速度は一旦増加した後, 12時間後以降に徐々に低下した. 得られた結果から, 乳がん細胞が周囲の酸素濃度を感知して応答するまでに数時間を要することと, 周囲の酸素濃度に徐々に適応することが示唆された. このように, 開発したデバイスにより, 時間的・空間的な酸素濃度の変化に対するがん細胞の応答を詳細に観察することが可能になった.

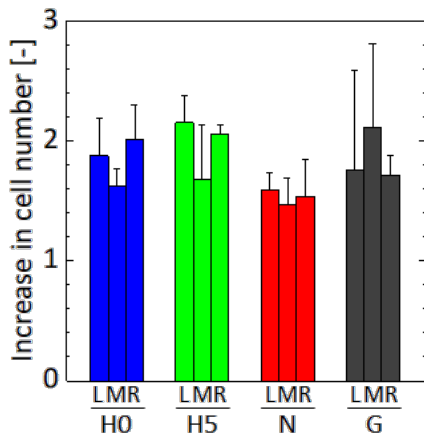


図5 乳がん細胞の24時間の増加率. Hは低酸素, Nは常酸素, Gは酸素濃度勾配の条件を表し, 隣接する数字は混合ガス中の酸素濃度を示す. L, M, Rはゲル流路を横断する方向に均等に分割したときの左側・中央・右側の領域内の結果を示す. エラーバーは標準偏差を表す.

#### 4. 血管内皮細胞単層の低酸素応答

血管内の内腔は血管内皮細胞の単層で覆われている. 血管内は酸素の供給を担う血液が流れているため, 酸素濃度は比較的高い状態にある<sup>1)</sup>. しかし, 血管内で虚血再灌流が生じた場合は, 一過性の低酸素負荷と再酸素化が血管内皮細胞に作用し, 単層が損傷して出血に至る場合もある<sup>11)</sup>. そこで, 酸素濃度制御マイクロ流体デバイスを用い, 酸素状態が血管内皮細胞の単層に与える影響について調べた<sup>8,9)</sup>.

本細胞実験では, 図2のデバイスよりも簡便に作製できるガス流路と他の流路を同じ水平面上に並べて配置した単層式のデバイス<sup>9)</sup>を用いた. 実験対象にはヒト臍帯静脈内皮細胞(HUVEC)を用い, デバイス内のゲル流路にはI型コラーゲンゲル(2.5 mg/ml, pH 7.4)を配置した. メディア流路にHUVECを播種して3日間以上培養することにより, メディア流路全体を3次的に覆う血管内皮細胞の単層を形成した. ゲル流路に配置したコラーゲンゲルと細胞培養液が接する垂直な界面にも血管内皮細胞の単層を形成した. デバイス内に形成した血

管内皮細胞の単層に対し, 常酸素状態(21% O<sub>2</sub>)または低酸素状態(2% O<sub>2</sub>)を生成して5時間暴露した. その後, 蛍光標識デキストラン溶液(70 kDa および 10 kDa)をメディア流路に注入し, 血管内皮細胞の単層を通過してコラーゲンゲル内に拡散していく様子を蛍光顕微鏡により観察し, ゲル内の蛍光強度の変化に基づいて血管内皮細胞の単層の物質透過性を計測した. また, 各酸素条件下における血管内皮細胞の単層のタイムラプス観察も行い, 得られた時系列の位相差顕微鏡画像に対してParticle Image Velocimetry (PIV)解析を行うことで血管内皮細胞の遊走速度を計測した.

血管内皮細胞単層の物質透過性は, 低酸素負荷を与えた場合に上昇し, 常酸素状態で観察された透過する物質の分子サイズに対する選択的な透過性は不明瞭になった(図6上図). また, 血管内皮細胞の遊走速度を30分毎に計測した結果, 低酸素状態における血管内皮細胞の集団的な遊走の速度は, 常酸素状態における値の約1.4倍に増加した(図6下図). さらに, 低酸素負荷による血管内皮細胞間の接着結合および密着結合の変化を免疫蛍光染色およびウェスタンブロッティングにより評価した結果, 接着結合を担うVE-カドヘリンが細胞質内に内在化したことがわかった. すなわち, 低酸素負荷によって血管内皮細胞同士の接着が弱まることに起因して, 血管内皮細胞単層の特性が変化することが明らかになった.

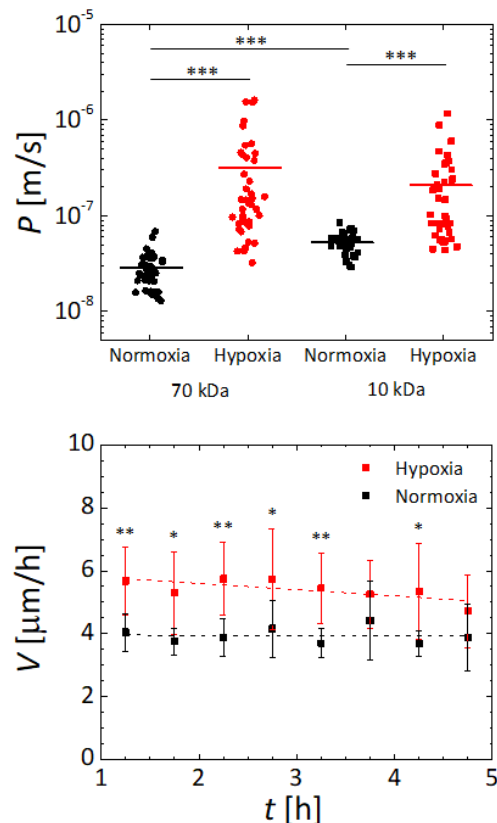


図6 酸素濃度制御下における血管内皮細胞の単層の物質透過性(上段)と集団的遊走の速度(下段). 常酸素条件は21% O<sub>2</sub>, 低酸素条件は2% O<sub>2</sub>. 図中の横線は平均値を表し, エラーバーは標準偏差を表す. 酸素条件による結果の有意差の検定にはウェルチのt検定を用いた. \*: P < 0.05, \*\*: P < 0.01, \*\*\*: P < 0.001.

## 5. おわりに

本稿では、酸素濃度の時間的・空間的な変化を有する生体内の低酸素微小環境を再現するために開発した酸素濃度制御マイクロ流体デバイスを紹介した。本デバイスを用いることで、既存の細胞実験方法では困難であった短時間のうちに酸素濃度を任意の値に制御することや、酸素濃度勾配の生成が可能になった。また、がん微小環境や血管内微小環境に対する酸素濃度の影響を題材に、開発したデバイス内でがん細胞や血管内皮細胞を培養し、酸素濃度を制御したときの挙動の変化を観察した。乳がん細胞は低酸素下で増殖と遊走が促進され、酸素濃度勾配下では低酸素領域において高酸素側に遊走することが示唆された。また、血管内皮細胞の単層に低酸素負荷を与えると、血管内皮細胞間の結合が弱まり、物質透過性と集団的な遊走が増加した。一連の結果は、開発したデバイスが酸素濃度を制御して行う細胞実験に有用であることを示しており、今後、個々の細胞や細胞群の挙動、細胞-細胞間や細胞-細胞外マトリクス間の相互作用<sup>12)</sup>に対し酸素状態が与える影響とそのメカニズムの解明に寄与することが期待される。

最後に、マイクロ流体デバイスを用いた細胞実験は、臓器や器官、さらには人体を模擬する Organ-on-a-chip や Body-on-a-chip の開発や、実際の臓器と同じ解剖学的構造を有するオルガノイドの作製への応用が盛んであり、急速に発展している。マイクロ流体デバイスは疾患のメカニズムの解明やドラッグスクリーニングなど創薬への応用に有効なツールであり、今後、免疫治療や再生医療など高度医療の進展への多大な貢献が見込まれる。

- 1) Carreau, A. et al. (2011) Why is the partial oxygen pressure of human tissues a crucial parameter? Small molecules and hypoxia, *J. Cell Mol. Med.* 15(6):1239–1253
- 2) Rivera, K. R. et al. (2019) Measuring and regulating oxygen levels in microphysiological systems: design, material, and sensor considerations, *Analyst* 144(10):3190–3215
- 3) Semenza, G. L. (2012) Hypoxia-inducible factors in physiology and medicine, *Cell* 148(3):399–408
- 4) Byrne, M. B. et al. (2014) Methods to study the tumor microenvironment under controlled oxygen conditions, *Trends Biotechnol.* 32(11):556–563
- 5) Shin, Y. et al. (2012) Microfluidic assay for simultaneous culture of multiple cell types on surfaces or within hydrogels, *Nat. Protoc.* 7(7):1247–1259
- 6) Funamoto, K. et al. (2012) A novel microfluidic platform for high-resolution imaging of a three-dimensional cell culture under a controlled hypoxic environment, *Lab Chip* 12(22):4855–4863
- 7) Koens, R. et al. (2020) Microfluidic platform for three-dimensional cell culture under spatiotemporal heterogeneity of oxygen tension, *APL Bioeng.* 4(1):016106
- 8) Funamoto, K. et al. (2017) Endothelial monolayer permeability under controlled oxygen tension, *Integr. Biol.* 9(6):529–538
- 9) Tabata, Y. et al. (2019) Migration of vascular endothelial cells in monolayers under hypoxic exposure, *Integr. Biol.* 11(1):26–35
- 10) Vaupel, P. et al. (1991) Oxygenation of human tumors: evaluation of tissue oxygen distribution in breast cancers by computerized O<sub>2</sub> tension measurements, *Cancer Res.* 51(12):3316–3322
- 11) Funamoto, K. et al. (2017) Ultrasound imaging of mouse fetal intracranial hemorrhage due to ischemia/reperfusion, *Front. Physiol.* 8:340
- 12) D. Yoshino and K. Funamoto (2019) Oxygen-dependent contraction and degradation of the extracellular matrix mediated by interaction between tumor and endothelial cells, *AIP Adv.* 9(4):045215

《 著者 》



船本 健一

東北大学  
流体科学研究所  
准教授

# 4. 部門情報

## 4. 1 講演会案内

## 日本機械学会2020年度年次大会

### 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：2021年6月（予定）

（2020年6月13日（土）～14日（日）は1年延期となりました。）

会場：東京大学工学部2号館（本郷キャンパス）  
URL：<https://www.jsme.or.jp/conference/bioconf20/>

開催趣旨：本バイオエンジニアリング講演会も第33回を迎えました。本講演会より、開催時期を新緑の季節とし、プログラム編成を大きく改革します。

・口演はシンポジウムを主体として、バイオエンジニアリングに関する最新の知見について統括的に議論できる場を提供することを目指します。

・従来からの演題発表は全てポスター発表とし、またフラッシュトークも併せて実施します。

このような改革をすることにより、バイオエンジニアリング各分野において、さらなる活発な議論、情報交換を可能とする場を提供することを目指します。奮ってご参加下さいませようお願い申し上げます。

次年度開催に向けて：新型コロナウイルスの状況を鑑み、今年度の講演会の実施について慎重に議論を重ねて参りましたが、「1年延期」とすることを4月末に決定いたしました。

1年後開催であっても、今回、企画・立案したシンポジウム構成、指名された座長、さらに各座長によって立案されたシンポジウムのコンセプト・口演者については、（マイナーチェンジはあるかと思いますが）1年後であっても、概ねそのまま実施可能であると考えております。各セッションの座長の先生方からも口演者の先生方に個別に連絡をお願いしましたが、是非とも1年後開催の本講演会において、ご口演いただけますようお願い申し上げます。

一方、ポスターセッションにつきましては、現在M2の学生が卒業してしまうタイミングであり、筆頭者等が大幅に変更されるタイミングでもありますので、ポスターについては新規に応募をかける予定です。

ポスター発表申込締切：決まり次第、上記HPにてお知らせ致します。（2021年2月中旬予定）

ポスター発表アブストラクト提出締切：決まり次第、上記HPにてお知らせ致します。（2021年3月下旬予定）

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: [bioconf20@jsme.or.jp](mailto:bioconf20@jsme.or.jp)

