



## BIOENGINEERING NEWS

No. 39 Autumn, September 1, 2010

## 目次

1. 部門長あいさつ 松本 健郎 (名古屋工業大学) … 2
2. バイオエンジニアリングの歴史  
光学顕微鏡の歴史 荒木 勉 (大阪大学) … 2
3. 特集記事  
日本のものづくりを医療に生かす時代に 谷下 一夫 (慶應義塾大学) … 7  
東京女子医科大学・早稲田大学連携先端生命医科学研究教育施設の紹介 梅津 光生 (早稲田大学) … 9  
医療機器承認審査の近年の動向 山根 隆志 (産業技術総合研究所) … 12
4. 部門情報
4. 1 講演会案内  
2010年度年次大会 (2010/9/5-9, 名古屋市) … 16  
第21回バイオフィロントニア講演会 (2010/11/12-13, 金沢市) … 16  
第23回バイオエンジニアリング講演会 (2011/1/8-9, 熊本市) … 17
4. 2 講演会報告  
第20回バイオフィロントニア講演会を終えて 松本 俊郎 (近畿大学) … 18  
第22回バイオエンジニアリング講演会を終えて 林 紘三郎 (岡山理科大学)・内貴 猛 (岡山理科大学) … 18
4. 3 部門賞  
功績賞を受賞して 原 利昭 (新潟大学) … 19  
功績賞を受賞して 村上 輝夫 (九州大学) … 20  
業績賞を受賞して 伊能 教夫 (東京工業大学) … 20  
瀬口賞を受賞して 中村 匡徳 (大阪大学) … 21  
フェロー賞を受賞して 前原 鈴子 (大阪大学)・宮川 拓士 (大阪大学) … 22  
2009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) … 22
4. 4 企画委員会だより 齊藤 俊 (山口大学)・工藤 奨 (芝浦工業大学) … 23
4. 5 国際委員会だより 藤江 裕道 (首都大学東京)・大橋 俊朗 (北海道大学) … 24
4. 6 国際英文ジャーナルだより 牛田 多加志 (東京大学)・安達 泰治 (京都大学) … 25
5. 分科会・研究会活動報告  
計測と情報-生体への応用-研究会 早瀬敏幸 (東北大)・小池卓二 (電通大) … 25  
計測と力学-生体への応用-研究会 但野茂 (北大)・東藤正浩 (北大) … 25  
生体機能の解明とその応用に関する研究会 松本健郎 (名工大)・長山和亮 (名工大) … 26  
生体システム技術研究会 高松洋 (九大)・澤江義則 (九大) … 26  
生物機械システム研究会 田中正夫 (阪大)・安達泰治 (京大) … 27  
傷害バイオメカニクス研究会 水野幸治 (名大)・一杉正仁 (獨協医大)・古川一憲 (豊田中研) … 27  
医工学テクノロジー分科会 田中正夫 (阪大)・田中真美 (東北大) … 27
6. 研究室紹介  
東洋大学 理工学部 生体医工学科 生物機械システム研究室 望月 修 (東洋大学) … 28
7. 海外だより  
UTC 滞在記 今井 陽介 (東北大) … 29
8. 部門組織 … 30

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



# 1. 部門長あいさつ



松本 健郎

名古屋工業大学  
大学院工学研究科  
おもひ領域  
(機械工学科・  
機能工学専攻担当)

バイオエンジニアリング(BE)は機械工学に新天地を拓くものと期待され、予算やポストなど色々な面で恵まれてきたように思います。が、当部門も設立から24年、そろそろ周囲の期待に応える成果が求められる時期ではないでしょうか？このような状況を踏まえ、今年度は2つの点に重点を置きたいと考えております。

一つは部門の国際化です。これから東アジアのBEが盛んになるのは必定ですが、その勢いを取込み、纏めて行くことが重要と思います。この第一歩は部門講演会の英語化です。生物系の学会のように発表を全て英語化することは困難としても、英語講演の割合を徐々に増やして行ければと思います。昨年度のBiofrontier Symposiumは、この

ような考えから、若者に英語講演を理解する体験を与えようと企画したのですが、幸い好評を博し、本年も金沢の講演会で取り上げて頂ける予定です。この他にも韓国機械学会BE部門との共同セッションの開催、JBSEが韓国バイオメカニクス学会Official Journalになる等の嬉しい動きも始まっております。このような国際化の芽を大きく育てるよう努めたいと考えております。

二つ目はBEの実用化です。当部門の基礎研究面の充実の皆様ご指摘の通りですが、成果の応用は多くありません。これは01年度の本稿で佐藤部門長もご指摘ですが、状況は変わっていないようです。BEが工学として花開くには、医療応用だけでなく、ものづくりの一端を支えるようになる必要があると思います。このため、当部門の研究を工学一般に応用する取組みが重要です。米国では、細胞機能を利用し新たなセンサ、プロセッサ、アクチュエータのモジュールを開発する試みEmergent Behaviors of Integrated Cellular Systemsが始まっております。我々も微力ながら年次大会でワークショップ「機械のデザイン・生物のデザイン」を開催し、この方面の研究に刺激を与えて行きたいと考えています。

部門の更なる発展のための方策は他にも数多くある筈です。皆様の御意見を是非、お聞かせ頂きますよう、宜しくお願い申し上げます。

## 2. バイオエンジニアリングの歴史

### 「光学顕微鏡の歴史」

大阪大学 荒木 勉

#### 1. はじめに

小学校1年生のころ、近所の眼鏡屋の店先に100円と値札の付いた虫眼鏡が並べてあった。文房具屋で売っているものより肉厚で、光沢のある白いフレームがなんとも魅力的であった。学校の行き返り眺めていたが、ついに小遣いをためて手に入れた。小さな虫が大きくなって、眼前に顔や手足が迫ってきたときの驚き、太陽の光を黒い紙に集めたら紙がこげて煙が出たときの驚き、物が逆さに写る不思議を今でもはっきりと覚えている。毎日持ち歩いては遊んでいた。

虫眼鏡は凸レンズである。レンズという言葉はピーマンの種のような格好をした直径5ミリほどの両凸状の「レンズ豆」(和名は平マメ、学名: *Lens culinaris*) に由来する。すでに古代ギリシャのアリストファネス

(Aristophanes BC445ころ~BC385ころ) が書いた喜劇「雲」の中で、太陽の光を集めて火をおこすための道具として登場することからも、レンズは紀元前から使われていたと言える。古代のレンズの用途は太陽光の集光で羊皮紙に穴をあけたり、治療のため傷口を焼灼するためであったようだ。さらには呪術にも用いられたかもしれない。現

存する最古のレンズは、紀元前7世紀頃のニネヴェ(現在のイラク北方、アッシリアの古都)の遺跡から発見されている。

拡大鏡としての利用は11世紀以降であり、12世紀前後には光学レンズの原理が考えられたとされている。古代のレンズは水晶によって作られていたので加工が困難であったが、13世紀になってイタリアのベネチアで無色透明のガラス製造加工技術が発達した結果、良質のレンズが盛んに製作されるようになり眼鏡としての用途が広がった。眼鏡の日本への伝来は1551年に宣教師フランシスコ・ザビエル(Francisco de Xavier 1506-1552)が来日した時の献上物に含まれていたとされている。また徳川家康(1542-1616)が使ったという眼鏡が静岡県・久能山東照宮にある。向学心(光学心?)に富む家康なので、レンズで不思議の世界を楽しんでいたかもしれない。

#### 2. 顕微鏡の発明

レンズが顕微鏡として使われたのは16世紀終わりで、1590年ごろにオランダの眼鏡職人であるハンス・ヤンセンとザハリヤス・ヤンセン親子(父 Hans Janssen,

子 Zacharias Janssen) が対物レンズと接眼レンズを組み合わせて初めて顕微鏡を作ったとされている。イギリスのロバート・フック (Robert Hooke 1635-1703) は図1に示すような複合レンズ型の顕微鏡を自作してさまざまな生物や無生物を観察し“Micrographia”に掲載したが、そのときにコルクの薄切断面に蜂の巣のような構造を見出したので、これを「cell」と名づけた。このことで彼は細胞の発見者としての名声を得るようになる。ちなみに、フックはバネの力と伸びの線形関係を示した「フックの法則」の発見者でもある。しかし彼が使った複合レンズ顕微鏡は収差がひどく、倍率も 150 倍程度であったようである。

同時代にオランダのアントニ・ファン・レーヴェンフック (Antoni van Leeuwenhoek 1632-1723) が単レンズを用いた「単式顕微鏡」を製作した。小さな厚肉のレンズを通してレーヴェンフックは1673年に赤血球の存在を発見し、さらにバクテリアや精子も発見した。単式顕微鏡は極めて簡単な構造ながら複合レンズ顕微鏡より優れた性能を示し、200倍もの高倍率を示したため19世紀半ばまで顕微鏡の主流となった。このような単式顕微鏡は容易に作れるので、いまでも子供達の理科教材としてよく使われる。たとえば、5円硬貨の穴に水を多めに溜め込むと穴が凸レンズ作用をもち、倍率数十倍の単式顕微鏡が実現できる。しかし次第に水が蒸発して倍率が小さくなってしまいうので、観察は迅速に行わねばならない。

### 3. 現代の顕微鏡

複合レンズ式の顕微鏡の改善に取り組み、性能を飛躍的に高めたのはイェナ (ドイツ) の小工場主であったカール・ツァイス (Carl Zeiss 1816-1888) である。ツァイスは 1857 年には図2のようなスタンド型を製作したが、さらに物理学者のエルンスト・アッベ (Ernst Abbe 1840-1905) とオットー・ショット (Otto Schott 1851-1935) の協力で、1886年には色収差補正対物レンズを搭載した空間分解能  $0.2 \mu\text{m}$  の高性能顕微鏡を生み出し、その後の医学生物学に多大な貢献をした。

通常の光学顕微鏡であるかぎり、いくら短波長で観察しても  $0.2 \mu\text{m}$  という壁は破れない。ウイルスのようなナノメートルオーダーの微小物体は観察不可能である。そこで超高分解能の電子顕微鏡や STM や AFM のような走査型プローブ顕微鏡が活躍するわけであるが、本稿では光学顕微鏡の話に限っているので、その話はまたの機会にした

い。

分解能を制限するのは、最終的には光の波としての性質が現れるからで、点を観察しても点の周りに回折による輪帯が現れるため、広がりを持ったぼけた像になる。輪帯を絞りによってカットすることで像の広がりを防いでいるのが共焦点顕微鏡であり、照明側にも対物レンズを通して一点を照明する。したがって照明と観察の両方の焦点があった部位のみが明るく光るため、深さ方向にも分解能を持つ。そこで試料上を3次的に走査することで立体的な画像が構築できるが、そのためにはコンピュータによる照射位置制御と画像処理を導入しなければならない。現在、共焦点顕微鏡はレーザーを励起光源とした蛍光顕微鏡として医学生物学の分野で広く利用されている。最近では空間分解能を向上させたさまざまな顕微鏡、たとえば2光子蛍

光顕微鏡<sup>1)</sup>、STED(Stimulated Emission Depletion)顕微鏡<sup>2,3)</sup>、NSOM(Near-field Scanning Optical Microscope)<sup>4,5)</sup>、SAX(Saturated Excitation)顕微鏡<sup>6)</sup>などが開発され、回折限界を超える超解像の画像を取得できるようになった。我々も通常の共焦点顕微鏡に偏光素子を取り付け、コンピュータ上で画像処理することで簡単に超解像を得ることができる「差分型蛍光顕微鏡」<sup>7)</sup>を開発した。

### 4. あるがままの観察

細胞や組織を生きたまま、あるいはたとえ死んだ状態であっても生のまま観察することは細胞組織を研究する上での基本である。したがって適切なバッファー液とともに試料をスライドガラス上にカバースリップで封じて検鏡するが、ほとんどの試料は透明であるため、わずかに構造

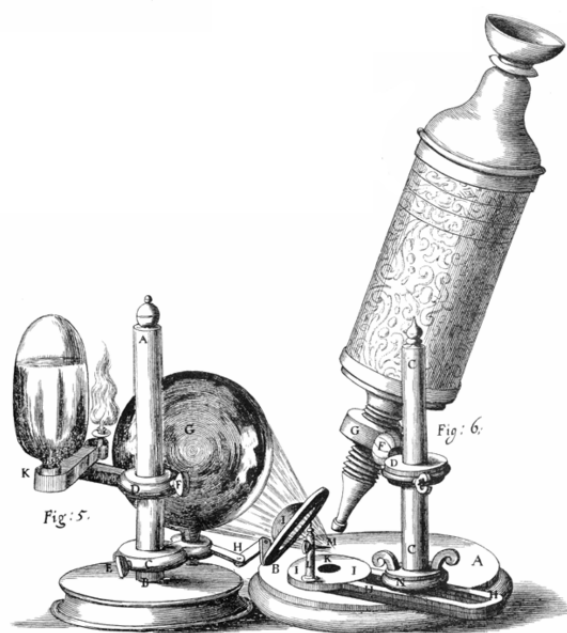


図1 ロバート・フックが用いた顕微鏡  
Micrographia(1665)より

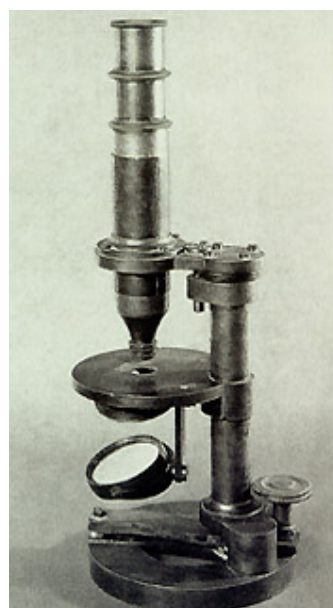


図2 ツァイス社スタンド型モデルの第1号機

の輪郭がうっすらと見える程度である。輪郭を強調するため暗視野で観察することもあるが、まだ不十分である。オランダのフリッツ・ゼルニケ (Fritz Zernike 1888-1966) が 1935 年に発明した位相差顕微鏡は、透明な組織内のわずかな屈折率の差を明暗差に変換する機能を持つため、生の状態で試料の内部構造を観察することができる。ゼルニケはこの発明により 1953 年のノーベル物理学賞を受賞した。位相差顕微鏡はたしかに構造の輪郭を強調し、物体情報を与えてくれるものの、その物質が何であるかという物質情報までは得られない。

試料内部の様子を見るために、これまでもさまざまな染色法が用いられてきた。組織観察の現場ではヘマトキシリン・エオジン染色 (HE 染色) が最もよく利用される。これは、青紫色のヘマトキシリンが核酸のような好塩基性物質に結合し、また赤ピンクのエオジンが好酸性物質に結合することを利用して染め分けるもので、2 色濃淡の像が得られる。さらに詳しく物質を特定するには、目的の物質を特異的に標識する色素を使う必要がある。しかし吸着した色素が被観察物質を物理的・化学的に修飾する恐れがあるため、生きた細胞を観察する際には取り扱いに注意を要する。究極の色素として登場したのが緑色に光るたんぱく質である GFP (green fluorescent protein) である<sup>8)</sup>。「GFP の発見と応用」に対して下村修博士が 2008 年のノーベル化学賞が贈られたことは記憶に新しい。しかし GFP を利用するためには、生体に対して遺伝子導入など何らかの前処理が必要であり、さらに GFP 自体が色素であるため生体生理への影響が無視できない。したがって「生きたまま見る」ことを実現するためには、前処理なしに、非侵襲で生体組織や細胞を分子レベルで識別し画像化できる技術の開発が必要となる。そこで我々は無染色で生体の特定の分子種を観察するため、非線形光学現象を利用した新しい光学顕微鏡を開発した。具体的には SHG (second harmonic generation) と CARS (coherent anti-Stokes Raman scattering) を利用している。次章ではこれらの顕微鏡について紹介する。

## 5. 非線形光学現象の利用

非線形光学現象とは、ある物質に光を入射した場合、入射光の周波数が 2 倍、3 倍・・・と言う具合に高調波に変換される現象である。その効率は悪いため通常の光量を入射しても観測されないが、フェムト秒やピコ秒レーザーのように瞬間的に極高強度光を発する光源を使用すれば観測可能である。パルス周期 10 ns、パルス幅 100 fs のレーザー平均パワーは 1 ワット程度であるが、そのピークパワーは 100 キロワットにも達する。しかし平均パワーが小さいので生細胞のような試料においても温度上昇による試料の破壊を引き起こすことなく、顕微鏡下の焦点付近で非線形光学現象が実現できる。

非線形光学顕微鏡として普及しているのは前述の 2 光子蛍光顕微鏡<sup>1)</sup> である。図 3 (a) に 2 光子蛍光のエネルギーダイアグラムを示す。これは 2 光子励起と呼ばれる過程であるが、図のように 1 つの蛍光分子が周波数  $\omega_1$  の 2 つの光子を同時に吸収してエネルギーの高い励起状態になり、その状態から元の基底状態へ戻る際に周波数  $\omega_2$  の蛍光としてエネルギーを放出する。光源として近赤外域などの長波長の光を利用し、焦点付近に紫外・可視の 2 光子

励起光を発生させるため、組織透過性が高く、試料へのダメージが少なくなるという利点を持つ。さらに奥行き方向の空間分解能に優れる。しかし、自己蛍光を観察する場合を除いて標識色素で目標物質を染色しなければならない。

SHG 光は (b) のように 2 光子過程で得られる光である。SHG は偶数次の非線形現象であり、反転対称性を持つ物質に対しては禁制となって SHG 光は発生しない。また、反転対称性を持たない物質であってもそれらが結合して対称中心を持つようになった場合や、ランダムに配向した場合にも発生しない。したがって SHG 光がもっとも効率よく発生するのは、対称中心を持たない物質が規則正しく配向している時である。SHG 光が発生するとき、その物質が蛍光性を持つなら多くの場合 2 光子蛍光が同時に発生する。

一方、ラマン分光を発展させた CARS は 3 個の光子から 1 個の光子が放出される 3 次の非線形光学現象である。通常のラマン分光よりも信号強度が大きくなるため、結果的に計測時間が短縮される。そのエネルギーダイアグラムは (c) に示す通りであり、 $\omega_1$  と  $\omega_2$  との周波数差がラマン活性を持つ分子振動数  $\Omega$  と一致したとき、 $\omega_3 = 2\omega_1 - \omega_2$  の光が共鳴的に増強される現象を利用している。