主催：(一社)日本機械学会

開催日：2020年9月13日（日）～16日（水）

会場：名古屋大学東山キャンパス（名古屋市中種区）

新型コロナウイルス感染拡大防止のため本年度の年次大会では、一般講演はポスター発表も含めて web 講演での開催となります。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、学会ホームページをご参照ください（[https://jsmempd.com/conference/jsme\\_annual/2020/](https://jsmempd.com/conference/jsme_annual/2020/)）。なお、部門特別行事、ならびに部門同好会（部門懇親会）は開催されません。開催を楽しみにされておられた方も多くいらっしゃるかと思いますが、何卒ご理解の程よろしくお願いたします。

#### 【部門講演プログラム概要】

9月14日（月）

9:00-10:00

【J103-I】ライフサポート(1)

【J024-I】衝撃波・超音波の医療・産業応用とその現象解明(1)

10:15-11:15

【J103-II】ライフサポート(2)

【J024-II】衝撃波・超音波の医療・産業応用とその現象解明(2)

11:30-12:15

【J103-III】ライフサポート(3)

11:30-12:45

【J024-III】衝撃波・超音波の医療・産業応用とその現象解明(3)

13:30-14:30

【J021-I】バイオマテリアルおよび細胞/組織のプロセス・力学・強度(1)

14:45-15:45

【J021-II】バイオマテリアルおよび細胞/組織のプロセス・力学・強度(2)

16:00-17:00

【J021-III】バイオマテリアルおよび細胞/組織のプロセス・力学・強度(3)

9月15日（火）

9:00-10:00

【J026-I】マイクロ・ナノ工学とバイオエンジニアリング(1)

【J235-I】感性・癒し工学(1)

【J021-IV】バイオマテリアルおよび細胞/組織のプロセス・力学・強度(4)

10:15-11:15

【J026-II】マイクロ・ナノ工学とバイオエンジニアリング(2)

- 【J235-II】感性・癒し工学(2)  
 【J021-V】バイオマテリアルおよび細胞/組織のプロセス・力学・強度(5)  
 11:30-12:00  
 【J235-III】感性・癒し工学(3)  
 11:30-12:30  
 【J026-III】マイクロ・ナノ工学とバイオエンジニアリング(3)  
 11:30-12:45  
 【J021-VI】バイオマテリアルおよび細胞/組織のプロセス・力学・強度(6)  
 13:30-14:15  
 【J026-IV】マイクロ・ナノ工学とバイオエンジニアリング(4)  
 【J233】スポーツ流体  
 9月16日(水)  
 9:00-10:00  
 【J022-I】傷害メカニズムと予防(1)  
 【J241-I】医工学テクノロジーによる医療福祉機器開発(1)  
 【S021-I】セルメカニクスとその再生医療・組織工学応用(1)  
 【J163-I】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)  
 10:15-11:15  
 【J022-II】傷害メカニズムと予防(2)  
 【J241-II】医工学テクノロジーによる医療福祉機器開発(2)  
 【S021-II】セルメカニクスとその再生医療・組織工学応用(2)  
 【J163-II】医療・健康・福祉のためのセンシングおよびロボティクス(2)  
 11:30-12:00  
 【J022-III】傷害メカニズムと予防(3)  
 11:30-12:15  
 【S021-III】セルメカニクスとその再生医療・組織工学応用(3)  
 11:30-12:30  
 【J241-III】医工学テクノロジーによる医療福祉機器開発(3)  
 【J163-III】医療・健康・福祉のためのセンシングおよびロボティクス(3)  
 13:30-14:30  
 【J241-IV】医工学テクノロジーによる医療福祉機器開発(4)  
 【J023-I】流体工学とバイオエンジニアリング(1)  
 【J163-IV】医療・健康・福祉のためのセンシングおよびロボティクス(4)  
 14:45-15:15  
 【J241-V】医工学テクノロジーによる医療福祉機器開発(5)  
 【J163-V】医療・健康・福祉のためのセンシングおよびロボティクス(5)  
 14:45-15:30  
 【J023-II】流体工学とバイオエンジニアリング(2)  
 16:00-16:45  
 【J025】機械工学に基づく細胞アッセイ技術

## 第31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：2020年12月12日(土)、13日(日)  
 会場：Web開催(信州大学繊維学部を予定していましたが、新型コロナウイルス感染症への対応として変更しました)  
 URL：  
<https://www.jsme.or.jp/conference/bioconf20-2/index.html>

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および大学院生を中心として、さらにベテランの研究者が一堂に会し、独自の発想に基づいたアイデアなども気軽に提示し合う柔軟で自由闊達な雰囲気での講演会を目指しています。講演募集分野はバイオエンジニアリングに関する全分野とし、工学のみならず、臨床医学・歯学、理学、農学、獣医学にまたがる様々な研究を募集対象と致します。本講演会において優れた講演を行った若手会員に対しては、日本機械学会若手優秀講演フェロー賞を贈呈致します。また、大学院生や若手研究者には、ネットワーク作りと情報交換に役立てて頂けるよう、出藍会(バイオエンジニアリング部門の若手会員コミュニティ)が主催する企画セッションの準備を進めております。さらに、信州大学先鋭領域融合研究群バイオメディカル研究所長 齋藤直人教授による、カーボンナノチューブを用いた人工関節に関する特別講演も企画しております。ウィズコロナ・ポストコロナ時代における、本部門主催の最初のオンライン講演会となりますので、是非多くの皆様にご参加頂きますようお願い申し上げます。

参加登録：事前登録となります。詳細は講演会 URL に記載の予定です。

参加登録費：オンライン決済となります。詳細は講演会 URL に記載の予定です。

問合せ先：

第31回バイオフィロンティア講演会 実行委員会  
 〒386-8567 長野県上田市常田 3-15-1 信州大学 繊維学部  
 機械・ロボット学科内

E-mail : biofconf20@jsme.or.jp

## 4. 2 講演会報告

### 第32回バイオエンジニアリング講演会を終えて

実行委員長 坂本二郎(金沢大学)  
 実行委員 幹事 茅原崇徳(金沢大学)

開催日：2019年12月20日(金)、21日(土)  
 会場：金沢商工会議所会館(石川県金沢市)

第 32 回バイオエンジニアリング講演会が、2019 年 12 月 20 日、21 日の両日、金沢商工会議所会館において開催されました。金沢での開催は 2000 年 1 月の第 12 回講演会から約 20 年ぶりの開催となります。今回の講演会では、特に OS は設けずに講演募集を行いました。一般講演で 186 件の講演が集まりました。その内の 15 演題は、若手研究者を対象とした Outstanding Presentation 表彰の審査セッションの講演でした。また、一般講演のほかに特別講演 2 件のご講演を頂き、合計で 188 件のご発表をいただき、参加者は 2 日間で 329 名となりました。

特別講演の 1 件目には、「ナノ内視鏡観察」と「ナノ内視鏡操作」の実現を目指し 2017 年に設立された金沢大学ナノ生命科学研究科から所長の福間剛士先生をお招きし、「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」と題してご講演いただきました。また、2 件目では、バイオエンジニアリング部門が連携を推進している日本循環器学会との合同企画として、滋賀医科大学情報総合センター・医療情報部から芦原貴司先生をお招きし、「世界初のリアルタイム臨床不整脈映像化システムがもたらす不整脈治療イノベーション: ExTRa Mapping プロジェクト」という題目でご講演いただきました。いずれの特別講演も大変盛況で、非常に活発な討論が行われました。

今回は初めての試みとして、プログラムの最後に部門運営委員会報告「バイオエンジニアリング部門の活動報告と今後の活動計画」の時間を設けました。2020 年度から部門講演会のスケジュールが大きく変更になりますが、こうした変更の趣旨と今後の部門の活動計画を広く周知することを目的として企画されたものです。今回の部門運営委員会報告での討論の内容が今後の部門活動のねらいについて理解する一助になっていけば幸甚に存じます。

一日目の特別講演の前に日本機械学会 若手優秀講演フェロー賞の表彰が行われ、柴田司真 君（熊本大学）と竹中峻 君（大阪大学）にフェロー賞が授与されました。なお、本講演会の Outstanding Presentation 表彰の受賞者は齋藤匠 君（大阪大学）、石田駿一 先生（神戸大学）、亀尾佳貴 先生（京都大学）です。Outstanding Presentation 表彰の授与は後日行われる予定です。また、一日目の夕方から KKR ホテル金沢において懇親会を開催し、170 名あまりのご参加をいただきました。懇親会では、玉川雅章 部門長（九州工業大学）と松澤照男 先生（北陸先端科学技術大学院大学名誉教授）のご挨拶のあと、原利昭 先生（新潟大学 名誉教授）の乾杯のご発声で開会しました。会の途中で尾田十八 先生（金沢大学 名誉教授）よりご挨拶をいただき、恒例の万歳三唱でお開きとなりました。想定を超える多くの方にご参加いただいたため、会場が手狭になってしまい皆様にご不便をお掛けいたしました。交流を深める機会になっていけば望外の喜びです。

最後になりますが、本講演会の趣旨をご理解いただきご支援を賜りました企業や協賛学会の皆様、講演会にご参加

いただきました皆様、本講演会の準備と運営にご協力いただきました実行委員会の先生方、Outstanding Presentation 表彰の審査員の先生方、日本機械学会の曾根原様、研究室のスタッフと学生に、心より感謝申し上げます。



講演会の様子（特別講演 1）

## 4. 3 部門賞



功績賞を受賞して

牛田 多加志

東京大学大学院工学系研究科  
機械工学専攻・バイオエンジニアリング専攻  
教授

私は、東京大学工学部精密工学科の舟久保教授のもとで始めて「バイオ」というものに出会いました。大学に入学して以来、時流にも影響され、名画座を梯子したり、文庫本をひたすら読みあさったり、当時はいわゆる「文系的」なものに対する強い憧憬がありました。4 年になり舟久保研に配属され出会った研究テーマは「人工腎臓」でありました。その時に始めて、私はバイオが好きなんだと気がきました。そして卒業研究を進めて行く内に、もしかして私は研究が好きなのでは無いか、と思い始めました。余りに遅い覚醒と言わざるを得ません。大学院に進学してからは、いかにバイオに寄って行くか、という観念に囚われ、細胞生物学や分子生物学などの講義を訳も分からないまま受講し続けました。そのせいか、私は未だに材料力学以外の機械四力学は苦手なままです。

博士課程も修了に近づくと、私はこのまま研究の道に進みたいと強く願うようになっていました。一方、就職活動もせず、就職の当ても無いのによくも平気でそのようなことを考えていたなあ、と今更ながらつくづく思います。



（「鈍感力」でしょうか。）幸運なことに、先輩である立石哲也教授が私をすくい上げていただいたため、当時の工業技術院機械技術研究所に就職することができました。配属先は当に「バイオメカニクス課」でした。そこで私は立石教授に、細胞の研究をしたいと申し出ました。その当時（1985年）、機械技術研究所で細胞培養を立ち上げるなどはとんでもない話でありましたが、立石教授は分かったと、そして通産省に掛け合い大型プロジェクトを獲得してくれました。（立石教授のこのような柔軟で懐の広い対応に、その後も何度も何度も助けられました。）このような状況は2000年に東大への異動に際しても生じました。機械工学科の教員や職員は、細胞培養施設が移ってくることに脅威を感じていました。その理由の一つは当時、ベストセラーであったSF小説「パラサイト・イブ」が、インキュベータで培養された細胞のミトコンドリアが人間を襲うといった内容だったからです。私は教員や職員が集まった前で、みなさんの体は巨大なインキュベータですよ。60兆もの細胞を培養してますよ。培養液だって恐ろしい液体では無いですよ。栄養リッチでリポビタミンD（商品名を出す）のようなもので、飲めと言われれば飲みますよ。飲んだことはありませんが、などと説明した記憶があります。これらのことを鑑みると、あれから20年（綾小路きみまろ調）、多くの大学の機械工学の研究室で細胞が培養され、細胞の研究が進められている現状は、当に隔世の感があります。そして、私はこのような状況を心より嬉しく感じています。これは単に細胞バイオメカニクスの分野だけの話ではなく、バイオエンジニアリングの他の多くの分野においても、この30年における展開は目を見張るものがあったかと思えます。この拙文を読んでいただいている若い教員のみなさんや学生のみなさんには、私が見た地平とは全く異なる、更なる新たな地平を目指して欲しいと切に願っております。そして、必ずや予想を超えた素晴らしい景色がその地平の先に広がっていると確信しています。

この度の「功績賞」をいただくにあたって、私が部門にいったいどのような功績があったのだと問われれば、恥じ入るばかりです。そのような中で、功績賞を授けていただいたこと、心より感謝申し上げます。そして部門が未来に向かってさらに発展していくことを切に願っております。ありがとうございました。



### 業績賞を受賞して

坂本 二郎

金沢大学  
設計製造技術研究所 及び  
新学術創成研究機構（併任）  
教授

この度、バイオエンジニアリング部門2019年度業績賞をいただくことになりました。

私がこの研究領域に入ったのは、1985年に金沢大学工学部機械工学科の弾性力学講座に入ったのがきっかけになります。この大講座は当時、教授は柴原正雄先生（故人）と尾田十八先生、講師は山崎光悦先生（現金沢大学学長）という陣容で、固体力学、材料力学をベースとして破壊力学、計算力学、生体力学、最適設計などの研究を行っておりました。私は有限要素法に興味を引かれてこの講座を選択し、尾田・山崎両先生の計算力学を駆使して設計問題の最適解を導き出す研究に強く啓発され、卒論・修論では最適設計の研究を行いました。精密かつ着実に問題の本質に迫る柴原先生、ユニークな発想で新しい課題に次々と取り組む尾田先生、卓越したプログラミング能力と深い洞察力で実用的な最適設計を導き出す山崎先生といった、それぞれ個性的な先生方の指導を研究生活の最初に受けることができたのは、大変幸運なことだったと思います。

修士修了後は、婚約者の実家に居候しつつ、できたばかりの博士課程に進学するつもりでしたが、有難くも尾田先生に助手として採用して頂き、大学教員としての活動が始まりました。当時、関西の大学グループが中心で行っていたNCP研究会に、尾田先生に連れられて大学院生の時に参加し、そこで故瀬口靖幸先生にお褒めの言葉を頂いたのは嬉しい思い出です。現在、バイオエンジニアリング部門で一緒にすることも多い、大阪大学の田中正夫先生や和田成生先生、京都大学の安達泰治先生と最初にお会いしたのも、また、本格的なバイオメカニクスの研究に初めて触れたのもこの研究会で、若い時に良き出会いに恵まれました。

私のバイオメカニクスの研究は、尾田先生と金沢大学整形外科教授の富田勝郎先生との共同研究から始まり、整形外科から持ち込まれる様々な課題を有限要素法やモデル実験で研究し、その中の幾つかが博士論文の内容となりました。特に、骨の力学的適応リモデリングは最適設計の観点から啓発されることが多く、生物の適応化・最適化現象に深く興味を持つきっかけになりました。同じ頃、林紘三郎先生が代表で文部省科研費重点研究「生体機能と構造の維持・回復・強化のバイオメカニクス」が発足してバイオ部門の活動も活発化し、そこに参加することで私のバイオメカニクス研究の交流も広がりました。WCBをはじめ国際会議にも参加の機会が増えてきた頃、文部省在外研究員に採択され、林紘三郎先生に相談したところアイオワ大学整形外科バイオメカニクス研究所の所長 Thomas D. Brown 先生を紹介して頂き、1994年3月から1年間を広大なトウモロコシ畑の広がるアメリカ中西部の大学街で過ごしました。大学病院付属の研究所で工学系研究者が所長を務め、工学系と医学系の研究者・学生が入り混じり活動している環境は、バイオメカニクス研究の臨床応用を進めるには理想的で、日本との研究の質の違いを実感させられました。あれから二十数年経過し、日本でも医工連携の必要性が様々なところで提言されていますが、それに相応しい組織や環境はどの程度実現されているのかは疑問なところです。

日米の大学における臨床バイオメカニクス研究を行う上での体制・環境の大きな開きを目の当たりにして、帰国後、研究の方向性に迷っておりましたが、当時、大阪大学教授の北川浩先生が金沢大学に講演に来られた際、金沢駅まで先生をお送りする車中で「どんなことでも諦めずに長

年続けていけば、気がついた頃にはその道の専門家になっている」とのことを軽妙洒落な大阪弁でアドバイス頂き、研究の方向性が定まりました。その後、本格的に計算力学を整形外科の諸問題に応用する研究として、CT画像に基づく患者別解析法と、それを骨粗鬆症の骨折リスク評価に応用する研究を、当時の大学院生で現在は龍谷大学の田原大輔先生と一緒にやり、一定の成果を上げることができました。この研究では、バイオ部門が中心で立ち上げた機械学会の「イメージベースト連成バイオメカニクス解析とその応用に関する研究分科会」に参加して意見交換する中から得ることが多く、主査の山口隆美先生をはじめ、計算バイオメカニクス研究のキーパーソンである先生方と親密な交流の機会が持てました。この研究分科会は懇親会での意見交換も楽しく盛り上がり、その後、バイオ部門の懇親会で万歳三唱が定着したのも、この研究分科会がきっかけではないかと思われま

す。今回、賞を頂いた内容は「骨・筋骨格系の生体力学に関する研究ならびに力学現象を解明する計算バイオメカニクス研究」ですが、骨の生体力学研究の他に、骨の境界条件を求めることを目的とした筋肉や関節反力を導出するための筋骨格系の研究や、学生時代から興味を持ち続けてきた最適設計の観点から動物や植物の力学的適応や最適性を解明するための研究等も行っております。現在も取り組んでいる研究としては、大相撲の大型力士1人に相当する重さと長さの首を振り回して戦っても大丈夫な麒麟の首の筋骨格系構造や、自動的に果実が破裂して種を上手に散布する自動散布植物果実の問題などですが、これ以外にも生物には適応化・最適化の観点から興味深い力学現象が豊富に存在します。それらにスポットを当て、新たな研究課題を発掘することも大事な仕事だと考えます。また、それらの現象を解明するだけでなく機械工学に応用する取り組みも重要です。今後は、そのような研究に注力して、モノづくりにつながる成果を上げたいと考えています。

最後に、これまでご指導いただいた恩師、一緒に研究を進めてきた共同研究者の皆様や学生諸君、そして関連分野の先生方に心よりお礼申し上げます。振り返ると、折に触れて多くの先生方から、励ましや貴重な助言、研究を進める上での刺激を受けてきました。今回の受賞は、バイオエンジニアリング部門での活動を最近さぼり気味な私にとって、ちゃんとしろ！と背中を押して頂いているようにも思えます。今後もバイオエンジニアリングの研究の発展に向けて、皆様とともに進んでいければと存じます。これからも、よろしくお願ひします。



## 瀬口賞を受賞して

荒平 高章

九州情報大学  
経営情報学部  
情報ネットワーク学科  
講師

この度は荣誉ある「瀬口賞」という歴史と伝統のある賞を頂き、心より御礼申し上げます。本賞を受賞できたのもこれまでひとえにご指導とご鞭撻を賜りました東藤貢先生（九州大学応用力学研究所准教授）をはじめ、松家茂樹先生（福岡歯科大学教授）、都留寛治先生（福岡歯科大学教授）、共同研究でお世話になった先生方、日々共に研究に取り組んだ学生の皆様のご支援・ご協力があったことと心から感謝いたしております。今年6月に開催予定の第33回バイオエンジニアリング講演会が昨今のコロナウイルス感染症問題で1年延期になり授賞式が中止になりましたこと、誠に残念です。

私は、九州工業大学から、大学院進学で九州大学の東藤研究室の門をたたきました。修士1年の時は患者の顎骨のCT画像から、3次元の顎骨モデルを作成し、インプラントを埋入したモデルを解析し、インプラント周囲骨の力学状態やインプラント自体の力学状態について九州大学歯学部と共同研究を行っていました。ちょうどその頃、九州大学と東北大学とのプロジェクトの関係で、東藤研究室に細胞培養に関する装置や設備が導入されるのをきっかけに、東藤先生に志願し、私も細胞培養を始めることになりました。それからは、数値解析と細胞培養という2つの研究を進めていくことになります。しかし、当時は細胞を培養するための足場材は既製品を使用していたため、どこか研究の新規性にかけると悩んでいる時に、ひとつの論文が目にとまりました。その論文はバイオマテリアルに関するレビューで、様々な生体材料の機能についてまとめられていて、自分で足場材が作製できれば研究の幅が広がると勝手に思い込み、博士課程進学後は、コラーゲンを基材とした足場材やバイオセラミックスであるβリン酸三カルシウムを基材とする足場材を作製する手法を国立研究開発法人物質・材料研究機構の陳国平先生と九州大学歯学部の石川邦夫先生にご教示頂き、大変充実した研究を実施することができました。

博士課程卒業後は、福岡歯科大学へ助教として赴任し、慣れない学生教育に右往左往しながらも、バイオマテリアルに関する研究を進めていきました。私自身としては、バイオマテリアルの組成などに着目した研究というよりは、バックグラウンドである材料力学や機械工学を活かしたバイオマテリアルの構造と力学特性に着目した研究を一貫して実施してきました。このような成果が、今回の受賞を機にようやく土の中の種から芽がでてきたような実感を御座います。その後、2019年4月より、福岡県の太宰府天満宮のそばにあります九州情報大学の方へ赴任しました。今年、ようやく卒業研究生が配属になり、研究室として新たな一歩を踏み出したところです。

今後は、卒業研究生が次第に増えていくと思いますので、

バイオエンジニアリング分野の研究について興味・関心を持ってもらえるような教育・研究活動を実施していきたいと考えています。今回の受賞と研究室のスタートが重なったのは、偶然かもしれませんが、深い縁を感じています。今後もより一層、バイオエンジニアリング部門の発展のために微力ながら尽力させて頂きたいと存じますので、今後も皆様の変わらぬご指導・ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。



#### フェロー賞を受賞して

柴田 司真

熊本大学大学院  
自然科学教育部  
機械数理工学専攻

この度は荣誉ある「日本機械学会フェロー賞」という身に余る賞を頂き、心より御礼申し上げます。このような賞をいただけましたのは、これまで多大なるご指導、ご鞭撻を賜りました中西義孝教授、中島雄太准教授をはじめ研究室の皆様のおかげであり、深く感謝しております。

私は「Micro slurry-jet プロセスによる生体模倣表面の創製」をテーマとし、脆性材料への機械的な除去加工を用いた新たな加工技術の研究を行ってまいりました。自然界に存在する表面には、防汚作用を示す蓮の葉や光抑制を示す蛾の眼などが存在します。これらの表面にある微細構造を材料表面に模倣し効果を発揮させる研究がされています。このような微細構造はコーティングや化学的なエッチングによって創製されるが、薬品を用いることで、材質や形状に制限が生じるという問題点がありました。

そこで私の研究では、これらの制限を僅少化すべく材料に微粒子を噴射させる機械的な除去加工の適用を試みました。またその効果を検証しました。第30回バイオフロンティア講演会においては、この加工法の有用性、および、加工後のガラスの表面特性について発表させていただきました。