SHG や CARS はレーザー照射の焦点近傍のみから発生するため、画像を得るにはレーザー照射位置を走査しなければならない。この場合、平面だけでなく深さ方向にも走査することで、3 次元画像が得られる。

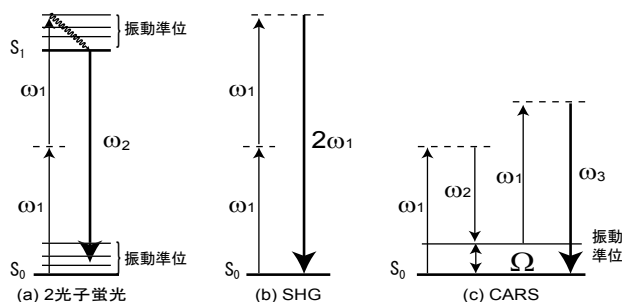


図 3 2 光子蛍光, SHG, CARS の光学過程

### 5.1 SHG 光学顕微鏡による真皮観測

コラーゲンは真皮に多く含まれ、皮膚の形態的及び機能的特性を決定する上で重要な役割を果たしている。したがって真皮コラーゲンの構造を観察することは皮膚生理や疾患に関する情報を得る上できわめて重要であり、真皮コラーゲンの変化を迅速にモニターするための診断技術が皮膚科学の分野で強く望まれている。そこで我々は SHG 顕微鏡によって、真皮コラーゲン分布の *in vivo* 可視化を試みているのでその一端を紹介したい。

コラーゲンの基本構造はトロポコラーゲン (コラーゲン分子) であり、光波長オーダーで反転対称性構造を持たず、大きな 2 次の非線形光学特性を有している。したがって、SHG 顕微鏡をもちいれれば無染色でコラーゲンを可視化できる。なお、基本は反射光学配置であるが、透過型の光学配置へも随時転換できるようにしている。さらに自動ステージによるサンプル走査あるいはガルバノミラーによるビーム走査を用いて、SHG イメージング計測を行っている。なお、本システムの面内分解能と深さ分解能はそれ

ぞれ  $1.5\mu\text{m}$  と  $14\mu\text{m}$  である。

図4は豚真皮についての透過光学系を用いた測定例で、真皮上層（乳頭層付近）、真皮中層（網状層上部）及び真皮下層（網状層下部）におけるコラーゲン線維分布が高コントラストなイメージとして可視化されている<sup>9)</sup>。一方、*in vivo* 計測では反射配置にする必要があるが、組織による多重散乱のため信号光強度が小さくなり SN 比の劣化が懸念される。レーザー波長を長波長化することで多重散乱効果が少なくできる上、測定可能深度の向上にも有効である。フェムト秒モード同期クロム・フォルステライトレーザー（Cr:F レーザー、中心波長  $1250\text{nm}$ ）を使用することにした。豚皮を測定試料として、表面から  $50\mu\text{m}$  ごとに深さ  $350\mu\text{m}$  までの SHG 画像を取得した結果、 $300\mu\text{m}$  まで鮮明な画像が得られて、レーザーの長波長化の有効性が確認できた。

ここでヒトを対象とする *in vivo* 測定への可能性について考察する。Cr:F レーザー光の生体への影響に関して、 $120\text{mW}$  の光をタマネギ切片の細胞壁に 10 分間照射しても細胞壁の破壊は認められなかったとする報告<sup>10)</sup>、 $100\text{mW}$  の光をゼブラフィッシュの胚へ 12 時間照射しても正常な幼魚に成長したとする報告<sup>11)</sup>、 $150\text{mW}$  の光をハムスターの口腔部へ 3 時間照射しても細胞の壊死は観測されなかったとする報告<sup>12)</sup> などがある。我々が提唱する装置では Cr:F レーザー照射光エネルギーが  $40\text{mW}$  と低く設定され、照射時間も 1 秒程度であるため、測定時における被験者への光照射エネルギーは上記例に比べて格段に小さい。したがって皮膚へのダメージは無視できると思われる。また、SHG 偏光計測を併用すればコラーゲン分子の配向を調べることができる。このように皮下のコラーゲンが直視できるため、我々は皮膚のしわと光老化の関係、あるいは加齢や機械的的刺激との関係などの研究を進めており<sup>13)</sup>、本法が医用計測のみならず健康指標として大いに利用できるものと期待している。

### 5.2 培地コラーゲンの観察評価

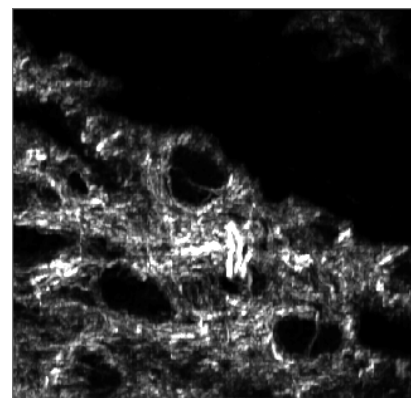
再生医療に供する細胞がコラーゲングル培地で培養されている。培地としてのコラーゲンは単に物理的な細胞支持構造をとるだけでなく、細胞と力学的なインターアクションを持ち、その刺激が細胞の増殖能や分化などにまで影響を及ぼすことが明らかになってきた。したがって高品質な培養細胞を安定に得るには細胞とコラーゲングルとの力学的な関係を調べ、その結果をもとに最適な培養環境を整える必要がある。そのため細胞とコラーゲングルの選択的な可視化を行い、ゲルを評価することが重要な課題となる。この場合コラーゲングル内で細胞は移動しながら増殖しているので、培養したままの状態を経時的に 3 次元観察しなければならない。

図5はコラーゲングルに線維芽細胞が内包されている様子を示す。細胞は周囲のゲル線維を足場にして時間経過とともに変位する。紙面の関係上、ある時点の画像を 2 次元表示しているが、 $256\times 256\times 50\mu\text{m}$  の立体画像を液晶ディスプレイ上に表示することができる。ここでは専用の SHG 顕微鏡の代わりに市販の共焦点レーザー顕微鏡（ニコン C1）を使用し、光源にフェムト秒モードロック Ti:S レーザーを用いることで、2 光子蛍光と SHG 光の両者を同時に得た。

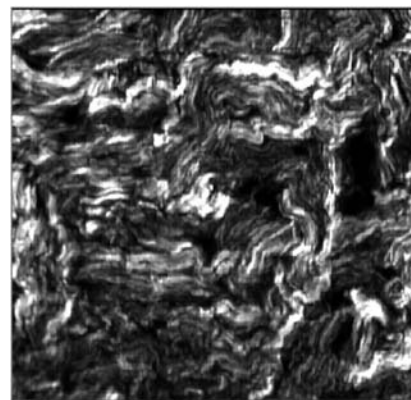
SHG 光に関してはコラーゲンが主体である。一方、細胞の自己蛍光は微弱であり、コラーゲンの自己蛍光との区別が付きにくい。そこで今回は Cell Tracker で細胞質を蛍光染色することでコラーゲンと識別したが、染色が細胞の生理活性に何らかの影響を与えている可能性がある。その意味からも無染色で細胞とその培地を識別可視化する手法を開発したい。このように適切な光源さえあれば通常のレーザー顕微鏡が直ちに SHG 顕微鏡に転用でき、蛍光との同時計測が行えるのも大きなメリットである。

### 5.3 CARS 顕微鏡による分子イメージング

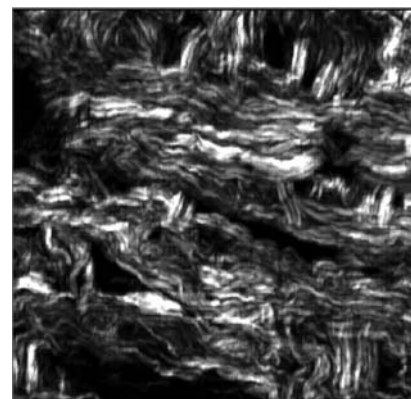
CARS では分子の指紋と呼ばれるほど分子構造に敏感な分子振動情報が得られるため、分子の同定に威力を発す



(a)



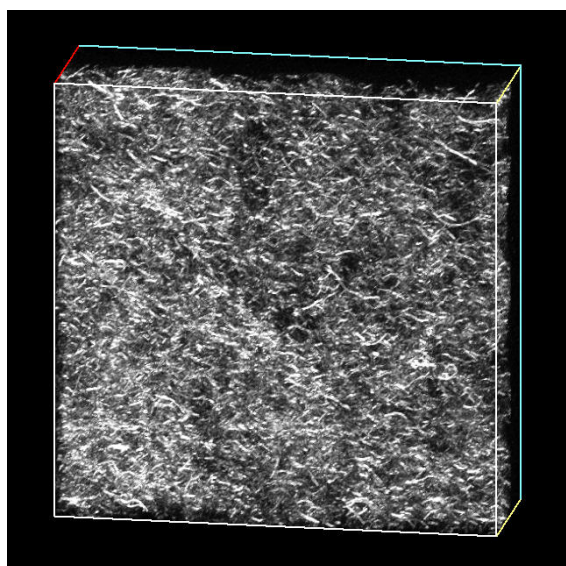
(b)



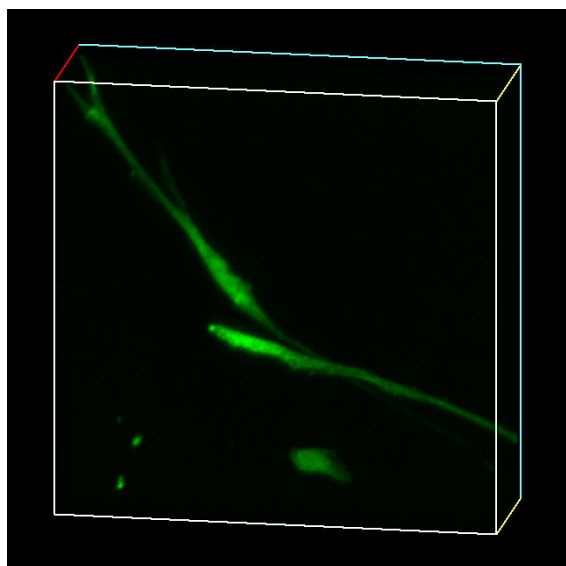
(c)

図4 ブタ真皮の透過 SHG イメージ（画像サイズ： $400\mu\text{m}\times 400\mu\text{m}$ ）(a)真皮上層、(b)真皮中層、(c)真皮下層

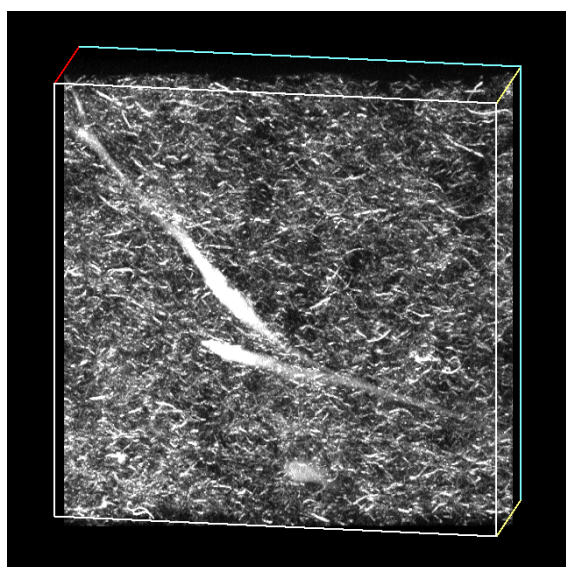




(a) SHG



(b) 蛍光



(c) SHG + 蛍光

図5 線維芽細胞内包コラーゲングルの3次元観測 (画像サイズ:  $256\mu\text{m} \times 256\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$ )

る. CARS を実現するには, 正確に同期された2台のパルスレーザーが必要である. そこで我々は2台のピコ秒レーザーを用いて, これらをフェムト秒オーダーで同期し, さらにその1つに高速波長走査可能な機能を持たせた<sup>14)</sup>. 2台のレーザーをフェムト秒の確度で同期発光させるため, バランス相関器からの信号によってレーザーをフィードバック制御している. さらに高速なイメージングを実現するため光学系にも工夫がなされ, 微小なレンズが多数集まったマイクロレンズアレイを搭載した. その結果, 多スポットでの CARS 信号が順次取得でき, 細胞のリアルタイム観測が可能となった.

図6は水液中に浮遊した直径  $3\mu\text{m}$  のポリスチレンビーズの  $1001\text{cm}^{-1}$  における CARS 画像を観測した例である. 露光時間は  $33\text{ms}$  であり, 毎秒30枚の画像が得られるため, ポリスチレンビーズの浮遊運動がビデオレートで記録できるが, ここでは紙面の関係で1フレームのみ表示してある. 次に生きた Hela 細胞を観察した例を図7に示す. 観測波数は  $\text{CH}_2$  伸縮運動に相当する  $2840\text{cm}^{-1}$  に設定した. 露光時間を0.1秒に設定したので毎秒10フレームの画像の取得が可能である<sup>15)</sup>. この結果からもわかるように, 露光時間  $100\text{ms}$  でも十分な CARS イメージングが取得できたので, この新しい顕微鏡によって細胞膜の修復過程の追跡, 薬物取り込みの機序など, 分子レベルにおける細胞生理情報のリアルタイム計測が実現でき, 細胞生体研究に大きく貢献するものと期待されている.

## 6. おわりに

光学顕微鏡の歴史を振り返ってみた. 最近ではレーザーの発達により生体試料をあるがままに観察することが可能になってきている. 我々はパルスレーザーを利用し, 非線形光学顕微鏡を独自に開発している. 無染色であるため *in situ* 観測には威力を発揮するが, 過度の入射レーザーパワーによって細胞や組織にダメージを与える. しかしパワーを下げると信号が雑音に埋没してしまうというジレンマに陥る. 今後, 低パワーで, より明瞭なイメージングが取得できるようになれば, 非線形光学顕微鏡の用途は増大するであろう.

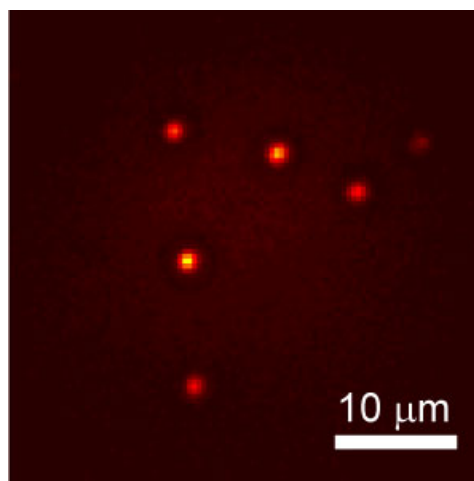


図6 水溶液中に浮遊したポリスチレンビーズのCARS画像

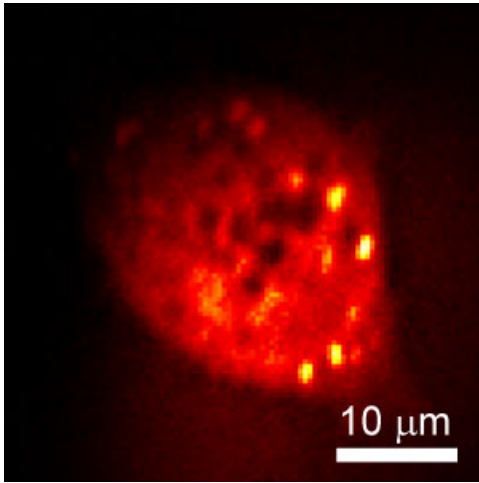


図7 生きた HeLa 細胞の CARS 画像

《著者プロフィール》



荒木 勉  
 大阪大学大学院  
 基礎工学研究科  
 機能創成専攻 教授  
 生体工学領域  
 工学博士  
 医学博士

参考文献

- 1) W. Denk, J. H. Strickler, and W. W. Webb, *Science* **248**, 73 (1990).
- 2) S. W. Hell and J. Wichmann, *Opt. Lett.* **19**, 780 (1994).
- 3) K. I. Willig, S. O. Rizzoli, V. Westphal, R. Jahn, and S. W. Hell, *Nature*, **440**, 935 (2006).
- 4) D. W. Pohl, W. Denk, and M. Lanz, *Appl. Phys. Lett.*, **44**, 1 (1984).
- 5) Yasushi Inouye and Satoshi Kawata, *Opt. Lett.*, **19**, 159 (1994).
- 6) K. Fujita, M. Kobayashi, S. Kawano, M. Yamanaka, and S. Kawata, *Phys. Rev. Lett.*, **99**, 228105 (2007).
- 7) 吉木啓介, 阿井川智正, 橋本守, 栗原誠, 橋本信幸, 荒木勉, *生体医工学*, **46**, 698 (2008).
- 8) 宮脇 敦史 編著: 『GFP とバイオイメージング』 (羊土社, (2000).
- 9) 伊藤誠啓, 安井武史, 荒木勉, 山下豊信, 國澤直美, 高橋元次, *光学*, **1**, 35 (2007).
- 10) I. H. Chen, S. W. Chu, C. K. Sun, P. C. Cheng and B. L. Lin, *Opt. Quantum. Electron*, **34**, 1251 (2002).
- 11) S. W. Chu, S. Y. Chen, T. H. Tsai, T. M. Liu, C. Y. Lin, H. J. Tsai and C. K. Sun, *Opt. Express*, **11**, 3093 (2003).
- 12) S. P. Tai, W. J. Lee, D. B. Shieh, P. C. Wu, H. Y. Huang, C. H. Yu and C. K. Sun, *Opt. Express*, **14**, 6178 (2006).
- 13) T. Yasui, Y. Takahashi, S. Fukushima, Y. Ogura, T. Yamashita, T. Kuwahara, T. Hirao and T. Araki, *Opt. Express*, **17**, 912 (2009).
- 14) T. Minamikawa, N. Tanimoto, M. Hashimoto, T. Araki, M. Kobayashi, K. Fujita and S. Kawata, *Appl. Phys. Lett.*, **89**, 191101 (2006).
- 15) T. Minamikawa, M. Hashimoto, K. Fujita, S. Kawata, and T. Araki, *Opt. Express*, **17**, 9526 (2009).