今後も、本研究で培った技術、知識を活かし様々な課題の解決に取り組んでいきたいと思っております。何卒宜しくお願い申し上げます。



#### フェロー賞を受賞して

竹中 峻

大阪大学大学院  
基礎工学研究科  
機能創成専攻

この度は、日本機械学会若手優秀講演フェロー賞という荣誉ある賞をいただき、大変光栄に存じます。はじめに、バイオメカニクス研究室で3年間ご指導賜りました和田成生教授、武石直樹助教に厚く御礼申し上げます。さらに、直接研究のご指導を賜りました伊井仁志准教授(東京都立大学)、野崎一徳准教授(大阪大学)、吉永司助教(豊橋技術科学大学)に心より感謝申し上げます。先生方は未熟な私にも主体的に考え、実践し、失敗する機会を与えてくださいました。このような環境で研究できた3年間は私にとってかけがえのない財産であり、先生方のご指導が今の私のマインドを形作っていると言っても過言ではありません。また、学部4年の頃には越山顕一朗准教授(徳島大学)、重松大輝助教(大阪大学)、修士1年の頃には今井陽介教授(神戸大学)、石田駿一助教(神戸大学)、修士2年の頃には横山直人准教授(東京電機大学)、大谷智仁講師(大阪大学)のご指導を仰ぎ、研究生活を進めることができました。このような恵まれた環境に身を置き、多様な価値観に触れることで、自分の考えが日々アップデートされていき、成長を実感できました。私の研究活動に関わってくださいました皆様に深く感謝いたします。

私は、「発音メカニズムの解明に向けた舌力学モデルの開発と筋収縮力逆推定手法の開発」というテーマを掲げ、研究を進めて参りました。医用画像と数値シミュレーションを組み合わせ、通常では計測困難な舌内部の応力状態を予測するという大変挑戦的な研究でした。知識が足りず苦労する場面は何度もありましたが、辛いと思ったことは一度もなく、常に新たなことを学ぶ喜びに満ちていました。このような素晴らしい環境を与えてくださった先生方、研究室の先輩、同輩、後輩に改めて感謝いたします。今後は、本研究のさらなる発展を願うとともに、自らもより一層精進して参ります。

## 2019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）

Three-dimensional deformation mode of multicellular epithelial tube under tension and compression tests, Journal of Biomechanical Science and Engineering 第13巻4号(2018年12月),17-00507

奥田 寛 (科学技術振興機構, 現 金沢大)

鶴木 克幸 (千葉大学, 現 工機ホールディングス (株))

永樂 元次 (京成大)

坪田 健一 (千葉大)

#### ・日本機械学会奨励賞（研究）

「流体—構造—生化学連成計算によるマラリア感染赤血球の流動・接着解析の研究」, 石田 駿一 (神戸大)

「細胞間接着結合を介した1分子レベルの張力発生フィードバックの研究」, 牧 功一郎 (京成大)

### 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)

#### ・日本機械学会賞（論文）

円管内オリフィス下流における流れの再付着位置と熱伝達極大位置の関係, 機論第82巻840号(2016年08月),16-00067

椎原 尚輝 (防衛大学校, 現 陸上自衛隊)

中村 元 (防衛大)

山田 俊輔 (防衛大)

#### ・日本機械学会奨励賞（研究）

「薄膜—基板構造体の座屈により自律形成する表面微細周期構造の変形現象の研究」, 永島 壮 (大阪大)

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

選考委員会において審査のうえ、東京大学（本郷）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 2020年12月21日（月）

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) / 電話 092-802-3156 / E-mail yoko@mech.kyushu-u.ac.jp

## 2020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

## 4. 4 企画委員会だより

企画委員会委員長 中島 求 (東京工業大学)  
同幹事 田地川 勉 (関西大学)

2019～2020年度の活動を報告させていただきます。

### 1. 活動報告 (2019年9月～2020年7月)

#### (1) 2019年度年次大会

2019年度年次大会が2018年9月8日(日)～11日(水)に秋田大学にて開催されました。今大会では、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。さらに、学生の発表はポス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した。バイオエンジニアリング部門では、合同オーガナイズドセッション12件(バイオエンジニアリング, 計算力学, 流体力学, 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2件(バイオエンジニアリング, 計算力学, 流体力学, 材料力学, 情報・知能・精密機器, マイクロ・ナノ工学, 熱工学, 機械力学・計測制御, 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), 市民フォーラム1件(バイオエンジニアリング, 機械力学・計測制御, ロボティクス・メカトロニクス, 機素潤滑設計)を企画し、大会の成功に貢献しました。

#### (2) バイオサロン

第54回バイオサロンは2019年12月19日(木)に金沢商工会議所会館・研修室2(金沢)にて、講師に佐藤純先生(金沢大学 新学術創成研究機構 教授)をお招きして、「生物におけるタイリングパターンのデザイン」のご講演をいただきました。なお、第55回バイオサロンは、新型コロナウイルス感染症の影響を受けて中止となりました。

#### (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～基礎理論編～」, 「次世代診断治療支援のための血流シミュレーション～実践編～」と題した部門講習会が2019年9月21日(土)と22日(日)に早稲田大学 西早稲田キャンパス 55N号館1階 大会議室A(東京)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。また「有限要素法による骨のバイオメカニクス解析入門～基礎理論から臨床応用まで～」と題した部門講習会が2019年12月7日(土)に芝浦工業大学豊洲キャンパス教室棟3階301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2019

2019年8月27日(火)～28日(水)に立命館大学びわこ・くさつキャンパスにおいて「生体医工学で健やかな生活を」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 (2020年8月～)

#### (1) 2020年度年次大会

2020年度年次大会は2020年9月13日(日)～16日(水)に名古屋大学 東山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。

#### (a) 部門横断・連携オーガナイズドセッション (11件)

- ・バイオマテリアルおよび細胞/組織のプロセス・力学・強度(バイオエンジニアリング, 材料力学, 機械材料・材料加工)
- ・傷害メカニズムと予防(バイオエンジニアリング, スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス)
- ・流体力学とバイオエンジニアリング(バイオエンジニアリング, 流体力学)
- ・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, 流体力学)
- ・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, 流体力学, 熱工学, ロボティクス・メカトロニクス)
- ・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, ロボティクス・メカトロニクス)
- ・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, 流体力学, バイオエンジニアリング)
- ・感性・癒し工学(スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス, 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, 流体力学, 計算力学, バイオエンジニアリング, ロボティクス・メカトロニクス, 情報・知能・精密機器, 材料力学, 熱工学, マイクロ・ナノ工学, 機素潤滑設計)
- ・ライフサポート(機械力学・計測制御, バイオエンジニアリング, 機素潤滑設計, 技術と社会, ロボティクス・メカトロニクス)

#### (b) 部門単独オーガナイズドセッション (1件)

- ・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)

#### (2) バイオサロン

状況を注視しつつオンラインでの実施を含めて企画予定。

#### (3) 共催・担当行事

#### ・LIFE2020

2020年9月2日(水)～4日(金)に富山大学 五福キャンパスを会場として、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(LIFE2020)の名称で、第36回ライフサポート学会大会、第20回日本生活支援工学会大会、日本機械学会 福祉工学シンポジウム2020の連合大会として開催予定でしたが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止の観点から、1年間程度の開催延期となりました。

#### (4) 2021年度年次大会

2021年度年次大会は、2021年9月5日(日)～8日(水)に千葉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>>

中島求（東京工業大学）motomu@sc.e.titech.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 工藤 奨（九州大学）  
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・工藤奨（九州大学）、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・武石直樹（大阪大学）の5名で担当しております。本年度はコロナ影響下で開催中止が続きましたが、オンラインでの開催も広がりつつあります。Summer Biomechanics, Bioengineering, and Biotransport Conference (SB3C)がオンラインで開催され、委員である武石先生がSB3Cに参加されましたので、SB3Cについては体験記として執筆いただきました。

バイオフィロントニア・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年からバイオフィロントニア講演会と併催してきました。今年度は、コロナ影響により残念ながら開催されませんが、次回は2021年度バイオフィロントニア講演会にあわせ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。今年度は残念ながら開催されませんが、次回は2021年度に日本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。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は当委員会の松本先生が務めております。次回は2021年度に安達泰治先生（京都大学）を中心として日本で開催されることが

決まっております。

Summer Biomechanics, Bioengineering, and Biotransport Conference (SB3C)：本会議は、世界中のバイオメカニクス及びバイオエンジニアリング研究者が集う場として、毎年6月にアメリカで開催されます。本会議の特徴は、特にアメリカで活躍する新進気鋭の研究者による受賞（Fungメダル）講演に加え、Student Paper Competitionにおける学生表彰を設けている点にあります。アメリカだけでなく、イギリスを始めとするヨーロッパ諸国からの参加者もいることから、非常に広いコミュニティー構築の場としてだけでなく、未来の研究者をEncourageする場としても機能しています。本年度に関しても、全968名の参加者の内、約半数近い475名が学生参加者で占め、若手育成の態度を強く感じられました。本年度は、コロナウィルスの影響により、Virtual conferenceとして全てのOral presentationを5分間の収録動画として発信されました。一方、Student Paper Competitionはweb会議ツールであるzoomを用いたLIVE発表とし、ほぼ例年通りの審査体制で実施されました。当研究室（大阪大学大学院基礎工学研究科和田研究室）からも堀川健介君(M2)がStudent Paper CompetitionのFinalistに選出され、ポスター発表を現地時間に沿って（日本時間午前5時から）行いました。通常のoral presentationの動画は、“Whova”というスマートフォン/タブレット専用のアプリケーションをダウンロードすることで視聴することができます。これら一連の会議運営及びシステムは、今後の国内会議においても参考になるものと考えており、興味深く拝聴しておりました。

《連絡先》

工藤 奨（九州大学） kudos@mech.kyushu-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

武石直樹（大阪大学） ntakeishi@me.es.osaka-u.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

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 15 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。

2019 年 (Vol. 14) 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 18 編の論文が掲載されました。

- No. 1: 一般号 6 編
- No. 2: 一般号 4 編
- No. 3: 小特集号: Emerging Technologies in Biomechanical Science and Engineering – APAB and JSME 4 編
- No. 4: 一般号 4 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。2019 年には、2018 年 7 月に開催された The 8th World Congress of Biomechanics (Dublin, Ireland) において発表した若手研究者に焦点を当てた小特集号 “Emerging Technologies in Biomechanical Science and Engineering – APAB and JSME” 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。

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。2019 年の Papers of the Year は、以下の 3 編の論文を表彰いたしました。

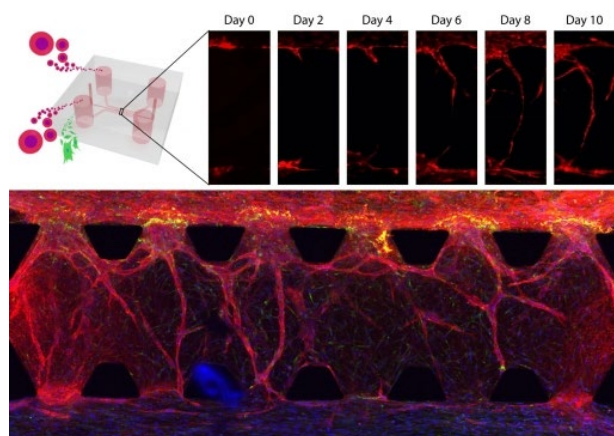
Daiki AJIMA, Takashi NAKAMURA, Tatsuto ARAKI, Tetsunori INOUE, Akane KURISU, Development of a coupled human fluid numerical model for the evaluation of tsunami drowning hazards, Vol.14, No.1, Paper No. 18-00321 (2019).

Masafumi WATANABE, Ryo SUDO, Establishment of an in vitro vascular anastomosis model in a microfluidic device, Vol.14, No.3, Paper No. 18-00521 (2019).

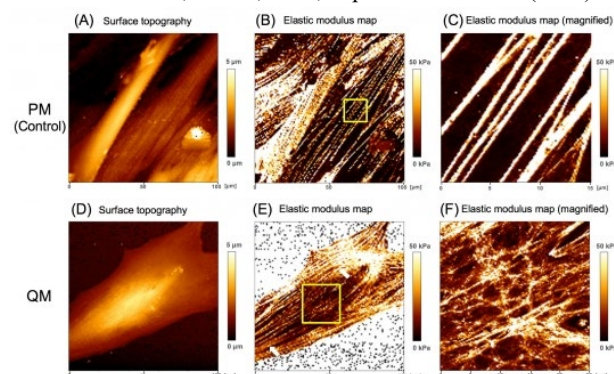
Kazuaki NAGAYAMA, Biomechanical analysis of the mechanical environment of the cell nucleus in serum starvation-induced vascular smooth muscle cell differentiation, Vol.14, No.4, Paper No. 19-00364 (2019).

2019 年の Graphics of the Year は、以下の 2 編の画像を表彰いたしました。

Masafumi WATANABE, Ryo SUDO, Establishment of an in vitro vascular anastomosis model in a microfluidic device, Vol.14, No.3, Paper No. 18-00521 (2019).



Kazuaki NAGAYAMA, Biomechanical analysis of the mechanical environment of the cell nucleus in serum starvation-induced vascular smooth muscle cell differentiation, Vol.14, No.4, Paper No. 19-00364 (2019).



2020 年 (Vol. 15) は、東京オリンピック・パラリンピックに合わせてスポーツ工学・ヒューマンダイナミクス (SHD) 部門と合同で企画した小特集号 (No. 1) BE and SHD divisions Joint Issue on “Bioengineering in Sports”が既に発行されております。

2019 年の年間 18 編の論文掲載数は例年よりもやや少ない傾向にありました。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、JBSE を最新の研究成果発表の場として積極的に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](mailto:ishikawa@bfs1.mech.tohoku.ac.jp)  
 大橋 俊朗 (北海道大学) [ohashi@eng.hokudai.ac.jp](mailto:ohashi@eng.hokudai.ac.jp)  
 坪田 健一 (千葉大学) [tsubota@faculty.chiba-u.jp](mailto:tsubota@faculty.chiba-u.jp)  
 中島 求 (東京工業大学) [motomu@sc.e.titech.ac.jp](mailto:motomu@sc.e.titech.ac.jp)  
 出口 真次 (大阪大学) [deguchi@me.es.osaka-u.ac.jp](mailto:deguchi@me.es.osaka-u.ac.jp)  
 井上 康博 (京都大学) [inoue.yasuhiro.4n@kyoto-u.ac.jp](mailto:inoue.yasuhiro.4n@kyoto-u.ac.jp)  
 須藤 亮 (慶應義塾大学) [sudo@sd.keio.ac.jp](mailto:sudo@sd.keio.ac.jp)

## 4. 7 若手による次世代戦略委員会だより

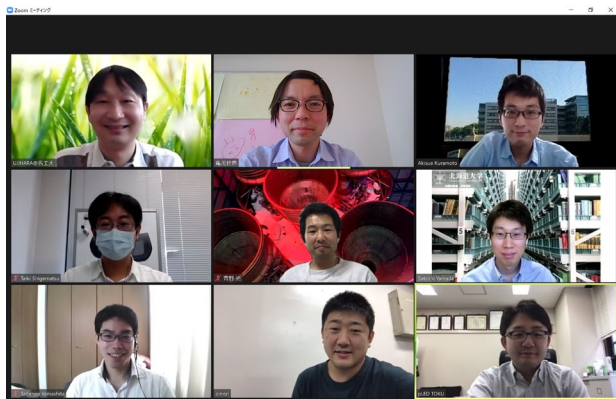
若手による次世代戦略委員会委員長

大森 俊宏 (東北大学)

同幹事 亀尾 佳貴 (京都大学)

若手による次世代戦略委員会は、バイオエンジニアリング部門における若手研究者・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年度に発足しました。当部門に所属する38歳以下の若手研究者を中心に構成される「出藍会」の代表として活動しています。発足から3年目を迎える本年度は、メンバーも新たに、委員長・大森俊宏(東北大学)、幹事・亀尾佳貴(京都大学)、委員・青野光(信州大学)、委員・倉元昭季(東京工業大学)、委員・重松大輝(大阪大学)、委員・南川丈夫(徳島大学)、委員・山下忠紘(慶應義塾大学)、委員・山田悟史(北海道大学)の8名で担当しております。また、アドバイザーボードとして、氏原嘉洋先生(名古屋工業大学)にも参画いただいております。

当委員会では、昨年度3月より、およそ2週間に1度のペースでオンライン会議を開催し、今年度の主な企画であります「第2回若手講演交流会」と「第3回出藍会総会」の具体的な内容について議論を重ねてまいりました。両企画ともに、まだまだ詳細を検討している段階ではございますが、概要をご紹介させていただきます。



オンライン会議の様子

第2回若手講演交流会：本交流会は、バイオエンジニアリング部門所属の若手研究者を中心に親睦を深め、共同研究を促進することにより、現在取り組んでいる研究課題の発展と将来の新たな研究分野の開拓を目的としています。今年4月の時点では、第1回若手講演交流会(2018年7月22日～23日、静岡)に引き続き、若手研究者を集めた合宿形式の交流会を、北海道函館の温泉宿にて開催することに決定しておりましたが、昨今の新型コロナウイルス感染拡大を憂慮し、急きょ、オンライン開催へと方針転換いたしました。予定しておりました函館での合宿は、感染の取

束状況等を考慮し、次年度以降、改めて企画したいと考えておりますので、どうぞご期待ください。今年度は、オンライン開催ならではの企画をということで、これまでに例のない、比較的長期間にわたる交流会の開催を計画しています。オンライン上ではありますが、若手研究者同士の密なコミュニケーションを通じ、自分自身の今後の研究を見つめなおす場として、あるいは、共同研究のきっかけ作りの場として活用していただけたら幸いです。具体的な内容は、オンライン会議を通じて詰めているところではありますが(2020年6月現在)、バイオエンジニアリング分野での活躍を希望する20名から30名程度の若手研究者・技術者を募り、自己紹介を兼ねた研究内容の紹介を通して、各自の研究理念を共有したいと考えています。その後、数名程度のグループに分かれ、およそ1ヶ月から2ヶ月の間、これからのバイオエンジニアリング研究の方向性や、それに向けての共同研究の可能性について、オンラインで意見交換していただく予定です。将来的に、このような取り組みが、グループ内でのレビュー論文の発表や、共同研究グラントの獲得という形で実を結ぶことを期待しております。

第3回出藍会総会：本会は、バイオエンジニアリング分野に携わる若手研究者や学生間のざっくばらんな議論を通してお互いの親睦を深め、人材ネットワークを形成することを目的としています。第31回バイオフロンティア講演会(2020年12月12日～13日、オンライン開催予定、信州大学繊維学部取りまとめ)におきまして、オーガナイズドセッションを企画いたします。当該講演会のオンライン開催決定にともない、出藍会総会もオンラインにて開催いたします。今年度出藍会総会は、前述の「第2回若手講演交流会」にて各グループが議論した内容を発表する場としたいと考えております。先の若手講演交流会に参加された方のみならず、多くの研究者や学生も交えてバイオエンジニアリング分野の展望について議論し、これを契機として、部門内で新しい共同研究の種が芽生えることを期待しています。

若手による次世代戦略委員会では、このような若手講演交流会や出藍会総会にとどまらず、様々な新しい企画を通してバイオエンジニアリング部門の活性化に貢献したいと考えています。当委員会の取り組みは、出藍会 Facebookでも、随時、情報発信してまいりますので是非ご覧下さい(<https://www.facebook.com/JSME.BEdiv.YoungAssoc/>)。若手研究者の皆さん、学生の皆さんの積極的なご参加をぜひお待ちしております。

<<連絡先>>

大森俊宏(東北大学)

omori@bfs1.mech.tohoku.ac.jp

亀尾佳貴(京都大学)

kameo@infront.kyoto-u.ac.jp

青野光(信州大学)

aono@shinshu-u.ac.jp

倉元昭季(東京工業大学)

akisuekura@sc.e.titech.ac.jp

重松大輝(大阪大学)

shigematsu@bpe.es.osaka-u.ac.jp

南川丈夫(徳島大学)

minamikawa.takeo@tokushima-u.ac.jp

山下忠紘(慶應義塾大学)

yamashita@sd.keio.ac.jp

山田悟史(北海道大学)

syamada@eng.hokudai.ac.jp



## 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）

2019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」を開催した。さらに、Sixteenth International Conference on Flow Dynamics (ICFD2019)でOSを開催した。

第33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：令和元年6月17日（月）17:00～18:00

場所：東北大学 流体科学研究所 1号館会議室

講師：Eugenia Corvera Poiré

(Professor at National Autonomous University of Mexico (UNAM), Mexico)

講演内容：「Pulsatile Flow in Microfluidics」

第34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：令和元年11月5日（火）11:00～12:00

場所：東北大学 流体科学研究所 1号館会議室

講師：Narendra Kurnia Putra

(Lecturer Staff at Engineering Physics Department, Institut Teknologi Bandung, Indonesia)

講演内容：「Numerical Simulation on Multiphysical Systems Analysis for Biomedical Cases」

講師：Khalid M. Saqr（アレクサンドリア大学病院コンピュータ脳神経バイオメカニクス研究センター（RCCNB）、アラブ科学技術海上交通アカデミー工学部、助教）

講演内容：「A Paradigm-Shift in Blood Flow Dynamics - What do we really know about Hemodynamics?!」

Sixteenth International Conference on Flow Dynamics (ICFD2019)

日時：令和元年11月6日（水）～8日（金）

場所：仙台国際センター

OS11 Microfluidics and Microphysiological Systems

1. Microscale Tools for 3D Reconstitution of Tissues under Microenvironment (Invited), Ji Hun Yang, Hyun Jeong Oh (Korea University, Korea), Seok Chung (Korea University / KU-KIST Graduate School of Converging Science and Technology, Korea)

2. Investigation of Oxygen-Dependent Vascular Endothelial Cell Migration Using Microfluidic Device, Yugo Tabata, Naoyuki Takahashi, Daisuke Yoshino, Kenichi Funamoto (Tohoku University, Japan)

3. A Method to Control Oxygen Tension in Microfluidic Device for Reproducing Vascular Microenvironment, Naoyuki Takahashi, Yugo Tabata, Daisuke Yoshino, Kenichi Funamoto (Tohoku University, Japan)

4. High Viscous Fluid Flow in *C. elegans* Pharynx, Yuki Suzuki, Kenji Kikuchi, Keiko Numayama-Tsuruta, Takuji Ishikawa (Tohoku University, Japan)

5. Performance of a Viscosity Micropump using Flagellar Motion, Miyu Inagaki, Donghyuk Kang, Hiroyuki Hirahara (Saitama University, Japan)

6. Simulation of a Biofilm-Formation in a Microfluidic Channel, Hiroki Kitamura, Toshihiro Omori, Takuji Ishikawa (Tohoku University, Japan)

7. A Numerical Study on the Behaviour of a Sublimating Leidenfrost Solid on Micro-ratchets, Clint John Cortes Otic, Shigeru Yonemura (Tohoku University, Japan)

### 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、生体現象の解明、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。令和元年度は、計3回の研究会を下記の要領で実施した。

#### 第61回研究会

日時：令和元年7月2日（火）、16:00～17:30

会場：北海道大学大学院工学研究院・工学部 A6-63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  
参加者：21名

「Study of keratin from Mongolian camel hair and goat cashmere for biocompatible materials」

Prof. Ganbat Danaa (Mongolian University of Science and Technology (MUST), Mongolia)

「Engineering limbs: Helping amputees walk in Vietnam」

Prof. Peter Lee (The University of Melbourne, Australia)

#### 第62回研究会

日時：令和元年7月4日（木）、16:00～17:30

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  
参加者：18名

「Complex adaptive cancer immunotherapy」  
Prof. In-San Kim (Korea Institute of Science and Technology (KIST), Korea)

「H-TRAIN : Hongreung Biomedical Cluster」  
Prof. Kuiwon Choi (Korean Institute of Science and Technology (KIST), Korea)

第 63 回研究会  
日 時：令和元年 12 月 24 日（火），14:45～15:45  
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  
参加者：18 名