### 3. 特 集 記 事

#### 日本のものつくりを医療に生かす時代に

慶應義塾大学 谷下 一夫

近年の医学の目覚ましい進歩には、科学技術の画期的な進展による部分が多い。特に医療技術に関しては、これまで3つの技術革新があったと言われる。まず抗生物質の発見により外科手術が大きく進歩した。これが第一次技術革新である。次にCTなどの非侵襲診断装置が導入され、診断精度が著しく向上した。第二次技術革新である。さらに、ヒトのゲノムの解読が完了し、分子生物学レベルでの診断治療を可能とするテーラーメイド医療(患者の個性に合わせた医療)が現れた。これは第三次技術革新である。本部門で活発に研究が展開されているリアリストイクモデル

に基づくバイオメカニクスの研究は、テーラーメイド医療の基盤と言える。その次の第4次技術革新は何か?これに関しては色々な見解があるかもしれないが、低侵襲治療技術だと筆者は考えている。低侵襲治療としては、大きく胸や腹を切開しないで、数本の細い内視鏡を挿入するだけで手術を可能にするという内視鏡手術がその代表例である。さらに、内視鏡手術の操作を遠隔で可能にするという手術ロボットも出現し、昨年秋には米国製の手術ロボットである「ダビンチ」が厚生労働省の認可がおりて、これから日本の多くの病院においてダビンチで手術を受ける患者

さんが増えるだろう。さらに、これまでの医学の常識を変える技術が進んでいる。それは血管内手術である。実は日本人の死因の 3 割は脳血管と心臓の血管の病変に基づいており、癌で亡くなっている割合と同じである。このように深刻な血管病変に対して、血管内で治療を完結させるという画期的な医療技術が血管内手術である。例えば心臓に栄養を送る冠動脈が動脈硬化によって狭くなると狭心症や心筋梗塞が生じるが、狭くなった血管部位にステントという網目状の管を挿入して、狭くなっている血管を拡大して血流を改善する事が出来る。以前は、大きく胸を開き、血流を改善させるためにバイパスの血管を新たに作るという大手術によって治療が行われていた。所がステントによる血管内手術では、数日の入院で治療が可能となり、患者に対する負担の画期的に軽減され、退院後すぐに社会復帰が可能となっている。このようなステント技術は、脳血管病変の脳動脈瘤の治療にも適応可能であることがわかり、現在脳血管へ適用するステントの開発が密かに凄まじい勢いで進んでいる。

現在進行中の第 4 次の医療技術革新である低侵襲治療技術には、先端的な工学技術の大幅な導入が必要である。特に我が国は世界に誇るもの作り大国であるので、低侵襲医療技術の進展に大きく貢献できる国と思われるが、残念な事に医療分野へ我が国のものづくりのノウハウが活用されておらず、外国で開発された手術ロボット(ダビンチ)や血管内ステントを輸入して医療現場で使用されている状況となっている。さらに特筆すべきは、このような外国依存の状態は、現在に限ったわけではなく、CT が出現した第 2 次技術革新が起こった 1970 年代から変わっていない。当時指摘された例は、心臓ペースメーカーと人工関節である。両者とも十分に我が国のものづくりの技術で開発可能であるが、現在では外国製のシェアで占められており、日本の進出の可能性は極めて低い。特に治療機器に関しては輸入超過の状況が続いており、厚生労働省が発表した新医療機器・医療技術産業ビジョンに示されている。さらに、国内外で開発された優れた医療機器が医療現場に届くのが大幅に遅れる。このような状況は「デバイスラグ」と言われており、朝日新聞の平成 22 年 3 月 22 日の Globe で大きく取り上げられてる。医薬品に関しても、よい薬が日本でなかなか使えないという「ドラッグラグ」が以前から問題になっているが、これでは、いくら優秀な医師の先生がたくさんおられても、先端的な医療が成り立っていないのと同じではないだろうか。そもそも「ドラッグラグ」とか「デバイスラグ」という言葉が、一般的な時事用語になっている事自体憂慮すべきことではないだろうか。

医学に工学領域が協力する医工連携には、1970 年代から多くの医学者や工学者が注目し、関連する学会も多く設立され、活発でレベルの高い研究がなされている。本部門における研究も極めて活発で、世界的なレベルに達していると言ってよいと思われる。活発な研究実績の割には、その成果が医療現場まで届いていないという状況が何故続いているだろうか。この問題に関しては、日本生体医工学会など多くの学会でシンポジウムが開催され、多くの特集記事が学会誌に掲載されて来たが、医療分野にものづくりのノウハウが活用されていない状況は余り変わっていない。

い。この問題に関しては 3 つの要因があると思っている。即ち医療技術を統括する厚生労働省による規制・審査のあり方、ものづくり分野と医療との接点、並びに医工連携の人材育成である。従来は、日本の医療産業が育成されない原因は厚生労働省の規制のハードルが高いという指摘が多かったが、それだけではなく、ものづくりを中心とする工学分野と医学分野との融合が遅れており、両分野の融合に携われる人材が限られている点が大きな問題である。例えば、治療に使う機器の製作のための、材料や電池の供給すら断る企業があると聞いている。朝日新聞の記事では、「非協力の壁」と指摘されているが、医療分野に対する無知と偏狭な自己防御の姿勢には、驚くばかりである。先ほど述べた低侵襲治療技術は、外国ではその発展性や将来性に大きな注目が集まっており、全力を挙げてその開発研究に取り組んでいる。医工連携で大きな実績を持っている米国に加えて、ドイツが頑張っており、アジアでは中国や韓国、さらにシンガポールでの開発研究の勢いは凄まじい。日本で諸先輩の方々の努力によって蓄積されたものづくりのノウハウが、医療分野で生かされない状況がこのまま続いてよいのだろうか。

このような問題意識の基に、ものづくり基盤分野、臨床医学分野、産業界並びに官界が遭遇できるプラットフォームを設立し、医工連携の問題と向き合うという事を目的に「日本医工ものづくりコモンズ」を設立させた。コモンズの特徴は、それぞれの分野の基盤的な学会が集まったという点であり、それぞれが同等・共通な立場で情報・意見交換を行えるようにする事が中心で、その意味で「コモンズ」という名称になっている。即ち、それぞれの立場から医療機器開発の問題に向き合い、将来の解決策を探る事を目標にして、医工連携共同研究開発の体制を実現させる事を目標にしている。以下にコモンズの趣旨書の文章を記す。

#### 日本医工ものづくりコモンズの設立の趣意書

2009 年 3 月

今世紀に入り、高度かつ効率的な医療を実現するために、基礎研究および開発研究に基づく医療工学産業を振興することは、我が国のみならず世界各国の最重要目標の一つとなっている。我が国においても、21 世紀を通して持続的発展を遂げるため、我が国の医療工学産業の地歩を固め、さらに、この領域の世界市場において攻勢に転じなければならない。このためには、産官学と医療現場を統合して多分野の英知を結集した研究開発体制を実現し、ここに我が工学技術の粋を集中させる必要がある。

しかしながら、我が国は基礎医学・基礎工学研究の独自性、先進性において諸外国に先駆けているにもかかわらず、その成果が我が国の医療現場に生かされることが少ない。事実、最先端の非侵襲的医療を現にささえている診断および治療用カテーテルや、心臓ペースメーカー、人工関節などの高度医療機器・器具はほぼすべて、欧米諸国からの輸入品に席卷されている。これらの機械・器具・システムは、現在の我が国の技術力をもってすれば容易に産み出すことができる製品ばかりであるにもかかわらず、このような状況となった原因は、従来の医工連携がなかなか実を結ばず、



そのため世界に卓越した医療工学産業が我が国において育っていないためである。このような現状は、すでに前世紀から産業界・学界において問題とされてきたが、今世紀に入り事態はますます悪化しつつある。

このような状況を脱するには、これまでの医工連携の種々の試みが必ずしも成果を挙げるに至っていない原因に遡って正す必要がある。その原因の一つは、工学と医学それぞれの方法論・哲学・知的言語体系には極めて異質のものがあ、相互理解が不十分なまま医工連携を進めたことである。

このため、医工連携に貢献できる「ものづくり」を基盤とする工学各分野の研究者・技術者が、工学とは異質な学問・技術体系である医学・生物学を客体視するための基礎を固める上で共通の理解と基盤を築くことから始めることが必要である。幸い、工学の分野は極めて広範であるにもかかわらず、そこには共通の理論的・思想的基盤があることから、この作業は比較的容易であると考えられる。

このため、まず、医工連携、医療工学・人間中心技術の開発に携わる人材育成と、医工ものづくり産業に関わる問題点と展望について、工学系の基盤的な各学会の合意により「コモンズ（仮称）」を設置して意見と情報を交換し、その上で技術的に意味のある医工連携共同研究開発を推進する体制の確立へつなげることが必要である。そこで幅広い研究者・技術者が融合して議論し、知的基盤形成などを主として実行出来るコモンズの設置をここに提案する。

（註）「コモンズ」とは、昔から英国等にある共有地の概念で、村の中に一定の区画を共有地として保つ事を申し合わせて、牧草や樹木を育て、だれでも牛を入れたり、薪をとってもよいことにする土地の事である。米国の初期の植民地であるボストンにも、街の中心に長方形の「ボストンコモン」が公園として残っている。

○本趣意書は、以下の学協会の理事会にてご審議頂きまして、日本医工ものづくりコモンズへのご参加をご承認頂いております。

日本機械学会、電気学会、精密工学会、日本生体医工学会、日本コンピュータ外科学会、日本内視鏡外科学会、日本人工臓器学会、計測自動制御学会、日本ロボット学会、ライフサポート学会、日本バイオレオロジー学会、NPO 法人 REDEEM

BE部門の皆様はよくご存じのように、医療産業を育成のためには、数多くの高いハードルを越えなくてはならない。そのようなハードルを越えるのは無理というご意見をもたれている方も少なからずおられると思う。しかしながら、この現状をそのまま放置して、研究さえ世界的なレベルであればよいというので良いだろうか。筆者の研究室の経験では、患者さんのために尽力する仕事に就きたいという真面目で優秀な若者が結構いるが、そのような若者全てが医療産業に就職できているわけではない。本部門は、世界の生体工学をリードしている部門とも言えるので、是非とも日本の医療機器開発の問題「デバイスラグ」にも大きな関心を持って頂き、何か将来に向けて、日本のものづくりのノウハウが医療に生かされる仕組みが出来るように貢献して頂ければと願っている。ちなみに今後のコモンズが関わる行事として以下の企画が予定されている。

9月6日（月）「医療機器開発と臨床研究に対する薬事法規制の基礎知識と課題」鎮西清行（産総研）日本機械学会年次大会（名古屋にて開催）「医工学テクノロジー分科会」による企画（田中正夫阪大教授主査）

9月18日（土）「医療機器の開発から市販まで」第8回生活支援工学系学会連合大会（大阪大学基礎工学部豊中キャンパスで開催）

11月3日（水）コンピュータ外科学会大会におけるシンポジウム（九州大学にて開催予定、内容は未定）

#### 《著者プロフィール》



谷下 一夫  
慶應義塾大学  
理工学部  
教授

## 東京女子医科大学・早稲田大学連携

### 先端生命医科学研究教育施設（TWIns：ツインズ）の紹介

早稲田大学 梅津 光生

#### 1. はじめに

早稲田大学（以下早大）と東京女子医科大学（以下女子医大）の医工連携の歴史は古く、今から40年以上も前に早大理工学部機械工学科土屋喜一教授と女子医大心臓外

科榊原任教授（ともに故人）との間で開始された。土屋喜一教授は、日本機械学会の会長を務めた経験もあり、このバイオエンジニアリング部門を立ち上げた先生でもある。人工心臓や補助循環の共同研究のみならず、生体

計測、医用材料分野の共同研究は、その後も個人ベースではあったが、2大学の間の共同研究が脈々と続けられ、そこで医工連携の取り組み方のノウハウが蓄積された。そして、2000年に、両校の学術連携協定が締結され、翌年には早大では著者が中心となって学際型専攻である生命理工学専攻が創設された。一方、女子医大でも岡野光夫教授によって先端生命医科学研究所が開設され、先ず、両校の医工連携が見える形で組織化された。また、2004年には、文部科学省 科学技術振興調整費戦略的研究拠点育成プログラム「先端科学と健康医療の融合研究拠点の形成」（いわゆるスーパーCOEプログラム）が私学で初めて採択された。これにより、医学部を持たない早大においては、理工学と医学の融合研究および若手研究者の人材育成の体制整備が図られた。

その具体的な展開場所として、2008年春に両校の連携施設「東京女子医科大学・早稲田大学連携先端生命医科学研究教育施設」（ニックネームは両校の頭文字とInstitutionよりTWIns: ツインズと命名）が設立された。

(図1) この施設は、地上3F、地下2Fで、総床面積は20000 m<sup>2</sup>である。<sup>[1]</sup> 早大においては、従来複数キャンパスで行われていた生物学、生命医科学、医工学領域の研究設備と人員をこの女子医大隣接地のセンターに結集させ、理—工—医の連携実施の環境を整備する構想のもと、今まで治らなかった病気に対する先進医療への挑戦や、病気にならないような技術への挑戦を通して、人材育成も進めてゆく場所として位置づけている。<sup>[2-4]</sup> 本稿においては、その施設の紹介といくつかの研究内容に関して概説する。

## 2. 連携施設TWIns (ツインズ) の特徴

この連携施設の建設にあたり、両校の資金拠出の比率により、当初早大がビルを2棟、女子医大が1棟建設し、渡り廊下でつなぐという案が出されたが、両大学の壁を取り払い、仕切られることなく研究者同士が自由に交流できる環境こそが真の連携が出来る環境になる、というコンセプトが採用された。海外の研究所では、コーヒーを飲みながら異分野の研究者同士が歓談することで、そこから新領域の研究テーマが生まれる、というような場面が多々ある。このようなことをイメージし、空間を多数設けて両校の研究者・大学院生の出会いの場を積極的に設けるデザインと

なっている。図2は、2ヶ月ごとに定期的に行われているTWInsのお誕生日会の記念写真である。これを提案したのは、女子医大の脳外科医で、当初は幼稚園みたいだと笑う研究者もいたが、はじめてみると違うバックグラウンドの人と仲良くなるきっかけができる。このような二つの大学、二つの学校法人が一つの施設内に同居する例は稀であり、その運営には難しい場面に出会うこともあるが、宮崎俊一女子医大大学長、白井克彦早大総長を代表とする連携協議会のもと、走りながら、新しい研究、開発、教育のシステムの運営が開始され、この2年間は比較的スムーズに進んでいる。現在、この施設には早大から大学院生300名を含む約400名が入居し、女子医大からも150名が入居しているが、もちろん二つの大学のみ限定するものではなく、内外の医療関連施設や大学、企業などの受託事業、共同事業などの産学官連携を発展、強化できる機能を有している。

また、2010年春からは、全国初の共同大学院“共同先端生命医科学専攻”が開設された。これは二大学の長が一つの学位を出すという全く新しいシステムである。第1期生は、博士学生のみ12名でスタートしたが、全員社会人で、官公庁、大学、大企業などからユニークな経歴の方々が集まった。この設立の背景は、以下の通りである。<sup>[5]</sup>

従来の自然科学系の研究スタイルは、新しい概念の提唱と実験によるその実証であるが、医療機器や医薬品開発において、学術的な研究成果はそのままでは臨床には応用できない。そこには、前臨床試験、更に厳格な倫理審査を経た上で臨床試験に着手でき、承認後も、継続的に安全性と有効性の確保が求められている。しかし、新しい概念の医療機器や医薬品においては、その安全性や有効性に関して、科学的に適切な評価方法が確立されておらず、その効果検証に多くの時間と労力が費やされてきた。この段階を科学的な根拠を基に、具体的な方法を提示するための学問が”医療レギュラトリーサイエンス”である。先進医療技術が、迅速に導入・活用される社会を創造するためには、医療レギュラトリーサイエンスを修得した人材を、各分野へ輩出することが急務であり、本専攻では、医療レギュラトリーサイエンスに関する学問体系を確立すると共に、先端医療機器、医用材料や再生医療、ゲノム医療などの開発と実現において指導的な役割を担う人材を養成する予定である。



図1 東京女子医科大学・早稲田大学連携先端生命医科学研究教育施設 (TWIns) の外観



図2 TWIns の出会いの場 (お誕生日会)



### 3. TWIns における Another EBM (Engineering Based Medicine) の実践

現在は、TWIns のメンバーは、内外でさまざまな連携研究を推進しているが、その中で梅津研究室では、血液循環シミュレータの技術を発展させ、工学が医療に貢献できる DRY ラボという環境作りを進めている。(図 3)

1) 手術技能研修室: 冠動脈バイパス術と僧帽弁形成術に対しシミュレータを用いて反復練習する実験環境を整備している。そこでは、若手外科医が冠動脈吻合技能を行い、その技術を定量的に評価できる。また、僧帽弁形成術のシミュレーションにおいては、シミュレータ内に設置されたブタ僧帽弁に対して病的な状態を意図的に作り、患者の僧帽弁不全の循環状態を再現している。これに対して、熟練医が難易度の高い複数の手術に対してどの手技が効果的であるかを非臨床で定量的に調べる、すなわち外科医の技を数値で表現することを進めている。<sup>[6,7]</sup>

2) 人工臓器機能評価実験室: 開発中、あるいは新規の医療機器に対して、臨床に即した環境をシミュレータで再現し、そこで性能評価実験を行える実験室の整備を進めている。評価項目は、流体力学特性、耐久性、血液適合性であり、耐久性に関しては、近年ステントの破損事例の報告が増えてきており血管用ステント(末梢血管、冠動脈)の耐久性を短期間に予測評価する加速耐久試験装置を開発した。<sup>[8]</sup> その耐久性を比較評価することができる本装置には国内外の医療レギュラトリーサイエンスに係る研究者、企業人、医療機器審査関係者などが見学にきており、我が国初の体験型実験施設として整備中である。一方、血液適合性評価試験においては、拍動型人工心臓を含む完全閉鎖流体回路系を 2 つ用意し、その中の厚生要素のコーティング材料のみを替えて新鮮なヘパリン血を注入して同一血行動態の下での血液適合性を比較できるものである。これにより、再現性高く抗血栓材料の性能を定量化することができるようになった。<sup>[9]</sup>