「From biology to technology」  
Assist. Prof. Aimee Sakes (Delft University of Technology, Netherlands)

《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）  
幹事：氏原嘉洋（名古屋工業大学）

2019 年度には講演会を 6 回開催しました。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 45 回研究会  
日時：2019 年 5 月 14 日（火）17:00～18:00  
場所：名古屋工業大学 3 号館 2 階会議室  
出席者：35 名  
演題：心臓のポンプ機能を支える微細構造から探る心不全進行のメカニズムと陸生脊椎動物の心臓の進化  
講師：氏原 嘉洋（准教授，名古屋工業大学 電気・機械工学専攻）

第 46 回研究会  
日時：2019 年 6 月 7 日（水）10:00～11:00  
場所：名古屋工業大学 6 号館 11 階大会議室  
主催：名古屋工業大学 先端医用物理・情報工学研究センター  
演題：Magnetic field assessment and mitigation of automotive WPT systems  
講師：Mauro Feliziani (Professor, Department of

Industrial and Information Engineering and Economics, University of L' Aquila, Italy)

第 47 回研究会  
日時：2019 年 6 月 18 日（火）17:00～18:30  
場所：名古屋工業大学 3 号館 2 階会議室  
出席者：27 名  
演題：Non-destructive three dimensional pathological analysis of human cerebral aneurysms  
講師：Yasutaka Tobe (Postdoctoral Research Associate, Swanson School of Engineering, University of Pittsburgh, USA)

第 48 回研究会  
日時：2019 年 7 月 10 日（水）16:30～17:30  
場所：名古屋工業大学 3 号館 2 階 0321 室  
出席者：29 名  
演題：A novel 3D in vitro model with endothelial lining to bridge the gap between biology and flow dynamics  
講師：Naoki Kaneko (Assistant Researcher/Clinical Fellow, Division of Interventional Neuroradiology, Ronald Reagan UCLA Medical Center, USA)

第 49 回研究会  
日時：2019 年 7 月 10 日（水）10:30～11:30  
場所：名古屋工業大学 6 号館 11 階大会議室  
主催：名古屋工業大学 先端医用物理・情報工学研究センター  
演題：大規模計算に基づく熱中症のパーソナルリスク管理技術の現状と今後  
講師：小寺 紗千子（特任助教，名古屋工業大学 電気・機械工学専攻）

第 50 回研究会  
日時：2019 年 12 月 10 日（火）17:00～18:00  
場所：名古屋工業大学 3 号館 2 階会議室  
共催：日本機械学会東海支部  
出席者：23 名  
演題：ゲノム科学で定義する新種モズク類の発見  
講師：西辻 光希（研究員，沖縄科学技術大学院大学 マリンゲノミクスユニット）

《連絡先》  
名古屋工業大学 おもひ領域  
氏原 嘉洋  
〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町  
TEL：052-735-5120  
E-mail：ujihara.yoshihiro@nitech.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2019年度において下記の2回の研究会を開催した。合わせて3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51回研究会

日時：2019年5月7日（火）15:30-17:10

場所：大阪大学大学院基礎工学研究科国際棟セミナー室  
講演者・講演題目：

15:30-16:30

Amin Doostmohammadi (Rudolf Peierls Centre for Theoretical Physics, University of Oxford, UK)

“Cellular active fluids”

16:30-17:10

Kennedy Omondi Okeyo (京都大学 ウイルス・再生医科学研究所)

“Mechanobiology of self-assembly and differentiation by stem cells under restricted adhesion condition”

### 第52回研究会

（京都大学ウイルス・再生医科学研究所第37回バイオメカニクスセミナーとの合同開催）

日時：2019年6月7日（金）14:00-15:30

場所：京都大学ウイルス・再生医科学研究所1号館1階会議室

講演者・講演題目：

Nikolaos Stergiopoulos (Laboratory of Hemodynamics and Cardiovascular Technology, Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne (EPFL))

“Inverse methods for the assessment of cardiac output and cardiac contractility using noninvasive pressure and pulse wave velocity measurements”

《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：榎 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回開催した（ただし、1回は新型コロナウイルス拡散防止のため中止）。

主催研究会として、第20回傷害バイオメカニクス研究会、第21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特別講演があり、交通事故の現状と対策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20回傷害バイオメカニクス研究会

日時：令和元年11月1日（金）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：46名

内容：

- 「特別講演」交通外傷に対する放射線科的アプローチ  
濱中 訓生 先生（国立病院機構 京都医療センター救命救急センター）
- 長野県における交通事故形態の分析  
國行 浩史（諏訪東京理科大学）
- 安楽姿勢乗員の傷害リスクに関する研究  
井田 等, 大谷 晋也, 青木 雅司, 浅岡 道久（豊田合成株式会社）  
一杉 正仁（滋賀医科大学）
- 軽自動車と高齢者の事故に注目した分析  
三枝 達彦（スズキ株式会社）
- 高齢歩行者事故例を用いた歩行者挙動、肋骨骨折発生メカニズムの解析  
伊藤 大輔, 水野 幸治（名古屋大）

第21回傷害バイオメカニクス研究会（ただし、新型コロナウイルス拡散防止のため中止）

日時：令和2年2月21日（金）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）

内容：

- 「特別講演」重症体幹部外傷のメカニズム  
小倉 崇以 先生（済生会宇都宮病院 救急・集中治療科）
- 人体 FE モデルを用いた乗員傷害低減の検討 —統合安全の立場から—

- 齋藤 博之, 松下 徹也 (オートリブ株式会社)
3. コンパチビリティを考慮した車体前部構造の検討  
加納 祐輔, 菅野 直美, 土佐 秀喜, 西多 智哉, 山口直朗 (三菱自動車工業株式会社)
4. 滋賀県における歩行者死亡事故例のミクロ解析  
森口 真吾, 古市 侑毅, 浅井 悠貴, 一杉 正仁 (滋賀医科大学)
5. 自動車前面衝突時における乗員拘束装置が胎盤早期剥離に与える影響に関する研究  
岩瀬 惇 (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, 榎 徹雄 (東京都市大学)

なお、本研究会は令和2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》

松井靖浩 (交通安全環境研究所, 〒182-0012 東京都調布市深大寺東町7-42-27, TEL: 0422-41-3371, FAX: 0422-76-8603, E-mail: ymatsui@ntsel.go.jp)

**頭部外傷症例解析研究会**

- 主査：中楯浩康 (信州大学)  
幹事：松井靖浩 (交通安全環境研究所)  
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楯浩康に引継ぎ、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6回頭部外傷症例解析研究会

日時：2019年8月22日 (木) 14:30~16:30  
会場：上智大学四谷キャンパス 2号館 406室  
参加者：31名  
プログラム  
・話題提供1  
「頭部外傷による障害とリハビリテーション」

- 渡邊 修 東京慈恵会医科大学附属第三病院 リハビリテーション科  
・話題提供2  
「連続的な頭部衝突による脳神経損傷をどう評価するべきか？」  
中楯 浩康 信州大学 繊維学部 機械・ロボット学科  
・話題提供3  
「iPad で簡単にできる TMT (認知機能テスト) の実用化開始に向けて」  
権 偉, 青村 茂, 久保田 直行 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  
・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  
中楯 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、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2016年に発足しました。2019年度は、以下のシンポジウム、研究会を実施しました。

6th International Conference on Computational & Mathematical Biomedical Engineering (CMBE19) でのシンポジウム "Collaborative Researches between Bioengineering, JSME-JSNET"

日時：2019年6月12日 (水) 10:00~12:15  
会場：東北大学 片平キャンパス

9件の講演があり、座長の Itsu Sen 先生 (Macquarie University, Australia) を中心として、活発な質疑応答がなされました。

第35回日本脳神経血管内治療学会学術総会 (JSNET2019) でのシンポジウム「血管内治療シミュレーション〜カテーテル誘導からフローダイバーター留置まで〜」

今年度も日本脳神経血管内治療学会学術総会でシンポジウムを実施しました。埼玉医科大学・庄島正明先生にご尽力頂き、1,500件程度も演題のある大きな JSNET2019 において、今年度は、3つのテーマを医工両面から発表して頂きました。

日時：2019年11月22日 (金) 10:10~11:40

会 場：福岡サンパレス

座長：太田 信（東北大学 流体科学研究所）

庄島 正明（埼玉医科大学総合医療センター 脳神経外科）

共同-1 脳動脈瘤内へのマイクロカテーテル誘導のシミュレーション—コンピュータシミュレーションから臨床へ—

石橋 敏寛（東京慈恵会医科大学 脳神経外科 脳血管内治療部）

共同-2 脳動脈瘤内へのマイクロカテーテル誘導のシミュレーション—コンピュータシミュレーションから臨床へ—

藤村 宗一郎（東京理科大学大学院 工学研究科 機械工学専攻）

共同-3 脳動脈瘤コイル留置のシミュレーション—手法と応用例—

高嶋 一登（九州工業大学 大学院生命体工学研究科 生体機能応用工学専攻）

共同-4 脳動脈瘤コイル留置のシミュレーション—目的と課題—

当麻 直樹（三重大学大学院 医学系研究科 脳神経外科）

共同-5 CFD を用いた血行力学に基づくフローダイバーター留置後の脳動脈瘤治療効果予測

石田 藤麿（独立行政法人国立病院機構 三重中央医療センター 脳神経外科）

共同-6 Predicting flow-diversion treatment outcomes through virtual stent implantation and aneurysm haemodynamics analysis

Mingzi Zhang (Institute of Fluid Science, Tohoku University)

#### 研究会 1

金沢大学・村越道生先生にもご尽力頂き、第 30 回バイオフロンティア講演会の前日に鹿児島大学にて研究会を実施しました。

日 時：2019 年 7 月 18 日（木）15:00～17:20

会 場：鹿児島大学 稲盛アカデミーA11 教室

参加者：9 名

プログラム：

講演 1「血管モデルの使用広がり」と医療への貢献」

太田 信（東北大学 流体科学研究所）

講演 2「脳血管内治療の実際と臨床での問題点」

田中 俊一（鹿児島大学大学院 歯学総合研究科 脳神経外科）

講演 3「力学刺激下における細胞内 PKC $\alpha$  移動現象」

工藤 奨（九州大学 工学研究院 機械工学部門）

講演 4「血管内治療デバイスの動作解析」

高嶋 一登（九州工業大学 大学院生命体工学研究科）

#### 研究会 2

日 時：2020 年 1 月 16 日（木）15:00～16:30

会 場：東大病院 中央診療棟 2 7 階中会議室

参加者：19 名

プログラム：

講演 1「経済産業省における医療機器産業政策について」

葭仲 潔（経済産業省 商務・サービスグループ）

講演 2「東京大学脳神経外科における CG 技術の活用と医工連携」

金 太一（東京大学 医学部 脳神経外科医局）

その他、ICFD2019（2019 年 11 月 6 日（水）～8 日（金）、仙台国際センター）で OS の企画もしました。

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

金沢大学

大学院自然科学研究科 機械科学専攻

理工学域 機械工学類/フロンティア工学類

生体機械工学研究室

村越道生

〒920-1192

石川県金沢市角間町

E-mail: murakoshi@se.kanazawa-u.ac.jp

私たちの研究室がある角間キャンパスは金沢市の中心街から5 kmほど離れた郊外の丘陵地（山中?!）に位置しています。このキャンパスの歴史はまだ浅く、金沢城の城内とその周辺にあったキャンパスを、1989年から2007年までの18年間の歳月をかけてこの角間に移転・集約したもので、移転完了から今年でまだ13年目です。その敷地面積は約200ヘクタール（東京ドームおよそ42個分!）におよびます。個人的な感想ですが、もとの土地の形状と緑を活かしつつ、煉瓦色で統一された教育・研究施設が調和した、「悠々」とした雰囲気をもつキャンパスです。街からは少し離れているものの、勉学・研究に勤しむにはうってつけの環境です。また、現在もなおキャンパスの一角では、ナノ生命科学研究所の新棟整備が進められており、大型トラックが頻繁に往来するなど活気に溢れています。