3) 医療情報解析室: 医療行為を定量評価するプロセスを経験するために、流れの可視化、数値流体解析(CFD)を医療情報と結びつけることが出来る環境の整備を進めている。ここでは、血液ポンプなどの治療機器をはじめ、脳動脈瘤や冠動脈の実形状モデルを高分子で作ることができ、その病変部位での血行力学を現実に近い環境下で詳細に再現して評価することができる。<sup>[10]</sup> また、数値シミュレーションによる血流可視化では脳神経外科医とともに大規模な症例数のデータに基づく脳動脈瘤の大規模な破裂リスク解析を行い、未破裂・破裂脳動脈瘤を的確に判断し、手術の必要性や緊急性を医師の経験に加えて科学的データに基づいて評価する指標の構築が進められている。<sup>[11]</sup>

これらの実験室の使用を通じて、科学的な非臨床実験データに基づき、医療の安全性、有効性の評価を行なうことを今後も進める予定であるが、それらの蓄積により、医療のレギュラトリーサイエンスの学問構築を推進してゆく。

### 4. おわりに

著者のバイオメディカル・エンジニアとして 35 年間やってきた経験から、この TWIns のような異分野が融合できる環境を整備することが極めて大切であると確信して

いる。国立循環器病センター研究所の設立当初、人工心臓開発のオリジナルメンバーの一人として働いていたとき、1ヶ月に17日間、人工心臓ヤギの横で当直した経験がある。ヤギの状態が悪化した時、「自分はエンジニアなので・・・」と何もしないわけにはいかない。また、当直中に機械のトラブルがあっても「わたしは医者なので何もしません」では困る。お互いの分野に敬意を払い、各自のオリジナリティーを大切にしながら異分野へも足を踏み入れて、グループで活動して行く姿勢こそが成功への鍵だと思う。そういう意味から、異分野融合教育でニーズ・シーズ両方の分野の目利きを育てることがバイオメディカルエンジニアリング分野の発展のために重要であり、この連携施設(TWIns)の果たす役割は大きいと信じている。

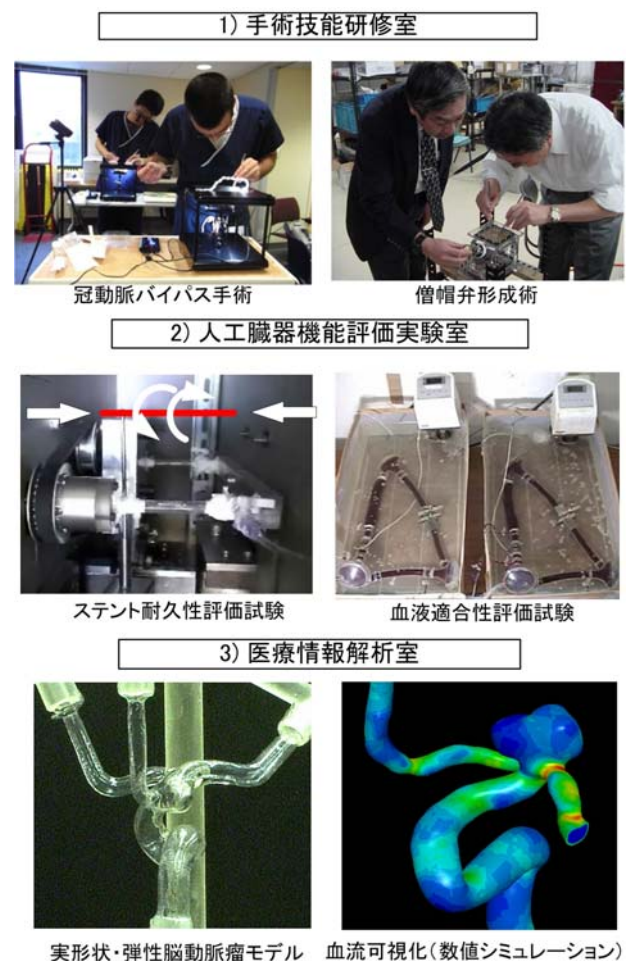


図 3 TWIns の循環器系 DRY ラボセンターにおける研究内容の概要図

謝辞: 本研究を進めるに当たり、文科省私立大学学術研究高度化推進事業(ハイテクリサーチ整備事業 2007 年)及び、厚生労働科学研究費補助金(医工連携研究推進基盤研究事業:H20-001)の援助をいただいている。ここに謝意を表す。また、梅津研の実験室整備に貢献してくれている岩崎清隆、八木高伸、坂口勝久、朴栄光、銭逸らのスタッフ、および大学院生、共同研究先の諸氏に心から御礼申し上げます。

## 《著者プロフィール》



梅津 光生  
早稲田大学  
理工学術院  
創造理工学部  
総合機械工学科 教授  
先進理工学研究科  
生命理工学専攻 教授  
共同大学院  
先端生命医科学専攻長  
TWIns センター長

### 参考文献

- 1) 梅津光生, 東女医大誌 79 (3) : 90-95, 2009
- 2) Umezumi, M., Yamazaki, K., Yamazaki, S., Iwasaki, K., Miyakoshi, T., Kitano, T., Tokuno, T., Biocybernetics and Biomedical Engineering, 27 (1/2) : 111-9, 2007
- 3) 坂口勝久, 沢田里智, 清水達也, 岩崎清隆, 大和雅之, 梅津光生, 岡野光夫, ライフサポート 21 (3) : 104-9, 2009
- 4) 植松美幸, 青見茂之, 鈴木浩一, 西井規子, 中村亮一, 村垣義浩, 伊関洋, 上杉繁, 梅津光生, 日本コンピュータ外科学会誌 8(4) : 417-24, 2007
- 5) 共同大学院先端生命医科学専攻のWEBは, <http://www.jointbiomedsci.waseda.jp/>
- 6) 梅津光生, 朴栄光, CIRCULATION Up to Date, 4(1), pp15-21, 2009
- 7) Park YK, Mita Y, Oki E, Kanemitsu N, Shiraishi Y, Ishii Y, Azuma T, Ochi M, Umezumi M., Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2007 : 2705-8, 2007
- 8) Iwasaki K, Tsubouchi S, Hama Y, Umezumi M, Proceedings of the 13th International Conference on Biomedical Engineering, pp131-132, 2008
- 9) 岩崎清隆, 梅津光生, ほか, 日本機械学会 第15回バイオエンジニアリング講演会論文集, pp361-362, 2003
- 10) Yagi T, Wakasa S, Tokunaga N, Akimoto Y, Umezumi M, IFMBE Proceedings 25/IV, pp. 2337-2340, 2009.
- 11) Qian Y, Fukui K, Umezumi M, Takao H, Murayama Y, Interventional Neuroradiology 13(Suppl2), pp384-408, 2007

## 「医療機器承認審査の近年の動向」

産業技術総合研究所 山根 隆志

### 1. はじめに

筆者は最近, (独) 医薬品医療機器総合機構で医療機器の承認審査にかかわってきたが, 書類の厚さは違うものの, 論文査読とよく似ていると感じる. 論文査読とは研究内容にオリジナリティがあるか, 研究成果に必要な根拠が揃っているか審査するプロセスであり, 承認審査では, 申請した機能(品目仕様)に十分な根拠書類が揃っているか審査するプロセスである. 論文査読では複数の査読者につき, 機器審査でも複数の審査担当者について合議で進める. ただし承認審査では類似医療機器は同じ基準で審査することが求められ, 所要時間が申請企業の損益を左右する.

機器審査はかつて2年近くかかっていたが, 審査迅速化アクションプログラムが制定され, 5年以内には総審査期間が14ヶ月以内にまで短縮される予定である. これまで医療機器の開発から臨床試験, 承認に至るまでの時間が海外に比べて長いことは, 「デバイス・ラグ」と称されて, 日本の医療機器産業の国際競争力を失わせる大きな要因となると指摘されてきた. 世界的には26兆円規模といわれる医療機器市場の中で, 現在11%を占める日本の医療機器産業を, 今後大きく育てるためにも, 人的な側面と, 新たな施策, 仕組みの見直しの両面から増強を図る必要がある.

### 2. 医療機器の審査の歴史

審査対象となる医療機器の特徴は, 非接触で用いる検査・診断機器から, 組織接触や体内留置する手術・治療機

器まで, 医療機器は種類が多くバラエティに富んでいる. 具体的にはMRI装置や手術用ロボットなどから, X線フィルム, カテーテル, 手術用具に至るまで, 機器の種類(一般的名称)は4000種以上に及ぶ. また申請企業として中小企業が多いことも特徴であり, 高分子材料を得意とする企業, 金属材料を得意とする企業, 電気電子部品を得意とする企業, システムアSEMBLを得意とする企業, など技術分野ごとに企業が分かれているため, 中小企業からの申請が多くなるのではないかと思われる. 以下の医療機器の承認審査については文献1), 2)にもわかりやすく解説されている.

医療機器の審査機関としては, もともと厚生労働省の下に, 医薬品医療機器審査センター及び(財)医療機器センターがあり計20人余りで, 年間3000件の膨大な審査をこなしていたが, 明らかに人手不足であった.

平成16年4月に, これら医薬品機構と医療機器医センターと医薬品医療機器審査センターが合併して, 医薬品および医療機器の承認審査・安全・救済に関する総合機関である(独)医薬品医療機器総合機構(PMDA)が発足した. ここに, (独)産業技術総合研究所から, 毎年1人以上職員が外向して機器審査を行っており, 延べ10人が審査を行った経験を持ち, 著者もその1人である.

また審査の動向を大きく変えた契機として, 平成17年4月の改正薬事法の施行がある. たとえば承認申請は, 単なる部品の「製造」に対してではなく, 市場出荷にかかわる「製造販売」について行われることに変更になった. こ



れと同時に「医療機器及び体外診断用医薬品の製造管理及び品質管理の基準に関する省令」（医療機器QMS省令）が適用され、各社社内体制の見直しが行われた。

### 3. 承認審査とは

医療機器の開発プロセスはご存知のとおり、①大学あるいは研究所での基礎研究、②実験室での実験や動物試験などによる「非臨床試験」、③人に対して行われる「臨床試験」を経て、申請を行い承認ないし認証を得た後に、市販という流れになる。承認審査が寄って立つ法律は「薬事法」であり、「品質、有効性および安全性の確保のために必要な規制を行う」とされており、関連する通知が数多くある。

医療機器にはリスクに応じて、いくつかのクラスがある。人体の組織接触、体内留置をするようなハイリスク品は「高度管理医療機器」（クラスⅢ～Ⅳ）であり、PMDA

を経て厚生労働大臣承認を必要とする。非接触で用いる診断機器のような人体への影響が低いものは「管理医療機器」（クラスⅡ）であり、このうち類似機器があつて認証基準が存在するものは第三者認証機関で審査され、類似機器が少なく認証基準が存在しない機器はPMDAで審査される。体温計のような人体へのリスクが低いものは「一般医療機器」（クラスⅠ）であり、自己認証を行う。

実際の審査の流れについては、図を見て頂くとわかりやすいが、「臨床試験が必要か？」という問題などは、審査の中でよく議論に上る。海外でも使用事例がなく、国内使用は初めてという場合には、当然ながら臨床試験は必要である。しかし海外で何例か使用事例があるが、日本で使うのは初めて」という場合には、もちろん臨床試験データは海外のものも国内のものも区別せずに出せるが、「国や人種によって体格、体質が違うのに、区別なく使えるのか」

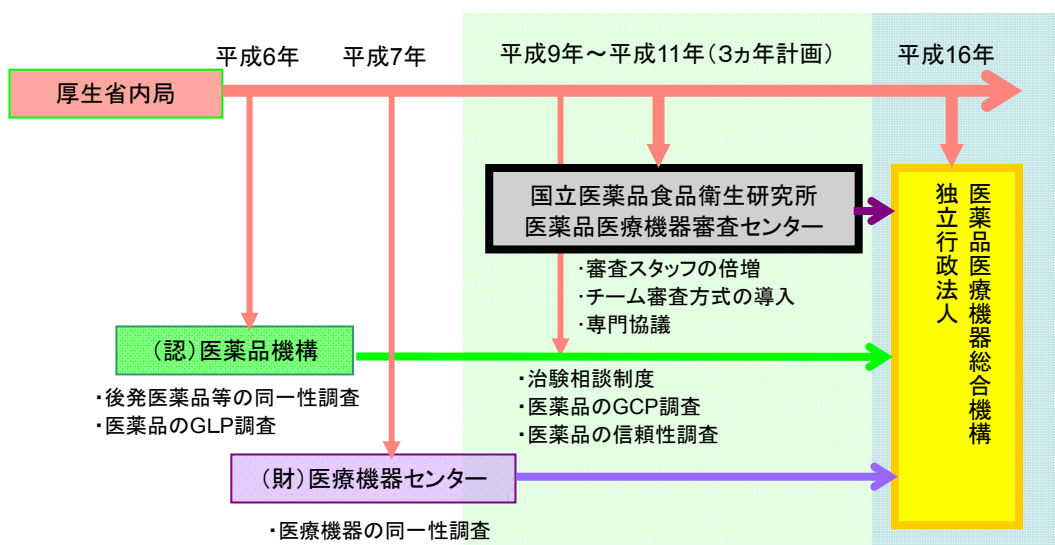


図1 医薬品・医療機器の承認審査体制の変遷



図2 医療機器の分類と規制

といった課題も生じる場合があるので、日本で数例だけでも臨床試験を追加して、あとは海外データを参照する、という「合わせ技」を適用する場合もある。また、日本全国でも年間数例しか例がないような「希少疾病」に関する機器の場合には、過去の論文を調査して、世界数カ国で臨床データを集めて解析するというような「臨床評価報告書」というもので対応する場合もある。

最近の動向として、申請に関する「相談」が整備されている。これは申請書類を提出した後での変更で時間をロスしないためであり、担当者間の引継にもこの相談の活用は有用である。たとえば「非臨床試験（研究室の実験、動物実験）はこれでよいのか」、「臨床試験はどのように設計すればよいか、症例数は」などという疑問に対しメニューで示した中から適切な相談を行い、ある程度の合意ができていけば、少なくとも申請のスタートラインでつまづくことはない。できるだけ早めに相談をして、申請書類を提出したら、それ以降は短期間で審査をすませる方向に向かっていく。また審査の一般論について相談を受ける、無料の事前相談というものもある。

#### 4. 医療機器審査の迅速化とアクションプログラム<sup>3)</sup>

デバイス・ラグの解消に向けて、「革新的医薬品・医療機器創出のための5カ年戦略」（平成19年4月）に基づき、平成20年12月「医療機器の審査迅速化アクションプログラム」<sup>3)</sup>が厚生労働省により策定された。これは平成21年4月からスタートした5カ年計画であり、新医療機器の場合でも5年後にはアメリカ並みの総審査期間14ヶ月にもっていくことが目標である。

##### (1) 審査員増員と事前評価制度の導入

そのための方策として、まず毎年14名づつ審査員の採用を行い、35名から104名へと3倍に増員する計画が、平成21年度より進行中である。

また、事前の相談制度は紹介したが、平成22年度より事前評価制度が始まる。これは申請前から相談のみならず、

部分的に審査を実施するもので、申請書類を提出した時点では、機構の方でもすでに内容を承知しているという状態に近づけようとするものである。

##### (2) 3トラック制の導入

さらに、審査対象を「新医療機器」「改良医療機器」「後発医療機器」の3つに区分する「3トラック制」が平成23年度から導入される。たとえば、もしすべての申請が同じ待ち行列に並んでいたとしたら、審査がすぐに終わるはずと思われる品目でも、何年も待たなければいけないような状況になってしまう。そこで、高速道路に低速車線や追い越し車線などがあるように、審査対象を3つに分け、審査の単純な品目はどんどん処理をして、審査の重いものはじっくりと審査をする、という方法にしたものである。

##### (3) 総審査期間の短縮目標

審査期間も目標が決められていて、かつては新医療機器についていえば、審査に20~22ヶ月かかっていたが、5年後には、開発期間を12ヶ月短縮、審査期間を7ヶ月短縮、合計で19ヶ月短縮する。これによって、アメリカ並みの総審査期間14ヶ月にもっていくことが目標である。

現実にアメリカでは短期で承認されているわけであるから、世界的な市場競争を考えるとこのくらいの目標設定は必要である。しかし、現状は過去に申請されたものがうず高く積まれている状況である。そのため、過去の申請が一通り片付いた後に、これらの数値目標が達成されるものと考えていただきたい。

ただしその中でも、優先的に審査が行われるものがいくつかある。「優先審査」と呼ばれるこれらの審査品目は、学会が指定する「医療ニーズの高い医療機器」の一部や、「希少疾病医療機器」などである。これらは3トラック制が本格運用された後も、3トラックの枠の外で、迅速な審査が行われる。

#### 5. 最近の承認審査事例の紹介

クラスⅢ~Ⅳの新医療機器は、薬事審議会医療機器部会

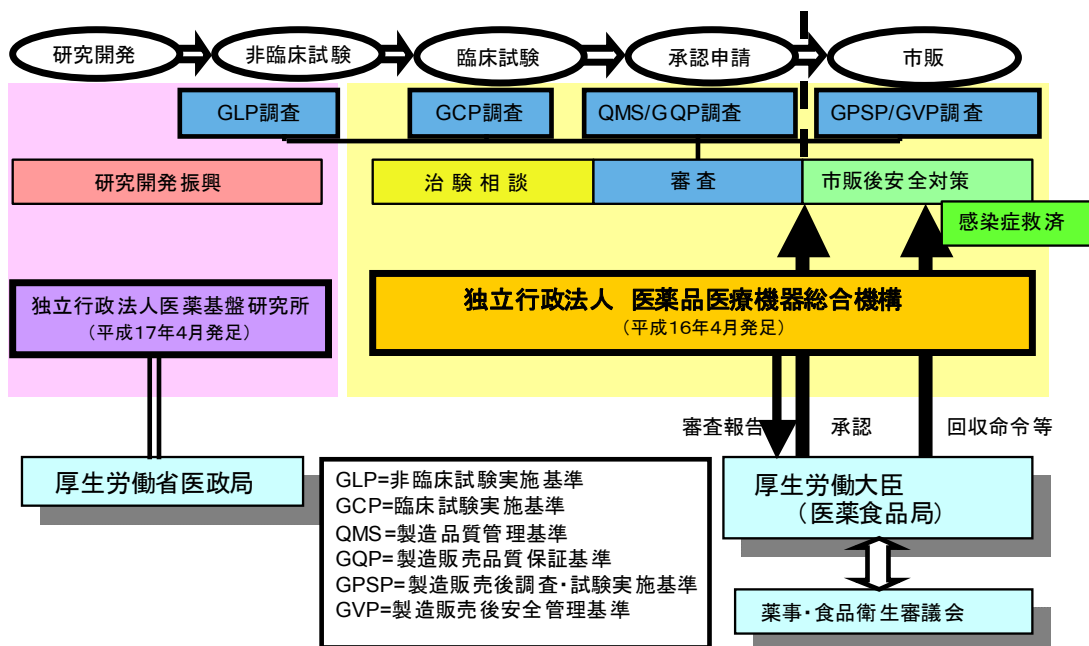


図3 医療機器が承認されるまでの流れ

が承認プロセスを最終チェックする。これら部会審議を経た品目については、審査報告書と品目概要がPMDAのホームページ<sup>4)</sup>に掲載される。最近の話題としては、永年懸案であった手術ロボット (da Vinci) と拍動埋込み型補助人工心臓 (HeartMate XVE) が、いずれも 2009 年 11 月 18 日によろやく承認されたことであろうか。

手術ロボット da Vinci の審査報告書<sup>4)</sup>によれば、これは内視鏡下での操作を支援するシステムであり、術者がマスターコントローラを操作することにより、ペイシェントカートに装着された 3 本のインストゥルメントをマスタースレーブ方式で制御する装置であり、ジョンソン・エンド・ジョンソン株式会社から申請された。報告書によれば、一般消化器外科、胸部外科、泌尿器科及び婦人科においては、本邦での内視鏡手術は海外と同様に行われており、提出された海外臨床試験等の資料により有効性・安全性は評価できる。一方、心臓外科領域においては、本邦において内視鏡手術が十分確立されているとは言い難いこと、および米国臨床試験が既導入施設で行われたことから、本邦の医療環境への適合性を臨床試験にて確認したうえで、心臓外科領域への適応拡大を行うことが妥当と判断された。そこで使用目的として「一般消化器外科、胸部外科 (心臓外科を除く)、泌尿器科及び婦人科の各領域において」と定められた。また承認条件として、「適切な教育プログラムの受講」、「経験のある医師と十分な体制が整った医療機関での使用」に必要な措置が求められ、指摘事項として「心臓外科領域への適応拡大」に必要な措置も求められた。

補助人工心臓 HeartMate-XVE の審査報告書<sup>4)</sup>によれば、これは電力で駆動する拍動型の植込み型左心室補助人工心臓システムであり、ニプロ株式会社から申請された。臨床試験として、(1)心臓移植が適応となる患者に対する米国ブリッジ試験、(2)心臓移植が適応とならない患者に対する米国 REMATCH 試験、および(3)4 施設 6 例の国内臨床試験の結果が提出され、REMATCH 試験では、1 年生存率が VE-LVAS 群で 51%、内科的治療の対照群で 24%であったこと等の試験結果が示された。これに対し承認条件として

「全例の使用成績調査」と「実施施設基準及び実施医基準を設けること」と「医療従事者、患者及びその介護者に対するトレーニングの徹底」が求められた。

## 6. おわりに

医療機器の審査迅速化のために、アクションプログラムが動き始めていることを解説した。また平成 21 年度には、懸案であった手術ロボットや補助人工心臓が承認されたことを解説した。医療機器の研究は、これらの承認・認証を経て、社会に流通する製品となることをご理解頂ければ幸いである。

### 《著者プロフィール》



山根 隆志  
(独) 産業技術総合研究所  
主幹研究員

### 参考文献

- 1) 山根隆志：医療機器承認審査の動向と最近の承認事例 -手術ロボットと人工心臓, 日本医工学治療学会第 26 回学術大会, 2010 年 4 月
- 2) 学際ネットワーク設立準備会：ホームページ, [http://www.gakusainet.com/ikou\\_renkei1.html](http://www.gakusainet.com/ikou_renkei1.html)
- 3) 厚生労働省：「医療機器の審査迅速化アクションプログラム」の策定について, 2008 年 12 月, <http://www.mhlw.go.jp/topics/2009/01/tp0105-2.html>
- 4) 医薬品医療機器総合機構：平成 21 年度承認分審査報告書, <http://www.info.pmda.go.jp/nmdevices/r09.html>

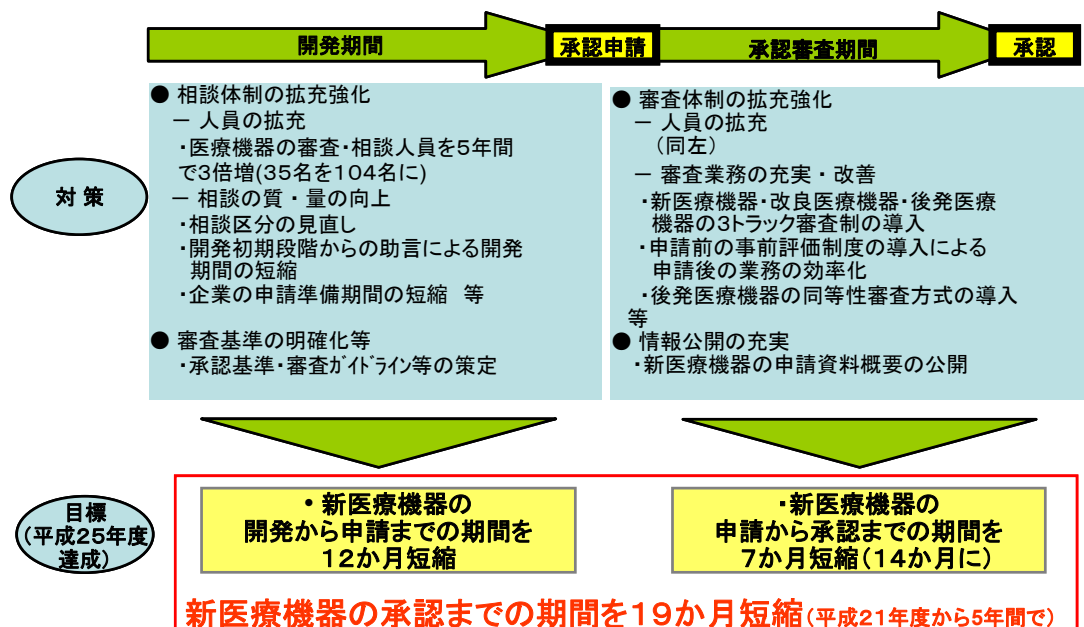


図4 医療機器審査迅速化アクションプログラム

## 4. 部門情報

### 4. 1 講演会案内

#### 日本機械学会2010年度年次大会

開催日：2010年9月5日(日)～9日(木)  
会場：名古屋工業大学(名古屋市昭和区御器所町)

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。年次大会の詳細(プログラム等)については、機械学会ホームページ(<http://www.jsme.or.jp/2010am/>)をご参照ください。なお、部門同好会(部門懇親会)を9月6日に予定しておりますので奮ってご参加くださいますようお願いいたします。

##### [部門講演プログラム概要]

9月6日(月)  
(第03室)

9:00-10:45, 10:55-12:25, 14:30-16:15 : J0205 バイオメカニズム/バイオミメティクス/バイオインスパイア(1)～(3). 16:25-17:40 : G200 部門一般講演(1).

(第04室)

9:15-10:30, 12:40-13:55, 14:05-15:35 : S0201 骨再生と骨再建のためのバイオマテリアル(1)～(3). 15:45-17:15 : J0207 医療・福祉工学のための3次元造形技術(1).

(第05室)

9:00-10:15, 10:30-12:00 : J0203 ドラッグデリバリーシステム：技術開発と医療応用(1), (2). 13:00-14:15, 14:30-15:45, 16:00-17:00 : J0201 自動車の衝突と傷害の力学(1)～(3).

9月7日(火)  
(第03室)

13:00-14:30 : J0205 バイオメカニズム/バイオミメティクス/バイオインスパイア(4).

(第04室)

13:00-14:45 : J0202 バイオ熱・物質移動(1).

(第07室)

13:00-14:45 : T0201 細胞の構造と流れにおけるマイクロ・ナノスケール解析(1).

9月8日(水)  
(第03室)

9:00-10:15, 10:25-11:55, 13:00-14:30, 14:40-15:40, 15:50-16:50 : J0206 生命体統合シミュレーション(1)～(5).

(第04室)

13:00-14:45 : J0202 バイオ熱・物質移動(2). 14:55-16:25 : G200 部門一般講演(2).

(第05室)

9:00-10:30, 10:40-12:10 : J0204 バイオトライボロジー(1), (2). 13:00-14:30 : J0207 医療・福祉工学のための3次元造形技術(2). 14:40-16:10 : G200 部門一般講演(3).

(第07室)

9:00-10:30, 10:40-12:10 : T0201 細胞の構造と流れにおけるマイクロ・ナノスケール解析(2), (3).

##### [基調講演]

・9月6日(月) 10:40-11:40 第04室 K0201

「骨再建デバイス用金属系バイオマテリアルの力学的生体機能化」

講師：東北大学金属材料研究所 新家光雄 教授

・9月6日(月) 13:20-14:20 第03室 K0202

「Bio-inspired Micro Air Vehicles: Recent Developments」

講師：ミシガン大学 Wei SHYY 教授

##### [ワークショップ]

9月7日(火) 9:00-12:00 第06室

「機械のデザイン・生物のデザイン -機械はどこまで生物に迫れるか?-」

##### [部門同好会]

9月6日(月) 18:00-20:00 浩養園(名古屋ビール園：名古屋工業大学より徒歩5分)

### 第21回バイオフロンティア講演会

主催：日本機械学会バイオエンジニアリング部門

開催日：2010年11月12日(金), 13日(土)

会場：IT ビジネスプラザ武蔵

(石川県金沢市武蔵町14番31号)

開催趣旨：本講演会は大学院生や若手研究者を中心に、ひとり一人が自由な発想のもとにのびのびと研究発表を行い、ベテランの研究者やバックグラウンドの異なる方々との議論を通して、専門の知識を深めると共に、新たな発想と意欲を得られる場となる講演会を目指しています。第21回を迎える今回の講演会は、歴史と伝統に育まれた文化・学術都市 金沢にて開催することとなりました。大学院生や若手研究者を対象とした国際講演会「バイオフロンティアシンポジウム」も11月12日に開催される予定です。講演分野は、バイオエンジニアリングに関する全分野で、細胞・分子工学、軟・硬組織のバイオメカニクス、筋骨格系・循環器系のバイオメカニクス、生物流体・熱工学、バイオトライボロジー、生体のモデリング・シミュレーション、生体材料、ティッシュエンジニアリング、人工臓器、医療機器、生体計測、生体情報、福祉工学、リハビリテーション工学、バイオミメティクス、スポーツ工学をはじめとする様々な関連研究が対象です。また、本講演会において優れた講演を行った学生員、准員および修士課程(博士課程前期)修了後1年目の正員に、「日本機械学会若手優秀講演フェロー賞」を贈ります。会員外の方は、この機会に是非、日本機械学会に入会下さい。

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

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

講演論文集：参加登録者特価3,000円(登録者以外は会員



4,000 円/会員外 6,000 円)

**懇親会**：11月12日(金)夕刻 金沢スカイホテル(金沢市武蔵町15-1, 講演会場隣り)会費 5,000 円(学生 3,000 円)

**問合せ先**：坂本二郎, 田中茂雄/〒920-1192 石川県金沢市角間町/金沢大学 理工研究域 機械工学系(第21回 バイオフロンティア講演会 実行委員会) /E-mail: bioconf10-2@jsme.or.jp / 電話: 076-234-4667 / FAX: 076-234-4668

詳細な情報: <http://www.jsme.or.jp/conference/bioconf10-2>

## 第23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**：2011年1月8日(土), 9日(日)

**会場**：熊本大学 黒髪キャンパス(熊本市黒髪2-39-1)

**基調講演**：「極限環境下での筋骨格系減弱防止に適した訓練システム」田川善彦(九州工業大学), 「運動器の再生をめざして-増殖分化シグナルによる軟骨再生の制御-」水田博志(熊本大学), 「脳波・筋電計測とその応用」村山伸樹(熊本大学)

**公開シンポジウム**：「医工学を目指す方達へ」廣川俊二(佐賀大学), 中山功一(佐賀大学), 木口量夫(佐賀大学), 志波直人(久留米大学病院), 雉本信哉(九州大学), 「利用者視点からの福祉用具開発-生活の「快」をサポートする-」豊田謙二(熊本学園大学), 坂田栄二(九州日立マクセル(株)), 田中哲也(ユニ・チャームヒューマンケア(株)), 大山美智江(NPO 福祉用具ネット), 「植物工場を取り巻く環境と技術」村山伸樹(熊本大学), 坂本秀二((株)健康の森), 中川博文(テイラーズ熊本(株)), 「宇宙農業」山下雅道(ISAS/JAXA), 水谷広(日本大学), 片山直美(名古屋女子大), 橋本博文(ISAS/JAXA)

**ランチョンセミナー**：「超精密加工の歴史と現状」峠睦(熊本大学), 「熊大のシンボル五高記念館」伊藤重剛(熊本大学)

**見学会(学内)**：「工学部 研究資料館(国指定重要文化財, 機械遺産)」, 「熊本大学 五高記念館(国指定重要文化財)」

**募集分野**：

**オーガナイズド・セッション/オーガナイザ**

**OS-1) 循環器系のバイオエンジニアリング**

- (1) 微小循環器系のバイオエンジニアリング  
石川拓司(東北大学), 中村匡徳(大阪大学), 百武徹(横浜国立大学), 八木高伸(早稲田大学)
- (2) 循環器系のバイオメカニクスと医療機器設計  
玉川雅章(九州工業大学), 西田正浩(産業技術総合研究所), 築谷朋典(国立循環器病研究センター), 田地川勉(関西大学)
- (3) 血流のマルチスケールモデリングとシミュレーション  
坪田健一(千葉大学), 梁夫友(理化学研究所), 劉浩(千葉大学)
- (4) その他の関連分野

**OS-2) 筋・骨格系のバイオエンジニアリング**

- (1) 人工関節のバイオエンジニアリング  
東藤貢(九州大学), 澤江義則(九州大学)
- (2) 臨床応用を目指した骨・関節力学  
坂本信(新潟大学), 田邊裕治(新潟大学), 山本衛(近畿大学), 森田康之(名古屋大学)
- (3) 脊椎・関節のバイオメカニクス  
稲葉忠司(三重大学), 中俣孝昭(鈴鹿医療科学大学)
- (4) その他の関連分野

**OS-3) 軟組織のバイオエンジニアリング**

- (1) 軟組織及びその構成要素のバイオメカニクス  
山田宏(九州工業大学), 山本憲隆(立命館大学), 松本健郎(名古屋工業大学)
- (2) その他の関連分野

**OS-4) 硬組織のバイオエンジニアリング**

- (1) 硬組織のバイオメカニクス  
松本健志(大阪大学), 東藤貢(九州大学), 東藤正浩(北海道大学)
- (2) その他の関連分野

**OS-5) 衝撃・衝突のバイオエンジニアリング**

- (1) インパクトバイオメカニクス(傷害バイオメカニクス研究会)  
山本創太(芝浦工業大学), 青村茂(首都大学東京), 西本哲也(日本大学), 一杉正仁(獨協医科大学), 宮崎祐介(金沢大学)
- (2) 国内大学・研究機関のインパクトバイオメカニクス研究の現状と展望(傷害バイオメカニクス研究会)  
西本哲也(日本大学), 青村茂(首都大学東京), 山本創太(芝浦工業大学), 一杉正仁(獨協医科大学), 宮崎祐介(金沢大学)
- (3) その他の関連分野

**OS-6) メージベースドモデリングの新展開**

- (1) バイオシミュレーションに向けたイメージベースドモデリングの新展開  
横田秀夫(理化学研究所), 小野謙二(理化学研究所), 吉澤信(理化学研究所)
- (2) その他の関連分野

**OS-7) ヒューマンダイナミクス**

- (1) スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス(スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス専門会議ジョイント・セッション)  
宇治橋貞幸(東京工業大学), 井上喜雄(高知工科大学), 小林俊一(信州大学), 青村茂(首都大学東京)
- (2) 義足と下肢装具の歩行メカニクス  
中川昭夫(神戸学院大学)
- (3) その他の関連分野

**OS-8) 生活支援と福祉工学**

- (1) 福祉・リハビリテーション工学  
池内秀隆(大分大学), 今戸啓二(大分大学), 大西謙吾(東京電機大学), 長谷和徳(首都大学東京), 寺島正二郎(新潟工科大学)
- (2) その他の関連分野

**OS-9) バイオミメティクス**

- (1) Biomimetic Design  
加藤陽子(東北学院大学), Jian Ping Gong(北海道大学), 鈴木健司(工学院大学)

(2)その他の関連分野

#### OS-10) ティッシュエンジニアリング

(1)ティッシュエンジニアリング

田中茂雄(金沢大学), 東藤 貢(九州大学), 富田直秀(京都大学), 藤江裕道(工学院大学), 松本健郎(名古屋工業大学), 牛田多加志(東京大学), 藤里俊哉(大阪工業大学)

(2)その他の関連分野

#### OS-11) 分子・細胞のバイオエンジニアリング

(1)MEMS 技術を用いた細胞解析・制御

大橋俊朗(北海道大学), 須藤 亮(慶應義塾大学), 長山和亮(名古屋工業大学)

(2)細胞・生体分子の計算バイオメカニクス

井上康博(京都大学), 坪田健一(千葉大学), 安達泰治(京都大学), 和田成生(大阪大学)

(3)細胞・生体分子のバイオメカニクス

工藤奨(芝浦工業大学), 宮崎浩(大阪大学), 片岡則之(川崎医療福祉大学), 出口真次(東北大学), 内貴猛(岡山理科大学)

(4)その他の関連分野

#### OS-12) バイオヒート・マストランスファー

(1)バイオヒート・マストランスファー

石黒博(九州工業大学), 高松洋(九州大学)

(2)その他の関連分野

#### OS-13) 臨床バイオメカニクスと医療デバイス

(1)臨床医療のバイオメカニクス

齊藤俊(山口大学), 佐伯壮一(山口大学), 森浩二(山口大学), 大木順司(山口大学), 佐久間淳(東京農工大学)