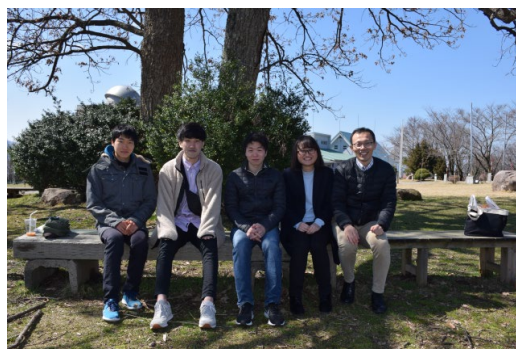
金沢大学では、教員は研究域・系に所属し、学生は研究科・専攻および学域・類に所属しています。学域はいわゆる学部に対応するものですが、それよりも広い分野をカバーしており、人間社会、理工および医薬保健の三つから構成されています。また現在、第4の学域として、文理不問の融合学域の設置が進められております。さて、私の場合、2013年から6年間お世話になった鹿児島大学より、2019年春に金沢大学に異動となり、理工研究域・フロンティア工学系に所属しつつ、大学院では自然科学研究科・機械科学専攻を、学域では理工学域・機械工学類およびフロンティア工学類を担当しております。ちょうど組織改革の仕上げの時期に差し掛かっており、旧組織と新組織が入り混じった状態で、私自身まだに戸惑うことが度々あるのですが、教育・研究の新たな仕組みづくりに日々大学全体で取り組んでおります。

我々の研究室では聴覚を主な研究対象として、そのメカニクスの解明と臨床および工学的応用を目指して研究に取り組んでいます。北陸の土地柄なのか、ものづくりを後押しする雰囲気を感じる機会に多く出会うような気がしています。調べてみますと、少し古いデータですが、石川県の人口10万人あたりの上場企業数は全産業ベースで2.2社（製造業ベースでは1.5社）と全国1位とのことです。このことは北陸地域全体にも言え、富山で2.0社、福井で1.9社と非常に高い水準となっています。特に機械や繊維、電子機器および医薬品などに強みを持つ会社が多いようです。そのおかげもあってか、小規模ではありますが研究室で開発を進めていたいく

つかのテーマについて、企業との共同研究につながっており、今後の進展に期待をしているところです。

現在研究室には博士学生(D3)が1名と修士学生(M1)および学域学生(B4)がそれぞれ2名ずつの計5名がいるのみで、まだまだ立ち上げの段階です。立ち上げ当初からハプニングの連続で、特に鹿児島からの研究室引越し（途中フェリーを含む800 km強の道のり!）に際して、冷蔵・冷凍庫の電源を丸二日間喪失してしまうという大失態を犯し、貴重な試薬や試料を失ってしまいました（これは完全に私のミスなのですが...）。試薬類は買い直せばなんとかかかりますが、一年かけて構築してきたある膜タンパク質の安定発現細胞株を失ったショックは特に大きく、そのうえこの原稿を書いている間にも、デュープフリーザーからアラームが鳴り響き、給湯器からは謎の呼び鈴が鳴り続け、マルチメーターのバッテリーからは液が漏れ、レーザー顕微鏡のWindows XPマシンはとうとう起動すらしなくなり...。そのようなことがありつつも、学生達と一緒に実験室の立ち上げに奔走し、こぢんまりとはしていますが、細胞培養室や簡易防音室を備えたフットワークのよい実験室が整いつつあります。ここでの研究が健康な社会や持続可能な社会の実現に少しでも貢献することができるよう、研究室みんなで頭をひねり、手を動かし、話しを重ねて日々精進しております。まだ研究室は非力ですが、研究室の外に少し目を向ければ、学内には坂本二郎先生や田中茂雄先生、内藤尚先生など本部門の運営に携わられている先生方がいらっしゃるうえ、バイオエンジニアリングに関わるラボが多数あり、とても心強く、よい刺激を受けながら研究できる環境に感謝しております。

まだまだこれまでの日常通りとはいかない日々が続いておりますが、状況がよくなり金沢へお越しになる機会がございましたら、ぜひ生体機械工学研究室にお立ち寄りください。運が良ければ、野生のカモシカに出会えるかも!?



写真：研究室メンバー

信州大学 繊維学部 / 大学院  
機械・ロボット学科 バイオエンジニアリングコース  
総合理工学研究科生命医工学専攻生体医工学分野  
生体力学研究室

中楯 浩康  
〒386-8567  
長野県上田市常田 3-15-1  
E-mail: nakadate[at]shinshu-u.ac.jp  
Web: <http://fiber.shinshu-u.ac.jp/biomech.lab/>

当研究室は2018年4月に私と学部4年生2名で発足しました。信州大学繊維学部は長野県上田市に位置し、その上田市は2016年に放映された大河ドラマ「真田丸」の舞台として注目度が高まりました。また上田市には別所温泉、室賀温泉、丸子温泉郷など数多くの温泉と美味しいそばがあります。

繊維学部がある上田キャンパスは、最寄りの上田駅まで徒歩20分の立地で、新幹線に乗れば1時間半で東京駅に着きます。JR上田駅のお城口側には、直径1.5mの丸いマークが六つ並んでいます。夜になると照明が点灯し、真田家の甲冑「赤備え」をイメージした「六文銭」が浮かび上がります。今年の12月には上田キャンパスでバイオフィロンティア講演会を開催予定でしたが、現在も収束の兆しが見えないコロナ渦で皆さんをお迎えすることは叶いませんでした。いつか一度お越しいただければと思います。

上田キャンパスは東京ドーム2.7個分の敷地を有し、1学部4学科より構成され、教職員約200名、学生約1,500名が精力的に活動しています。大学院は長野、伊那、松本、上田キャンパスの教員で構成される総合理工学研究科、生命医工学専攻に所属し、医学・工学・繊維学・農学・理学連携により、学部の垣根を越えた実践型研究教育を実施しています。さらに松本、上田キャンパスの教員で構成される生体医工学分野では、「生物音響」、「筋細胞駆動ロボット」、「曲線形状・曲面形状を有するロボット」、「コンピュータ援用整形外科手術」、「生物規範型水中推進機構」、「ウェアラブルロボット」、「動物心理学」、「ストレス科学」、「生体適合システム学」、「健康科学」、「無機化学」、「毒性学」など、多彩な研究テーマがあり、学内発表会では学生のみならず、教員間でも活発な議論が交わされます。

さて、当研究室はというと、「頭部外傷のバイオメカニクス」に従事しており、頭をぶつけた際に脳に生じる現象について研究しています。前職の首都大学東京（現東京都立大学）時代には、青村茂先生とともに、頭部外傷時の脳組織変形を模擬した細胞引張装置を開発し、脳神経細胞に様々な組み合わせのひずみ・ひずみ速度を負荷する実験に携わってきました。近年、柔道、サッカー、ラグビーなどのコンタクトスポーツにおいて脳震盪を繰り返し受傷すると、脳は刺激に対して脆弱、敏感になり、追加される外傷に対する閾値が低下し、外傷が軽度であっても重傷頭部外傷後に見られるような記憶力や注意力の低下を引き起こします。繰り返し脳震盪における軸索損傷の重症化メカニズムを明らかにするため、脳神経細胞の衝撃試験を通して、神経軸索の耐性値を開発しています。

一方で、脳内の神経細胞、特に軸索部分は、大脳皮質や脳幹など、部位に応じて配向性を持っています。同等の衝撃が脳組織に加わった場合でも、受傷部位の軸索の配向性が違えば、損傷の種類や程度も異なってくると考えられます。そこで、国立東京工業高等専門学校の角田陽先生のご協力の下、通常の培養ではランダムな方向に伸長する軸索を、微細加工技術を応用して伸長方向を制御し、直線的に配向させることで、1本の軸索に引張りひずみを正確に負荷する手法を衝撃試験に取り入れています。

また今年度より、青村研時代から親交がある上智大学の張月琳先生にご教授いただきながら、計算力学に基づく外傷性脳損傷の衝撃解析を始めました。張先生には私が主査を務める「頭部外傷症例解析研究会」の幹事もお願ひしています。アメリカンフットボールなどの試合をビデオで撮影することは良くあることですが、最近では防犯カメラやドライブレコーダーの普及により、交通事故時の様々な情報が入手できるようになってきました。交通事故の再現シミュレーションは診断支援ツールとして役割を果たすのではないかと考えています。軸索に所望の衝撃を正確に負荷することで、神経細胞の衝撃ひずみ耐性がより高精度に得られ、損傷閾値として事故再現シミュレーションに実装することで、従来よりも局所的な脳神経損傷の評価・予測に繋がります。我々の成果が自動車の安全基準や新たな診断技術に発展することを期待しています。

最後に、当研究室は現在、修士2年生3名、修士1年生2名、学部4年生3名、計8名の学生が研究室に所属しています。研究室の恒例行事としては、北陸信越支部学生員卒業研究発表講演会やバイオフィロンティア講演会などの学会発表のほか、春には上田城跡の千本桜を見ながらのお花見、夏には角田研、張研との合同合宿、秋には学内でのバーベキューなど、学生と研究室生活を共にしています。研究生活を通してこれからの社会に適應できる学生を育てていきたいと思っています。



3 研究室合同合宿（2019年8月長野県佐久市にて）

## 7. 海外だより

### UC バークレーでの研究生活を振り返って

杉田修啓 (名古屋工業大学)

滞在先: Department of Bioengineering & Mechanical Engineering, University of California, Berkeley, California, USA

2019年6月より約10か月間、私は米国カリフォルニア州立大学バークレー校 (UC Berkeley) で、客員研究員として研究させていただきました。その滞在での雑感を紹介させていただきます。

UC Berkeley はサンフランシスコ市から電車で30分弱の場所にあります。キャンパスの入り口は、ダウンタウンから歩いてすぐです。バークレーは、カリフォルニアの日差しを浴びて、ほぼ毎日快晴です。実際、6月初旬に到着しましたが、最初に雨を見たのは9月中旬でした。なお、冬季はそれなりに雨が降りましたので、ご旅行の際にはご注意ください。また、空気もきれいに感じました。韓国人の同僚は、子供の喘息がバークレーに来て治った、と言っていた程です。キャンパスには緑が多く、リス・シカ・七面鳥などの野生動物を頻繁に見ることができます。

滞在したのは、Prof. Mofrad の Molecular Cell Biomechanics Lab. で、分子動力学を中心としたタンパク質レベルのシミュレーションが盛んでした。この研究室で、私は緑内障をターゲットにした研究に従事しました。私の親族には緑内障の方が少なくありません。そこで、なんとか関与したいと数年前からこの緑内障を対象とした研究を始め、シミュレーションを用いた機序解明を目指しています。ご存じの方もいると思いますが、これまでの私は実験屋でありシミュレーションはほぼ素人です。そんな私の滞を引き受けてもメリットが小さかったはずですが、引き受けてくださった Prof. Mofrad には大変感謝しております。研究室の学生さんも優秀であり、快く助言・協力をしてくださり、私は技術を習得し、研究を進めることができました。

さて、現地に行くまでは UC Berkeley が世界屈指の大学であることを知らなかった私は、設備の充実ぶりに大変驚きました。図書館は20以上もあり、その蔵書の充実ぶりもさることながら、コレクションも大変すばらしいものでした。中でも、19世紀の日本の雙六の絵や、ティラノサウルス T-Rex やプテラドン等の化石、Leeuwenhoek が作製した顕微鏡 (ただし19世紀に作製されたコピー) 等の展示は私のお気に入りでした。聞くところによると、大学への寄付金が豊富で、これが大学設備の充実をもたらしていると推察します。

グローバル化を実現している大学像にも驚かされました。図書館前には世界各国の新聞1面が同時に掲載されており、各国の新聞を比較しながら読むことができます。特

に世界的な事象が生じた際には、国によるニュースの取り上げ規模や切り口の差異を感じることができます。また、各国から来る客員研究員も多く、そのためのプログラムも充実しています。これらのプログラムで各国の方と議論できたことは貴重な時間でした。多くの国からの研究員滞在中で新鮮な風を取り入れており、業績も上がる仕組みが整っていると感じました。

ベイエリアらしい企業の風も刺激的でした。キャンパス内でも、電動キックボードからセグウェイ、その同類のものなど多様な移動手段を見ます。フードの宅配サービスはロボットが運んでいます。また、カーシェアリングサービスが充実しているため、自家用車がなくともそれほど不便はありませんでした。実際、アプリで最寄りの車を探して予約、アプリで開錠、利用後に市内指定エリアのどこでも乗り捨て、最後はアプリで報告・課金、という便利なレンタカーを利用しておりました。大学内で学生が様々なサービスを立ち上げている、すなわち起業の様子も見られました。すぐに一般的になるサービスもあるかと思えます。

滞在中の最後にはコロナウィルスの感染拡大により Shelter in place 令を受けて自宅勤務となり、スーパーへの買い物時以外は外国滞在中の意義を感じない生活となりました (ちなみに、秋の大規模な山火事の際にも非常事態宣言を受けており、いずれも講演予定がキャンセルとなりました)。しかし、非常時に対する行政の決断の早さ、データ開示を伴う首長の力強い演説、前向きに事態に取り組もうとする風潮、Personal distancing をしっかりとろうとする人々の意思、非常時に表れる米国社会のグレーな部分、などを肌で感じ取ることができたのは、よい経験でした。

最後になりますが、本滞在中に際しては、中村匡徳先生、氏原嘉洋先生、松本健郎先生、鈴木美穂子様、他にも多くの方々に助け・応援をいただきました。紙面を借りまして心より感謝申し上げます。



写真: 研究室の食事会にて



## 8. 部門組織

### 運営委員会

部門長	片岡 則之 (日本大学)
副部門長	西田 正浩 (産業技術総合研究所)
幹事	小池 卓二 (電気通信大学)
運営委員	石川 拓司 (東北大学)
	今井 陽介 (神戸大学)
	牛田 多加志 (東京大学)
	仰木 裕嗣 (慶應義塾大学)
	太田 信 (東北大学)
	大森 俊宏 (東北大学)
	小原 弘道 (東京都立大学)
	亀尾 佳貴 (京都大学)
	工藤 奨 (九州大学)
	小林 公一 (新潟大学)
	小林 俊一 (信州大学)
	佐伯 壮一 (名城大学)
	白石 俊彦 (横浜国立大学)
	信藤 康孝 (キヤノンメディカルシステムズ(株))
	菅原 路子 (千葉大学)
	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)
	出口 真次 (大阪大学)
	東藤 正浩 (北海道大学)
	中島 求 (東京工業大学)
	中村 匡徳 (名古屋工業大学)
	藤崎 和弘 (弘前大学)
	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)
	三好 洋美 (東京都立大学)
	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 (東京都立大学)
伊藤 安海 (山梨大学)
上村 拓也 ((株)計算力学研究センター)
宮田 昌悟 (慶應義塾大学)
船本 健一 (東北大学)
速水 則行 ((株)豊田中央研究所)
井上 康博 (京都大学)
大友 涼子 (関西大学)
佐久間 淳 (京都工芸繊維大学)
山本 衛 (近畿大学)
齊藤 俊 (山口大学)
大塚 雄市 (長岡技術科学大学)
荒田 純平 (九州大学)

### 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 (東京都立大学)
大島 まり (東京大学)
和田 成生 (大阪大学)
坂本 二郎 (金沢大学)
日垣 秀彦 (九州産業大学)
玉川 雅章 (九州工業大学)
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 (慶應義塾大学名誉教授)
佐藤 正明 (東北大学)
田中 英一 (名古屋大学名誉教授)
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 (東京医科歯科大学名誉教授)
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	小原 弘道 (東京都立大学)
委員	蔵田 耕作 (九州大学)

### 企画委員会

委員長	中島 求 (東京工業大学)
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・日本循環器学会担当)
	前田 英次郎 (名古屋大学：年次大会 2020 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)
	須藤 亮 (慶應義塾大学：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・LIFE 担当)
	東藤 貢 (九州大学：BE 部門講習会担当)
	菅原 路子 (千葉大学：年次大会 2021 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)
	比嘉 昌 (兵庫県立大学)
	片岡 則之 (日本大学)
	小林 俊一 (信州大学)
	小関 道彦 (信州大学)
	越山 顕一朗 (徳島大学)
	蔵田 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)
	三好 洋美 (東京都立大学)
	水野 幸治 (名古屋大学)
	村越 道生 (金沢大学)
	中村 匡徳 (名古屋工業大学)

佐伯 壮一 (名城大学)  
 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)  
 田原 大輔 (龍谷大学)  
 築谷 朋典 (国立循環器病研究センター)  
 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)

**広報担当委員**

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)**

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)  
 高久田 和夫 (東京医科歯科大学名誉教授)  
 田中 英一 (名古屋大学名誉教授)  
 谷下 一夫 (慶應義塾大学名誉教授)  
 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)

**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 三好 洋美 (東京都立大学)  
 委員 松永 大樹 (大阪大学)  
 石田 駿一 (神戸大学)  
 矢野 哲也 (弘前大学)  
 菊地 謙次 (東北大学)  
 重松 大輝 (大阪大学)  
 三又 秀行 ((株)計算力学研究センター)  
 鈴木 浩 ((株)日立製作所)

**国際委員会**

委員長 工藤 奨 (九州大学)  
 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)  
 武石 直樹 (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 亀尾 佳貴 (京都大学)  
 委員 青野 光 (信州大学)  
 倉元 昭季 (東京工業大学)  
 重松 大輝 (大阪大学)  
 南川 丈夫 (徳島大学)  
 山下 忠紘 (慶應義塾大学)  
 山田 悟史 (北海道大学)

**部門講演会組織委員会**

委員長 牛田 多加志 (東京大学)  
 幹事 古川 克子 (東京大学)  
 委員 安達 泰治 (京都大学)  
 石川 拓司 (東北大学)  
 井上 康博 (京都大学)  
 西田 正浩 (産業技術総合研究所)  
 出口 真次 (大阪大学)  
 玉川 雅章 (九州工業大学)  
 片岡 則之 (日本大学)  
 須藤 亮 (慶應義塾大学)

**バイオフィロントニア講演会組織委員会**

委員長 小林 俊一 (信州大学)  
 幹事 中楯 浩康 (信州大学)  
 委員 小関 道彦 (信州大学)  
 青野 光 (信州大学)  
 秋山 佳丈 (信州大学)  
 森山 徹 (信州大学)  
 岩本 憲泰 (信州大学)  
 塚原 淳 (信州大学)  
 河村 隆 (信州大学)  
 吉田 宏昭 (信州大学)  
 大森 俊宏 (東北大学)  
 亀尾 佳貴 (京都大学)  
 顧問 森川 裕久 (信州大学名誉教授)

**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.49 を無事に発行することができました。今号から電子媒体にてお届けいたします。元部門長の玉川雅章先生に ESWL から発展した衝撃波研究をご執筆いただきました。特集記事では奥泉宏康先生に、高齢者の転倒と外傷というタイトルで解説していただき、船本健一先生には、低酸素微小環境を再現するチップの開発と細胞動態の観察というタイトルで解説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。

三好 洋美

**Bioengineering News No. 49** 2020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.ohata@tohoku.ac.jp

幹事 三好洋美 hiromi-miyoshi@tmu.ac.jp

事務局 曾根原 sonohara@jsme.or.jp

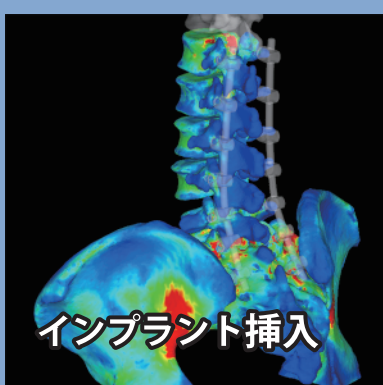
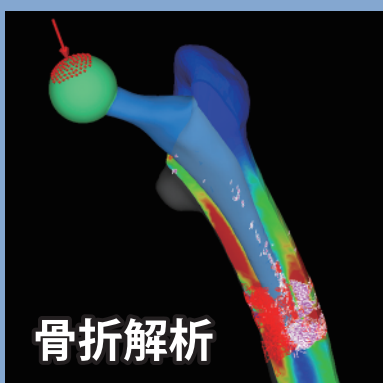
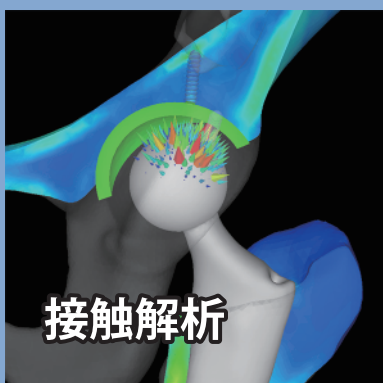
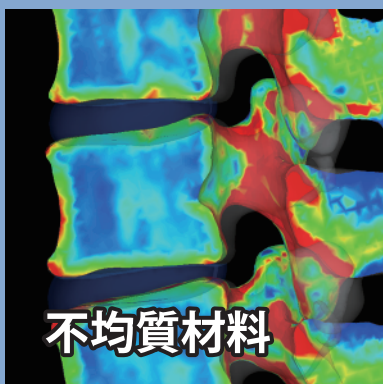
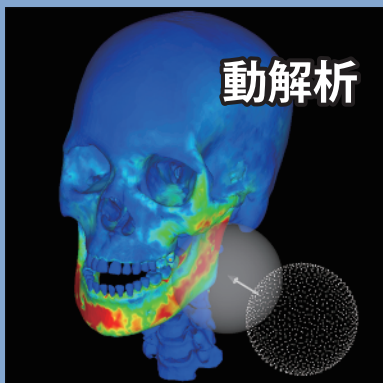
(バイオエンジニアリング部門担当)

〒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

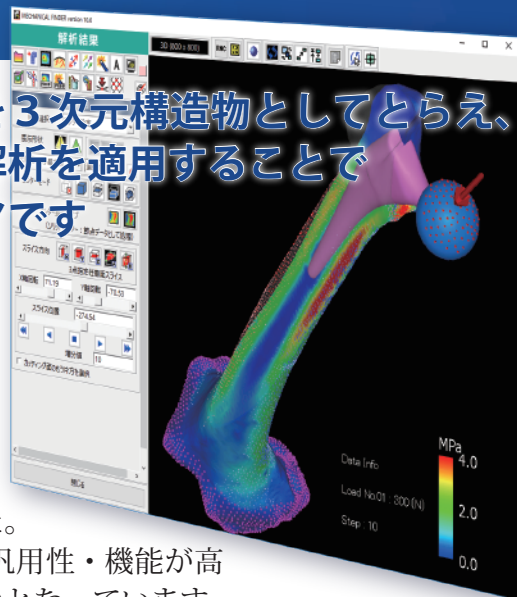


MECHANICAL FINDER は骨を3次元構造物としてとらえ、これに有限要素法による構造解析を適用することで骨強度を評価するソフトウェアです

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。

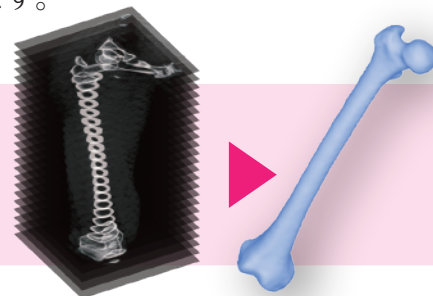
近年医療分野においても数値解析は広まり、骨についても有限要素解析によって臨床診断にも用いられるようになりました。

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。



## 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。

## 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。