(2)その他の関連分野

#### OS-14) 宇宙利用バイオメカニクス

(1)生物と重力

橋本博文(ISAS/JAXA), 岸本直子(京都大学), 波多英寛(熊本大学)

(2)社会に役立つ「きぼう」利用

小林智之(JAXA)

(3)その他の関連分野

#### OS-15) 教育と人材育成

(1)応用を意識した人材育成

加藤義隆(大分大学), 中西義孝(熊本大学)

(2)その他の関連分野

#### 一般発表セッション

バイオエンジニアリングに関する全分野

申込方法/原稿作成方法: 講演会ホームページ

(<http://www.mech.kumamoto-u.ac.jp/bioconf23/index.html>)

をご覧ください。

申込締切日: 2010年8月22日(金)

原稿締切日: 2010年11月12日(金)

原稿提出先: 〒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(担当: 関根郁夫)/電話 03-5360-3506

問合せ先: 〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1/熊本大学大学院自然科学研究科産業創造工学専攻 バイオエンジニアリング講演会事務局(担当: 中西義孝)/電話&ファクス: 096-342-3733/E-mail: bioconf23@mech.kumamoto-u.ac.jp

## 4. 2 講演会報告

### 第20回バイオフィロンティア講演会を終えて

実行委員長 松本 俊郎(近畿大学)

開催日: 2009年11月7日(土)~8日(日)

会場: 和歌山県民文化会館

第20回バイオフィロンティア講演会は和歌山市内の和歌山県民文化会館で開催されました。本講演会の名称は2003年9月より「若手研究者や大学院生等の研究発表を奨励する」趣旨を明確化するため現在のように変更が行われました。以来、このような方々の研究発表が活発に行われ21世紀を担う若い力が育てられてきました。会場として生物理工学部にすることは交通手段や、宿泊などを検討し不便なことから、関西空港からも容易に行くことができる和歌山市内に設定させていただきました。

学術講演は1日目6セッション, 2日目7セッションで合計62件が2室を使って行われ, 活発な討論が行われました。参加者は118名であった。このほかに, 1件の特別講演を1日目の午後に行い, 医療福祉機器の分野で活躍されている川村義肢(株)の安井 匡先生に「医療と福祉に関するものづくり」と題してご講演いただいた。脳梗塞や脳溢血等の後遺症で半身が麻痺した場合, 歩行を助ける短下肢装具が製作されているが, その機能を高める足継手の開発について, 商品化にいたるまでの経験を通して医療や福祉の世界でのものづくりについて述べられた。ご多忙の中ご講演いただきまして深く感謝申し上げます。

1日目の夜には, 会場横の「アバローム紀の国」で懇親会が開催されました。会場では, 話題の近畿大学産の完全養殖マグロ, 通称“近大マグロ”を用意させていただきました。「トロ」「赤身」に切り分けられそれらの握りを召し上がっていただきました。「新鮮でスジが無く, 脂がのっついておいしい」と評価していただきました。参加者の方々により研究話やよもやま話に華を咲かせ大いに親睦を深めることができました。最後に, 本講演会開催にあたりご協力とご支援をいただきました実行委員の皆様また, 当日の運営にご協力いただきました学生諸君に重ねて感謝申し上げます。

### 第22回バイオエンジニアリング講演会を終えて

実行委員長 林 紘三郎(岡山理科大学)  
幹 事 内 貴 猛(岡山理科大学)

開催日: 2010年1月9日(土), 10日(日)

会場: 岡山理科大学

2010年1月9日, 10日の両日, 岡山理科大学にて, 第22回バイオエンジニアリング講演会が開催されました。本講演会は岡山理科大学を中心とした岡山市内の大学・研

## 4. 3 部門賞

究機関・企業の関連研究者による実行委員会が運営に当たりました。岡山で開催するのは初めてですが、今回の実行委員長は、22年前に札幌ではじめての部門主催講演会である「バイオメカニクスカンファレンス」を開催してから、今回が2回目の実行委員長を務めさせて頂きました。

今回の講演会では、部門の枠を超えて多くの先生方の協力を頂き、特別講演2件、ワークショップ2件、公開講座1件、シンポジウム1件、オーガナイズドセッション44件、一般セッション11件が企画されました。

特別講演として、堂田周治郎先生（岡山理大）に「ウェアラブル制御機器の開発と生活支援機器への応用」、荒木勉先生（阪大）に「レーザーによる生体分子可視化の試み―染めずに、す早く、あるがまま―」と題して、ご講演を頂きました。

また、ワークショップとして、「生体医工学科サミット―現状と将来―」（司会：林紘三郎（岡山理大））と「地域再生人材創出拠点の形成（文部科学省）」（司会：木原朝彦（岡山理大））が開催されました。2日目には青少年向けの公開講座「いのちを支えるエンジニアリング―生体医工学」（司会：内貴猛（岡山理大））が開催されました。公開講座では153名の参加者にバイオエンジニアリングの魅力を紹介していただきました。

講演会全体では、オーガナイズドセッションと一般講演を含めると、合計411件の講演数となりました。お世話頂いたシンポジウムのコーディネータの先生方、オーガナイザの先生方にお礼申し上げますとともに、ご参集頂きました604名（公開講座に参加した一般の方を除く人数）の方々に、心より感謝申し上げます。

初日終了後には部門賞表彰式ならびに懇親会が開催され、多くの皆様にご参加頂きました。はじめに実行委員長としてお礼の挨拶をさせて頂き、続いて牛田多加志部門長（東大）の挨拶を頂きました。その後、部門賞・フェロー賞表彰式が行われ、原利昭先生（新潟大）と村上輝夫先生（九大）が功績賞を、伊能教夫先生（東工大）が業績賞、中村匡徳先生（阪大）が瀬口賞を、またフェロー賞を前原鈴子さん（阪大）、宮川拓土さん（阪大）に授与され、表彰状等が部門長の牛田先生より手渡されました。

その後、懇親会に移り、金枝敏明先生（岡山理大副学長）のご挨拶および乾杯のご発声のもと、懇親会が始まり、飲み物や料理を片手に、和やかな中にも熱心にご歓談されている姿が多く見られました。今回の懇親会では会場の関係で参加人数を制限させて頂きました。参加できなかった方には大変申し訳ございませんでした。この場をお借りして謝罪申し上げます。式中に、部門賞各賞受賞者スピーチに続き、次期バイオフィロントニア講演会実行委員長の坂本二郎先生（金沢大）および次期バイオエンジニアリング講演会実行委員長の中西義孝先生（熊本大）にご挨拶を頂き、盛況のもとに終えることができました。

本講演会を岡山理科大学で開催することができ大変光栄に思っております。今後もバイオエンジニアリング部門が益々の発展を続けていくことを祈念いたします。最後に、本講演会の運営を支えて下さった日本機械学会の皆様、実行委員の先生方、ならびにご参加頂いた多くの皆様に重ねて厚く御礼申し上げます。



功績賞を受賞して

原 利昭  
新潟大学大学院  
自然科学研究科  
教授

日本機械学会バイオエンジニアリング部門第14回功績賞を受賞し、これまでにご支援・ご指導を賜りました諸先生方および関係各位に謹んでお礼と感謝申し上げます。今でもこの様な素晴らしい賞を頂くに相応しい功績があったとは、到底思ってはおりませんが、その一方で、私の様な”はみ出し人間”にも賞を与えて下さる部門の寛大さに重ねて感謝申し上げます。有り難うございました。

1979年3月に修了した東京工業大学大学院理工学研究科では小泉 堯先生と渋谷寿一先生の指導を仰ぎ、混合境界値問題の解法研究に従事しておりましたが、幸運にもカナダのオンタリオ州にある Waterloo 大学土木工学科固体力学部門で更なる研究の機会を得ることが出来ました。温厚で英国紳士の GML Gladwell 教授の下で簡便な数値解法を学ぶだけでなく、他の研究室の見学も出来たことから、いつの間にか生体を扱う研究室に興味を持つに至りました。特に、Biosolidmechanics と kinesiology の研究は、共に私にとって忘れられず、その後のバイオメカニクス研究に取り組み切っ掛けとなりました。幸いにも同大学で研究員であった明石 満先生（現大阪大学）から雇用主でコンタクトレンズ関連特許で大金持ちになった教授の話を伺ったことや博士課程に留学中の山口泰雄先生（現神戸大学）からスポーツバイオメカニクスの実験現場を見せて頂いたことが帰国後の新たな方向付けを得る上で大変参考になり、同時に、研究費獲得の知恵と実用的な研究のあり方を学んだと思っています。

お天気の良くないカナダでの週末の過ごし方と楽しみ方を友人達から教わる一方、ナイジェリア人留学生の学びのスタイルに感心していた私に、或る日の早朝、恩師からの電話で”先輩の代わりに新潟へ行ってくれませんか！”との声が掛かり、”いずれ君も日本に帰るのだから...”の一言で帰国を決心しました。新潟大学に医学部があることも意識せずに赴任しましたが、運命と言うべきか、早々に同大学附属病院整形外科に入院し、そこでの毎日、修行僧の如く、自分自身やそれまで考えもしなかったことを悶々として考え続けたことを忘れて居ません。何とか復帰した後、人生と研究の再スタートを切りました。最初に手掛けた仕事は骨盤の精巧なモデル作製です。股関節を専門とする整形外科医からの依頼であり、臼蓋形成術の最適評価法を目的としていました。同時に骨を曲面状に切除する装置の開発も試みました。残念ながら外国メーカに先を越されてしまい、地元企業の技術を生かした取り組みに失敗した悔しさを今でも忘れて居ません。

平成の時代を直前にした頃、研究室では、ほぼ4年を費やして感圧ゴムセンサーシステムの開発に成功しました。

膝、肩、肘等の関節内部における荷重伝達メカニズムの解明を行い、海外の学会で積極的に発表出来るようになりました。更にこの流れを一層強力にして頂いたのが当時の大型科研プロジェクト代表であった林紘三郎先生とグループ代表の小野啓郎先生(当時大阪大学整形外科教授)でした。適切なアドバイスといろいろな機会を与えて頂き、小さな研究室を盛り上げて頂いた”偉大な恩人”であり、故瀬口靖之先生(当時神戸大学教授)と共に忘れられない存在です。同じ頃に、吉田育英会のご支援と新潟大学整形外科教授であった故田島達也先生の紹介を頂いて Mayo Clinic バイオメカニクス研究室でキーンバック病に対する骨切り術の最適化の研究に従事する機会を得ました。E.Y.S Chao 教授と K.N.An 教授のご指導の下、多くのキャダバーを使った刺激的な実験を行う毎日であり、到底忘れられません。これ以後も数多くの諸先生方および研究室修了生にご支援を賜り、今回の受賞に至ったことは間違いないところです。皆様の御氏名を記載申し上げるべきですが、与えられたスペースで到底書ききれません。ご容赦を頂くと共に謹んで御礼を申し上げます。各位に対する感謝の心を常に忘れることなく、今後も教育と研究に挑戦し続け、人材育成に努めて参ります。

終わりに、日本機械学会の中でも活性度抜群のバイオエンジニアリング部門が益々進化・発展することを祈念して小生の拙文の締めと致します。



#### 功績賞を受賞して

村上 輝夫  
九州大学大学院  
工学研究院  
教授

この度は、2009 年度の日本機械学会バイオエンジニアリング部門功績賞を戴き光栄に存じます。これまでご指導いただきました先輩諸氏ならびにご支援・ご協力いただいた各位に厚くお礼申し上げます。

振り返れば、1970 年代に恩師の<sup>敬</sup>平野教授の研究室に在籍した九州大学大学院時代から数年間は、将来のバイオ分野への展開を想定しながら弾性流体潤滑や粘弾性体の接触問題に取り組んでいました。その後、大月現九大准教授との手指の摩擦特性の研究や、医学部整形外科の若手医師との関節潤滑・関節力学や人工関節に関する共同研究に着手し、主としてバイオトライボロジー分野の研究を進めました。人工関節分野では、整形外科医のバイタリティを鮮烈に感じつつ、<sup>敬</sup>笹田先生(当時東京工業大学)や馬淵先生(北里大学)のご活躍に刺激を受けながら、学際的な医工学分野における技術の限界や新たな工学技術の必要性を痛感しつつ、バイオ分野の研究を重点課題としました。1980年代初頭には、英国リーズ大学のDowson研究室に留学し、人工膝関節シミュレータ試験を含め多様な経験をさせていただき、その後の視野を拓ける契機となりました。

1987年には日本機械学会で3つの部門が試行することになり、熱工学部門・機械力学部門とともに新分野としてバイオエンジニアリング部門が発足しました。そのような創生の時期に、<sup>敬</sup>瀬口靖幸先生を委員長とする初代運営委員会の一員に加えていただきました。当時の広範な生体工学・バイオメカニクス分野で先端的研究を先導されていた全国の著名な先生方が参画されており、諸先輩の薫陶を受ける機会をえるとともに、バイオ分野の魅力や重要性と発展性を感触できました。当時は最小の部門であった当部門も20年以上にわたる活動を経て第3位までの登録者が2千名を超える部門に躍進できたことは部門関係者の努力の結集の成果であると感謝しております。

九州大学では、2003年に学際的大学院としてシステム生命科学府が設置され、私自身も生命科学と工学や情報科学分野の複数の素養をもつ、いわゆるダブルメジャーの人材育成に参画しました。医工学教育の適正な体制づくりにはまだ課題が残っていますが、これまでの経験を活かして尽力できればと考えております。

九大の研究室では、現在は生体機能設計学・生命機能設計学(Bionic Design)研究室として、生体関節・人工関節・歯科インプラントや細胞組織力学・バイオロボティクス・福祉工学等の分野にわたって研究を展開しています。当研究室出身・在籍者で当部門で活躍中の若手研究者諸氏や学生諸君をはじめ関連機関・研究室の方々のご協力があったこそ今回の受賞に至ったものと感謝しております。

今後はさらに多様なバイオ新技術の実現が待望されており、日本機械学会バイオエンジニアリング部門の益々の発展を期待しまして、御礼とさせていただきます。



#### 業績賞を受賞して

伊能 教夫  
東京工業大学大学院  
理工学研究科  
機械制御システム専攻  
教授

このたびは、バイオエンジニアリング部門第18回業績賞をいただき、まことにありがとうございます。私のようなものが栄えある賞に値するようになるには、まだまだ研鑽を積む必要があると自覚しておりますが、受賞には叱咤激励の意味も込められていると考え、ありがたく頂戴致します。

私の受賞は、「バイオメカニクスおよびデンタルバイオメカニクス」に関して評価していただいておりますので、ここではデンタルバイオメカニクスの研究履歴を勝手ながら紹介させていただきます。私が下顎骨の応力解析を始めたのは、1986年頃からです。20年以上、細々とではありますが研究を続けてきたこととなります。その間、どんな成果が得られたのかと問われると答えに窮します



が、研究を通してバイオメカニクスの奥深さを学ばせていただいたことは確かです。

研究開始当初は、人の下顎骨は三次元的な広がりのある形なので、二次元モデルの応力解析では限界があり、三次元モデルで応力解析を行う必要があるという至極単純な考えからスタートしました。その時の有限要素モデルは要素数 60 程度で、今からみるとおもちゃのようなレベルですが、研究の進むべき方向は示していたと思います。2 年ほど研究を進めているうちに顎骨の形や噛み方は、人によって異なるので、対象者毎のモデル化と噛み方を反映した力学条件を設定する必要性に気付きました。この時点で昭和大学歯学部との共同研究が始まり、下顎骨の応力分布と骨密度分布に相関があることを見いだしました。共同研究者（榎宏太郎教授）と私は、お互い 30 代中頃の助手だったことを考えると月日の経つはやさに驚かされます。

1993 年頃からは個別別モデリングという考えを意識するようになり、対象者毎に力学シミュレーションを行うことが目標となりました。この当時は X 線 CT 断層像から骨体の有限要素モデルを作成する研究がいくつかの研究グループで始まっており、私たちも形状モデリングに没頭しました。しかし、個別別の力学シミュレーションで信頼性のある結果を得るのは易しいことではなく、種々の課題をクリアする必要があることが研究を進めていくうちにわかってきました。つまり個別別の力学シミュレーションには、骨形状の忠実なモデリングだけでなく咀嚼筋力の推定やヤング率設定のデータとなる CT 画像の信頼性も議論しないと解析結果の信頼性を上げることはできないということです。

20 年経過してようやく取り組むべき課題が見え始めたところです。これからどれだけ問題解決ができるのか自分でも甚だ自信がありませんが、微力ながらバイオメカニクスの研究に励みたいと思っております。最後に、これまで研究に関わっていただいた多数の方々の協力あつての受賞であり、この場をお借りして感謝致します。



#### 瀬口賞を受賞して

中村 匡徳  
大阪大学 臨床医工学  
融合研究教育センター  
特任准教授

この度は、瀬口賞という身にあまる賞を頂戴し、大変光栄に思っております。

私がバイオエンジニアリングに初めて触れたのは、早稲田大学の 3 年生の時に梅津光生教授の研究室に配属された時です。当時、梅津先生は人工心臓の開発を主研究の 1 つに掲げており、私もそこで人工心臓の抗血栓性の向上をテーマとして与えられました。私は機械工学を勉強していたものの、車や飛行機にあまり興味が持てず、学問への興

味を失いつつあったのですが、機械と生物との間には接点があり、しかも、機械工学を生かして他分野に貢献できるということを知り、これを機にこの世界にのめり込んでいきました。

転期は突然訪れました。進路としてぼんやり大学院を考えていた矢先、梅津先生から豪州に人工心臓を開発する研究所ができたから、そこに行かないかと言われたのです。英語は全くできませんでしたが、暴虎馮河の勇と申しますか、短絡的に外国に住むのも悪くないかと思い、翌日には“行きます”と返事をし、話が決まりました。4 年生から豪州に行くことになり、その流れで、New South Wales 大学の大学院に行くことになりました。研究としては、流体関係をやりたかったのですが、いつの間にか、白血球増殖の統計数理モデルなるものになってしまいました。しかし、この研究を進める過程で、細胞培養や抗体染色、統計学や数理モデルなど自分自身の幅を広げることができました。

修士号の取得も見え、就職も考えたのですが、やはり流体がやりたいと思い、博士課程に進むことにしました。外国にいるか、日本に戻るかは苦渋の決断でしたが、最も熱心に誘ってくれた北海道大学の狩野猛教授（現：名誉教授）にお世話になることにしました。そこで現在の師でもある和田成生先生（現：大阪大学 教授）にご指導いただくこととなります。テーマとして戴いたのは、左心室内の血流と心臓の機能との関係というものでした。研究はこれまでと違い、計算をメインとしたものでしたが、計算で見えないものを具現化し、それを実現象の解析に適応するというところに面白さを感じ、計算生体力学の世界にはまってきました。和田先生には、研究の着想方法から論文の書き方に至るまで研究者としての初歩を手取り足取り教えていただきました。未だに頭が上がりません。

学位取得後は、日本学術振興会の研究員として、東北大学の山口隆美教授にお世話になりました。山口先生からは多くのことを学びました。特に、研究者として成長していくためには、専門だけでなく、幅広い教養を身につけることが重要であることを切に教えてくださいました。また、世界に目を向けることの重要性についても身をもって示してください、私自身、一度日本に戻ったものの、海外へと姿勢を切り替えることとなります。

ベルギーに一年留学し、東北大学に戻りましたが、その後、和田成生先生が大阪大学の教授になったのを機に、そこで助手になりました。半年で、現在の勤め先である臨床医工学融合研究教育センターに異動し、研究と教育に従事しております。

私がここまで情熱を失わずにやってこられたのも、偏り周りの方々のおかげであると認識しております。紙面の都合上、全員のお名前を挙げることはできませんが、本当に感謝しております。学会等で常に私に刺激を与え、共に切磋琢磨できる仲間との出会いも掛替えのないものです。

瀬口賞は、これまでの業績というより、今後の私に期待して与えられた賞であると認識しております。この賞の名に恥じぬよう、一層研鑽を積んでいく所存であります。今後とも、ご指導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

前原 鈴子  
大阪大学大学院  
基礎工学研究科  
機能創成専攻

この度は、日本機械学会フェロー賞を頂き、大変光栄に存じます。この栄誉ある賞をいただきましたのは、ご指導下さいました荒木勉教授、紀ノ岡正博教授、福島修一郎助教のお陰であり、深く感謝申し上げます。また、日々切磋琢磨し合った研究室の仲間にも大変感謝しております。

私は、「第二高調波発生顕微鏡による培養軟骨の品質評価」というテーマのもと、第二高調波発生顕微鏡を再生医療用組織の品質評価に応用すべく研究を行ってまいりました。機械工学を学んできた私にとって、光学も生物学も未知の分野であり、当初は知らないことばかりで大変戸惑いました。特に培養組織は使用した細胞の状態等に品質が左右されるため、計測が困難で何回も失敗を繰り返しながら実験を行いました。そのような中で、目標を見失うことなく、また諦めることなくこのような成果を得られたのは、先生方の熱いご指導のお陰だと思っております。

第二高調波発生顕微鏡は染色の必要が無く非侵襲的であるため、軟骨以外の培養組織の品質評価にも幅広く応用できるツールです。そこで今後様々な試料を用いて実験を行っていきたくと考えております。

バイオエンジニアリングや再生医療の発展に貢献できるよう、夢と熱意を忘れずに日々精進して参りますので、これからもご指導の程よろしく願いいたします。



### フェロー賞を受賞して

宮川 拓士  
大阪大学  
大学院基礎工学研究科  
機能創成専攻

この度は、日本機械学会フェロー賞を頂き、身に余る光栄に存じます。厳しくも暖かいご指導を下さいました田中教授、松本准教授、内藤助教に深く感謝の意を表します。また、ご助言を賜りました先輩方、共に歩んできた研究室の仲間にも感謝の意を表します。

「力学的負荷およびビタミン K2 摂取による発育期ラット皮質骨骨質への影響について」というテーマで研究を進めてまいりました。動物を扱うということもあり、大きな責任をもって励んでまいりました。繊細な生体組織を用いた実験であるため、始めはうまくいかず当惑しておりました。計測手法や条件等を先生方と相談し、試行錯誤を繰り返すことで、少しずつ結果に繋げることができたのではないかと思います。

この研究は今後、患者数が増加していく事が予想される

骨粗しょう症の予防に役立つことを視野に入れて行ってきました。まだまだ十分な結果は得られておりませんが、これからもバイオエンジニアリングの発展に貢献できるよう日々精進していきたいと思っております。今後とも、宜しくご指導のほどお願い申し上げます。

### 2009 年度日本機械学会賞受賞者一覧 (バイオエンジニアリング部門関連分)

- ・日本機械学会賞（論文）  
「前腕筋活動電位の表面伝導解析」、日本機械学会論文集、75 巻、751 号、C 編（2009 年 3 月）、中島康博（北海道立工業試験場）、吉成哲（北海道立工業試験場）、但野茂（北海道大学）  
「Tensile Properties of Cultured Aortic Smooth Muscle Cells Obtained in a quasi-in situ Tensile Test with Thermoresponsive Gelatin」、Journal of Biomechanical Science and Engineering、1 巻、1 号（2006 年 10 月）、長山和亮（名古屋工業大学）、津川昭（京セラ（株））、松本健郎（名古屋工業大学）
- ・日本機械学会奨励賞（研究）  
「計算力学の生理流体現象への応用の研究」今井陽介（東北大学）  
「触感のマスタ・スレーブ型遠隔伝達システムの研究」昆陽雅司（東北大学）  
「上肢の残存運動機能と生体負荷に着目した車いす最適設計に関する研究」佐々木誠（(独)理化学研究所）  
「非均質な機械的特性分布を考慮した骨体の個別イメージベース力学解析手法の研究」田原大輔（龍谷大学）

### 2010 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、2011年1月8日～9日に熊本大学（熊本市）で開催される第23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 2010年10月1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：03-5360-3506/FAX：03-5360-3509

## 7. 問合せ先 バイオエンジニアリング部門総務委員長/田中正夫(大阪大学大学院基礎工学研究科)/電話：06-6850-6180/FAX：06-6850-6182/E-mail: tanaka@me.es.osaka-u.ac.jp

## 4. 4 企画委員会だより

企画委員会委員長 齊藤 俊(山口大学)  
同幹事 工藤 奨(芝浦工業大学)

2009年度の活動報告、並びに、2010年度の実施計画について報告させていただきます。

### 1. 活動報告(平成21年7月～平成22年6月)

**(1) 2009年度年次大会** 2009年9月13日(日)～16日(水)に2009年度年次大会が岩手大学(盛岡市)で開催されました。バイオエンジニアリング部門では、3件の部門単独セッション、5件の部門横断セッション、1件のワークショップ企画、1件の市民フォーラムを企画、並びに、部門単独、共催各1件の基調講演を行い、大会の成功に貢献しました。

**(2) バイオサロン** 第34回バイオサロンは2010年1月8日(金)に岡山理科大学27号館にて、講師に岡山大学医学部・歯学部附属病院麻酔科蘇生科講師佐藤健治先生を御招きして、「バーチャルリアリティ鏡治療で手の痛みを直す」のご講演を頂きました。また、2010年3月30日(火)に東京大学医学部教育研究棟において第35回バイオサロンを開催し、日本大学医学部内科学系循環器内科学 講師 廣高史先生に「血管内ブランクイメージング：医理工連携による研究・開発の軌跡」についてお話を頂きました。

### 2. 実施計画(平成22年7月～)

**(1) 年次大会** 2010年度年次大会は9月5日～9日の予定で、名古屋工業大学を会場に開催されます。当部門では以下の企画を担当します。

#### (a) 部門横断オーガナイズドセッション(7件)

- ・自動車の衝突と傷害の力学(バイオエンジニアリング、機械力学・計測制御)
- ・バイオ熱・物質移動(バイオエンジニアリング、流体工学、熱工学)
- ・ドラッグデリバリーシステム：技術開発と医療応用(バイオエンジニアリング、流体工学)
- ・バイオトライボロジー(バイオエンジニアリング、機素潤滑設計)
- ・バイオメカニズム/バイオミメティクス/バイオインスパイア(バイオエンジニアリング、流体工学)
- ・生命体統合シミュレーション(バイオエンジニアリング、計算力学、流体工学、材料力学、設計システム工学)
- ・医療・福祉工学のための3次元造形技術(バイオエンジニアリング、設計システム工学)

#### (b) 部門単独オーガナイズドセッション(1件)

- ・骨再生と骨再建のためのバイオマテリアル

#### (c) 基調講演(2件)

- ・Bio-inspired Micro Air Vehicles: Recent Developments (University of Michigan 教授 Wei SHYY)
- ・骨再建デバイス用金属系バイオマテリアルの力学的生体機能化(東北大学 金属材料研究所 教授 新家光雄先生)

#### (d) ワークショップ(1件)

- ・機械のデザイン・生物のデザインー機械はどこまで生物に迫れるか？ー(バイオエンジニアリング、機械力学・計測制御・流体工学)

#### (e) 大会テーマセッション(1件)

・細胞の構造と流れにおけるマイクロ・ナノスケール解析  
(バイオエンジニアリング, 材料力学, 流体工学)

(2) 2010年度福祉工学シンポジウム 今年度はバイオエンジニアリング部門が幹事部門として, 2010年9月18日(土)~20日(月)に大阪大学で開催されます。本年度から, ライフサポート学会, 生活支援学会, 日本機械学会で参加登録を含め, 一本化した大会となります。

(3) 第36回バイオサロン 平成23年1月7日(金)に熊本大学にて, 熊本大学医学薬学研究部の尾池雄一先生をお招きして, 脂質代謝と血管新生制御についてお話しを伺う予定です。

#### (4) その他

当部門が共催する第8回生体医工学サマースクールが, 平成22年8月6日~8日に立命館大学BKCキャンパス(草津市)にて開催されます。

2011年度年次大会は, 平成23年9月11日(日)~15日(木)に東京工業大学(大岡山)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うけて OS 等を企画される場合は, 必ず, 企画委員会までご連絡ください。

#### 《連絡先》

齊藤 俊 (山口大学) tsaito@yamaguchi-u.ac.jp  
工藤 奨 (芝浦工業大学) kudous@sic.shibaura-it.ac.jp

## 4. 5 国際委員会だより

国際委員会委員長 藤江 裕道(首都大学東京)  
同幹事 大橋 俊朗(北海道大学)

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, 本年度は, 委員長が松本健郎(名古屋工業大学)から藤江裕道(首都大学東京)に交代し, 幹事・大橋俊朗(北海道大学), 委員・山口隆美(東北大学), 委員・田中正夫(大阪大学)の4名で担当しています。当委員会の担当事項の現状について報告いたします:

・第3回スイス日本バイオメカニクスワークショップ(Third Switzerland-Japan Workshop on Biomechanics) [担当: 田中] 2005年に京都において開催されました第2回会議に引き続き, 第3回会議が昨年9月1~4日にスイスの Engelberg において開催されました。山麓のリゾート地である Engelberg は晩夏の美しい山並みを見せ, 心地よい空気を運んでいました。約90名の参加者の下, Keita Ito 教授(TU Eindhoven, The Netherlands)による Keynote Lecture, 33件の Invited Talk, 若手研究者による24件の Short Talk および15件の Poster Presentation があり, 活発な議論が行われました。

・第6回バイオメカニクス世界会議(6th World Congress of Biomechanics) [担当: 藤江, 大橋] 2006年にドイツの The Munich University of Applied Sciences で開催されました第5回会議に引き続き, 第6回会議が去る8月1~6日にシンガポールの Singapore Suntec Convention Centre において開

催されました。本会議は 14th International Conference on Biomedical Engineering (ICBME) と 5th Asian Pacific Conference on Biomechanics (AP Biomech)を共催として開催されました。年間を通して平均気温が28度前後のシンガポールはこの時期の日本と比較すると過ごし易く感じられました。世界各国から2,000名以上の参加者を得て, 15件の Plenary (日本からは木下一彦教授(早稲田大学), 山口隆美教授(東北大学)がご講演されました), 約1,400件の Oral Presentation, 約600件の Poster Presentation があり, 活発な議論が行われました。また, これまで日本側の Council Member を務めておられました林紘三郎教授(岡山理科大学, 大阪大学名誉教授), 松崎雄嗣先生(名古屋大学名誉教授), 佐藤正明教授(東北大学), 山口隆美教授(東北大学)は本会議において任期退任され, 新たに牛田多加志教授(東京大学), 松本健郎教授(名古屋工業大学), 安達泰治教授(京都大学)が着任されました。第7回会議は2014年にアメリカのボストンで開催される予定です。

・アジア太平洋バイオメカニクス連合(Asian-Pacific Association for Biomechanics, 略称 APAB) [担当: 山口] APAB はアジア太平洋地域を世界のバイオメカニクス研究における第3の極とすべく結成された組織で, この公式会議としてアジア太平洋バイオメカニクス会議が位置づけられております。President は山口隆美教授(東北大学)が務めております。昨年4月にニュージーランドの Christchurch で開催されました第4回会議に引き続き, 前述の通り第5回会議が 6th World Congress of Biomechanics と併催で開催されました。第6回会議は2011年11月16~20日に仙台において, 山口隆美教授(東北大学)のお世話により開催される予定です。第7回会議は2013年に韓国において開催される予定です。

・バイオフィロントニアシンポジウム (Biofrontier Symposium) [担当: 藤江, 大橋] 昨年に新設いたしましたシンポジウムで, 若手研究者や学生に「英語の講演」に慣れて貰うことを目的とした講演会です。昨年11月に和歌山において開催いたしました最初の講演会に引き続き, 本年は11月12~13日に金沢において開催される第21回バイオフィロントニア講演会の会期中, 12日の午後に開催を予定しております。今回は外国人講師による Tutorial Lecture に加えて JSME と KSME (Korean Society of Mechanical Engineers) のジョイントによる Japan-Korea Joint Session (仮名) を併せて企画しております。Tutorial Lecture では Geoff Stevens 教授(The University of Melbourne, Australia) による1時間程度の講演を予定しております。前回と同様に, Tutorial Lecture に先立ち, 講演概要や理解に必要な英語の専門用語について10分程度の日本語による解説講演を行う予定です。参加費は無料です。周囲の若手研究者, 大学院生および学部学生に積極的に参加するよう, 是非お勧め下さい。詳細は講演会 Web サイト: <http://www.jsme.or.jp/conference/bioconf10-2/> をご覧ください。

#### 《連絡先》

藤江 裕道(首都大学東京) fujie@sd.tmu.ac.jp  
大橋 俊朗(北海道大学) ohashi@eng.hokudai.ac.jp  
山口 隆美(東北大学) takami@pfsi.mech.tohoku.ac.jp  
田中 正夫(大阪大学) tanaka@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

牛田多加志 (東京大学)

同幹事 安達 泰治 (京都大学)

同幹事 大橋 俊朗 (北海道大学)

同幹事 石川 拓司 (東北大学)



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 5 年目を向かえ、国際的な学術雑誌への発展を目指して、引き続き編集・広報活動を行っております。

また、新たに Subject Editor として、大橋先生、石川先生を幹事として迎え、編集機能の強化を進めています。

2009 年(Vol. 4)には、一般号として 4 号、小特集号として 4 号を発刊し、合計 54 編の論文が掲載されました。

- No. 1: 小特集号: Biomechanisms and Biomimetics of Animal Locomotion (pp. 1 - 123) 10 編
- No. 1: 一般号 (pp. 124 - 140) 3 編.
- No. 2: 小特集号: Biomechanical Design (pp. 165 - 273) 11 編
- No. 2: 一般号 (pp. 274 - 305) 3 編
- No. 3: 小特集号: Mechanical and Biological Interactions between Biomaterials and Tissues (pp. 306 - 403) 10 編

- No. 3: 一般号 (pp. 404 - 479) 7 編.
- No. 4: 小特集号: Mechanical Behavior of Soft Tissues and their Substitutes (pp. 480 - 549) 6 編
- No. 4: 一般号 (pp. 550 - 596) 4 編

2010 年も引続き、本ジャーナル発展の取り組みとして、小特集号企画を進めて参ります。

2010 年の小特集号には、4th Asian Pacific Conference on Biomechanics の小特集号が編集されており、この小特集号においては、始めて海外から Guest Editor を迎えました。今後も更に海外から査読委員や Guest Editor をお招きすることで、国際的に開かれた編集体制を構築していきたいと考えております。

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も、本 JBSE を最新の研究成果発表の場としてご活用頂きますよう、引続き、論文のご投稿や査読をお願い致します。

《連絡先》

牛田多加志 (東京大学)

ushida@m.u-tokyo.ac.jp

安達 泰治 (京都大学)

adachi@frontier.kyoto-u.ac.jp

大橋 俊朗 (北海道大学)

ohashi@eng.hokudai.ac.jp

石川 拓司 (東北大学)

ishikawa@pfs1.mech.tohoku.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: 早瀬敏幸 (東北大学)

幹事: 小池卓二 (電気通信大学)

2009 年度は、東北大学流体科学研究所と共催で、脳内の物質輸送の数値シミュレーションに関する講演会を開催し、参加者との活発な討論が行われた。

#### 第 1 回研究会

日時: 2009 年 8 月 7 日 (金) 14:00~15:00

会場: 東北大学流体科学研究所 1 号館会議室

参加者: 13 名

講師: Prof. Joshua Smith, PhD (Lafayette College)

演題: A nonlinear biphasic model for fluid and mass transport in brain tissue: Implications for hydrocephalus and convection-enhanced delivery

《連絡先》

早瀬敏幸 (東北大学流体科学研究所, 〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1, TEL & FAX: 022-217-5253,

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

www: http://reynolds.ifs.tohoku.ac.jp)

### 計測と力学—生体への応用—研究会

主査: 但野 茂 (北海道大学)

幹事: 東藤正浩 (北海道大学)

平成 21 年度は、第 30 回研究会を日本生体医工学会バイオメカニクス研究会と共催で下記の要領で実施した。

日時: 平成 22 年 1 月 29 日 (金) 14:30-17:20

会場: 北海道大学大学院工学研究科 A1-17 室 (札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

参加者: 41 名

内容:

14:30 「細胞骨格とインテグリン発現が細胞牽引力に与える影響」

大橋 俊朗 (北海道大学大学院工学研究科)

15:10 「高速度ビデオ毛細血管顕微鏡によるヒト爪郭部微小循環の可視化」

渡部 正夫 (北海道大学大学院工学研究科)

16:00 「Polymer Nanotechnology for Optical Molecular Imaging」

Ick Chan Kwon (Korea Institute of Science and Technology)

16:40 「Bionics Research in Korea Institute of Science & Technology」

Kuiwon Choi (Korea Institute of Science and Technology)

《連絡先》

東藤正浩 (〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 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, Tel&Fax: 011-706-6404, E-mail: todoh@eng.hokudai.ac.jp)

### 生体機能の解明とその応用に関する研究会

主査：松本健郎 (名古屋工業大学)

幹事：長山和亮 (名古屋工業大学)

2009年度は「未来に向けたバイオエンジニアリングの可能性」と題しまして、第33回研究会を開催し、この分野の第一線でご活躍中の若手の先生方にご講演頂きました。約40名の参加を得て、タンパク分子のナノスケールの挙動から、組織・器官レベルの生体機能に対する解析手法や医工学分野への応用展開について、懇親会の場合も含めて活発な議論を交わしました。今後とも皆様方のご支援をよろしくお願い申し上げます。

#### 第33回研究会

2010年3月19日(金)15:00-18:30, 名古屋工業大学  
研究内容講演

・「キネシンと微小管の滑り運動による輸送システムの機能開発」

杉田 修啓 (名工大 若手イノベータセンター)

・「非線形有限要素法による 心筋組織・細胞の電気機械連成解析」

平林 智子 (名大院 機械理工学専攻)

・「ヒトの皮膚に潜む触覚機能とその応用」

田中 由浩 (名工大院 機能工学専攻)

《連絡先》

〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町  
名古屋工業大学 おもひ領域 機械工学教育類  
長山 和亮  
TEL: 052-735-5477, Email: k-nagaym@nitech.ac.jp

### 生体システム技術研究会

主査：高松 洋 (九州大学)

幹事：澤江義則 (九州大学)

本年度は研究会活動として、主催講演会を1回、協賛講演会を3回開催した。

まず主催行事として、平成22年1月19日に第21回講演会を九州大学伊都キャンパスにて開催した。この講演会では、物質・材料研究機構の立石哲也先生、九州大学の廣川俊二先生、東藤貢先生に講師をお願いし、以下の講演と参加者による討議を行った。

#### 生体システム技術研究会第21回講演会

1. 完全深屈曲可能な人工膝関節の実現を目指して  
九州大学大学院工学研究院機械工学部門  
廣川俊二 先生
2. セラミックス系人工骨による骨再生のバイオメカニ

クスの検討

九州大学応用力学研究所 東藤 貢 先生

3. アジアにおけるバイオマテリアル産業技術の動向  
物質・材料研究機構 生体材料センター  
立石哲也 先生

次に協賛行事として、九州バイオニック MEMS 研究会第1回講演会(平成21年4月28日)および第2回講演会(平成21年12月9日)を、独立行政法人科学技術振興機構(JST)イノベーションプラザ福岡にて開催した。「九州バイオニック MEMS 研究会」は、九州地区における MEMS・NEMS 研究とその医療・福祉分野への応用技術開発に関する研究拠点形成・連携組織構築をめざし、平成21年4月に設立された。講演会では、同分野の著名研究者による基調講演と九州地区の関連研究者による講演を中心に、研究会登録会員による活発な情報交換が行われた。

#### 九州バイオニック MEMS 研究会第1回講演会

1. 「基調講演」MEMSによる生体分子の計測と機能活用  
東京大学生産技術研究所 藤田博之 先生
2. Bio Rapid prototyping project ; 細胞だけで作る立体構造体の再生医療への応用  
九州大学大学院医学研究院  
中山功一 先生, 岩本幸英 先生
3. MEMS技術を用いた医療機器開発  
東北大学大学院医工学研究科 芳賀洋一 先生
4. バイオニックブレインによる難治性循環器疾患の治療  
九州大学大学院医学研究院 砂川賢二 先生
5. MEMS血流量センサとその応用  
九州大学大学院工学研究院 澤田 廉士 先生
6. 「パネルディスカッション」九州におけるバイオとMEMSの課題と方策

#### 九州バイオニック MEMS 研究会第2回講演会

1. 「基調講演」MEMSのバイオ・医療への展開  
東北大学原子分子材料科学高等研究機構  
江刺正喜 先生
2. ソフトマテリアルの表面・親疎水性の精密制御と機能特性  
九州大学先端物質化学研究所 高原 淳 先生
3. 生体関節・人工関節におけるマイクロ・ナノ現象の観測と評価  
九州大学大学院工学研究院 村上輝夫 先生
4. 最新技術が拓く新たな超音波診断の世界  
GEヘルスケア・ジャパン株式会社 東泉隆夫 先生
5. バイオ MEMS による微量生体試料の操作・刺激・計測  
九州工業大学大学院生命体工学研究科  
安田 隆 先生
6. MEMS血流量センサとその応用  
九州大学大学院工学研究院 澤田 廉士 先生
7. 「パネルディスカッション」九州におけるバイオとMEMSの課題と方策

またもう一つの協賛行事として、JST 異分野交流セミナー「生体工学研究の最新動向と展望-VI」を平成21年

8月3日に開催した。この講演会は、地域の産学官交流を目的に、JSTイノベーションプラザ福岡において毎年開催されてきたものであり、今回が6回目の講演会となった。

#### 生体工学研究の最新動向と展望-VI

1. 「基調講演」医療・福祉・スポーツ分野における生体工学の役割  
九州大学大学院工学研究院 村上輝夫 先生
2. 内視鏡外科手術の現状と将来  
九州大学大学院医学研究院 田中雅夫 先生
3. 超音波凝固切開デバイスの開発  
オリンパスメディカルシステムズ株式会社  
岡田光正 先生
4. スポーツバイオメカニクスの実践的研究  
～競泳における自己推進時抵抗と推進力について～  
千葉大学教育学部 下永田修二 先生
5. 日常に生かす東洋医学の知恵 ～生活動作からスポーツ動作まで～  
福岡大学スポーツ科学部 向野義人 先生

最後に、本年度末を持って本研究会の主査を、九州大学大学院工学研究院の村上輝夫教授から同研究院の高松洋教授に交代した。

#### 《連絡先》

九州大学大学院工学研究院 知能機械システム部門  
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：田中正夫（大阪大学）  
幹事：安達泰治（京都大学）

第28回研究会を下記の要領にて開催した。

日時：2010年2月4日（水）15:00～17:00

場所：大阪大学大学院基礎工学研究科（豊中市待兼山町）  
機械科学会議室（A棟3階A347）

討論会：生体組織・細胞力学システムのバイオメカニクス  
生体組織・細胞の構造・機能関係が、適応的に変化する現象に対して、これまで多くのバイオメカニクス研究が進められてきた。例えば骨の構造は、微視的な細胞の活動により常にリモデリングしており、その結果として機能的な巨視的構造が形成されることが古くから知られている。

本討論会では、このような生体組織・細胞の適応ダイナミクスの詳細なメカニズムを探るべく、まず、これまで進められてきた多くの実験的・理論的研究を概観した。その中で、生体組織をシステムとして捉え、また、微視的過程の相互作用（力学と細胞の応答）から作り出されるダイナミックなプロセス（形づくりと機能発現）を理解するためには、今後「システムバイオメカニクス」とも呼ぶべき、統合的な研究アプローチが不可欠であることが認識された。特に、組織・細胞・分子レベルにおける詳細な実験的検討と共に、マルチスケールな数理モデリングと大規模計算機シミュレーションを組み合わせた研究を今後どのよ

うに進めるべきかについて、熱心な討論が行われた。

また、本学会バイオエンジニアリング部門におけるシステムバイオメカニクス研究の今後の展開、視点を大学院教育に向けた医工学・バイオエンジニアリング教育の今後の考え方、さらには、若手研究者・大学院生が産業界において活躍するための産学連携の展開など、本研究会の今後の役割や方針を示す有意義な討論が行われた。

#### 《連絡先》

安達泰治（〒606-8507 京都市左京区聖護院川原町53 京都大学再生医科学研究所, Tel & Fax: 075-751-4853, E-mail: adachi@frontier.kyoto-u.ac.jp）

#### 傷害バイオメカニクス研究会

主査：水野幸治（名古屋大学）  
幹事：一杉正仁（獨協医科大学）  
幹事：古川一憲（豊田中央研究所）

第1回傷害バイオメカニクス研究会は、平成22年2月23日（火）に名古屋大学にて開催した。5演題に対し、45名の出席者があり、活発な議論が行われた。尹志勇氏（重慶交通医学研究所）による招待講演では、交差点に取り付けられたビデオによる歩行者事故の映像とCT画像による傷害の特定から、歩行者の傷害を解析する新たな研究手法が紹介された。さらに、一杉正仁氏（獨協医大）からエアバッグ展開車両乗員の交通事故死例、蔡毅氏（豊田合成）から歩行者挙動のコントロール、韓勇氏（湖南大学）から湖南大学（中国）における自動車安全の教育と研究について講演があった。交通事故外傷への取り組みがより多角的になっており、事故と傷害の原因を特定する立場から、さらなる医工連携の進展とともに、行政の協力が不可欠となっている。

第22回バイオエンジニアリング講演会のシンポジウム「これから始める交通傷害研究」においても、本研究会より2名の講師による講演があった。

#### 《連絡先》

水野幸治（名古屋大学、〒464-8603 名古屋市千種区不老町, TEL: 052-789-2720, FAX: 052-789-2505, Email: kmizuno@mech.nagoya-u.ac.jp）

#### 医工学テクノロジー分科会活動報告

主査：田中正夫（大阪大学）  
幹事：田中真美（東北大学）

機械学会における部門横断活動として医工学分野におけるテクノロジーに関する技術交流と、関連学会との連携に関する機械学会の窓口の一つとして、バイオエンジニアリング部門が計算力学部門、材料力学部門、流体工学部門、熱工学部門、機械力学・計測制御部門、ロボティクス・メカトロニクス部門、情報・知能・精密機器部門と連携して提案し、2009年4月より部門協議会直属の分科会として活動を行っている。

1. 2009年9月14日（月） 2009年度日本機械学会

年次大会（岩手大学）においてワークショップ「医学テクノロジーの最先端」

(1)人工心臓 西田 正浩(産総研)

(2)人工関節のリスクアセスメントと次世代人工関節の開発研究 東藤 貢(九州大)

(3)コンピュータ統合最小侵襲手術支援システム 光石 衛(東京大)

(4)医用マイクロ・ナノシステムの開発ー人工視覚と多機能集積化神経プローブー 田中 徹(東北大)を実施し、それに引き続いて、日本医工ものつくりコモンズ（仮称）についての情報交換と、分科会活動内容について議論した。

2. 2010年9月6日（月） 2010年度日本機械学会年次大会（名古屋工業大学）においてワークショップ「医療機器開発における諸問題」

(1) 医療機器開発と臨床研究に対する薬事法規制の基礎知識と課題 鎮西清行（産総研）

(2) 意見交換・総合討論

を実施し、それに引き続いて、学会間連携について議論する。

3. 2010年9月19日（日） 生活生命支援医療福祉工学系連合大会（旧福祉工学シンポジウム2010）（大阪大学）において、オーガナイズドセッション「医療機器の開発から市販まで」

(1)医療機器開発の問題点について 巽英介（国循セ）

(2)医療機器の承認審査について 山根隆志（産総研）

(3)医療機器の市販後安全について 谷城博幸（医薬品医療機器総合機構）

を共催する。

## 6. 研究室紹介

東洋大学 理工学部

生体医工学科 生物機械システム研究室

望月 修

〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100

Tel: 049-239-1746, Fax: 049-239-5026

E-mail: mochizuki@toyo.jp

2002年4月に東洋大学工学部（当時）の機械工学科に私が着任したときに、これまでの流体工学の分野を生体、生物系に拡張することをもくろみ、生物機械システム研究室として開設いたしました。当時スタッフは私だけで、新任の私を知らないで研究室に入った犠牲者？的卒業論文の11人の学生が研究室のメンバーでした。私自身も何ができるかわからない状態でしたので、半年かけてこのメンバー達とは何をするか個人個人のやりたいことを話し合いました。テーマを押し付けるのではなく、それぞれの特性や興味をあぶり出したことが功を奏し、テーマ決定後は細かな指導の必要も無く、皆一生懸命研究に没頭してくれました。これが、本研究室の運営基本となりました。そのため、テーマの数は学生の数だけありますので、いったいこの研究室は何を目指している研究室なのかかわからない一風変わった研究カラーのものとなり今日に至っています。学生間では「虫研」と呼ばれています。2010年現在は生体医工学科に所属する研究室で、基本的には「生物流体研究」で、特に推進方法、抵抗低減方法を生物から学ぶいわゆるバイオミメティクスの分野に携わっています。現在、カエルの飛び込みを調べるべく、研究協力者を生体医工学科の1年生に募集したところ、十数名の「やる気のある」学生が集まり、先日近くの河川敷にカエル捕獲大作戦（写真1）を展開いたしました。初体験者ばかりでしたが、1匹のトウキョウダルマガエル（写真2）、2匹の雨蛙を捕まえ、その日のうちに実験を行いました。実は翌日にトウキョウダルマガエルが脱走をし、現在研究室内を捜査中

です。こういう体験を通じて、研究の面白さ、難しさを知ってもらい、生命や環境の大切さを理解した研究者として育ててもらえればと考えています。



写真1 カエル捕獲大作戦メンバー



写真2 トウキョウダルマガエル



## 7. 海外だより

### UTC 滞在記

#### 東北大学大学院工学研究所 今井 陽介

文部科学省平成 20 年度大学教育の国際化加速プログラムにより、平成 20 年 6 月から平成 21 年 2 月まで、仏国コンピエーニュ工科大学 (UTC) に 9 カ月間滞在いたしました。

UTC は、フランス、ピカルディ地方のコンピエーニュ市にある大学で、コンピエーニュまでは、パリからフランス国鉄で約 40 分、またシャルルドゴール空港からは車で同じく約 40 分でアクセスできます。人口 7 万人程度の小さな町ですが、百年戦争におけるコンピエーニュの戦いや、1918 年、1940 年の 2 度のドイツとの停戦など歴史に度々登場します。UTC はコンピエーニュの唯一の大学であり、約 3000 人の学生が在籍し、うち約 500 人は 60 の外国からの留学生です。日本からも千葉工業大学の大学院生を始め、年間数人の交換留学生が UTC を訪れ、研究生活を送っています。大学の敷地は主に講義などが行われている Benjamin Franklin Centre と、研究施設などが集中している Royallieu Research Centre の 2 か所に分かれていて、Benjamin Franklin Centre が市の中心部にある一方で、Research Centre はこれから車で 5~10 分程度離れており、研究に専念しやすい環境になっています。

機械工学、情報科学、生体工学、化学工学、機械システム工学の 5 つの専攻があり、私は生体工学専攻の生体力学・医療工学講座の Dominique Barthes-Biesel 教授の研究室に滞在いたしました。滞在中は、5~10 名程度の博士課程の学生が在籍し、Barthes-Biesel 教授に加え、フランスの政府基礎研究機関であるフランス国立科学研究センター (CNRS) の研究員の指導のもと研究を行っていました。学生 5 名のうち 4 名が中国、ルーマニア、およびベトナムからの留学生であり、国際色に富んだ構成となりました。

Barthes-Biesel 教授は、カプセルの流体力学の第一人者であり、理論から数値計算まで幅広く、分野をリードする研究を行っています。カプセルとは液体を薄膜で覆った粒子であり、これが流れの中でどのような挙動を示すのか明らかにすることは、赤血球をはじめとする細胞流動やドラ

ッグデリバリーなどの研究において重要な意義をもちます。私は二重カプセルの挙動について数値計算を行いました。結果については鋭意解析中で、近いうちに部門講演会にて発表できるかと思えます。

ちなみにコンピエーニュ市は少し田舎にあるためでしょうか、町中では英語があまり通じません。そこで留学生向けのフランス語の講義を受講したのですが、残念ながらさっぱり分からず、一回で挫折してしまいました。結局、覚えたセリフといえば、「Une baguette et demi, s'il vous plait.」くらいのもので、ちなみにこれはフランスパンを 1 本半くださいという意味です。フランスでは、(当然ですが) フランスパンとは呼ばれていないことに気づきました。



(写真) Royallieu Research Centre は、階段、扉、廊下が入り組んだ複雑な構造になっており、どの建物がどの建物につながっているのか、把握できないまま帰国いたしました。

## 8. 部門組織

### 運営委員会

部門長 松本 健郎 (名古屋工業大学)  
 副部門長 日垣 秀彦 (九州産業大学)  
 幹事 和田 成生 (大阪大学)  
 運営委員 赤澤 康史 (兵庫県立総合リハビリテーションセンター)  
 リテーションセンター)  
 安達 和彦 (神戸大学)  
 安達 泰治 (京都大学)  
 石川 拓司 (東北大学)  
 稲葉 忠司 (三重大学)  
 牛田多加志 (東京大学)  
 大橋 俊朗 (北海道大学)  
 工藤 奨 (芝浦工業大学)  
 蔵田 耕作 (九州大学)  
 桑名 克之 (泉工医科工業(株))  
 後藤 司 (富士重工(株))  
 齊藤 俊 (山口大学)  
 坂本 二郎 (金沢大学)  
 白石 俊彦 (横浜国立大学)  
 須藤 誠一 (秋田県立大学)  
 竹内 謙善 ((株)くいと)  
 田中 茂雄 (金沢大学)  
 田中 正夫 (大阪大学)  
 玉川 雅章 (九州工業大学)  
 東藤 正浩 (北海道大学)  
 内貴 猛 (岡山理科大学)  
 中島 求 (東京工業大学)  
 中西 義孝 (熊本大学)  
 長山 和亮 (名古屋工業大学)  
 西田 正浩 ((独)産業技術総合研究所)  
 藤江 裕道 (首都大学東京)  
 若山 修一 (首都大学東京)

### 代議員 (運営委員会構成員以外)

太田 信 (東北大学)  
 寺島正二郎 (新潟工科大学)  
 速水 則行 ((株)豊田中央研究所)  
 田中 英一 (名古屋大学)  
 山本 衛 (近畿大学)  
 内藤 尚 (大阪大学)  
 赤澤 康史 (兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所)  
 山本 泰司 (三洋電機(株))  
 佐伯 壮一 (山口大学)  
 下戸 健 (九州産業大学)  
 兵藤 行志 (産業技術総合研究所)  
 劉 浩 (千葉大学)  
 横田 秀夫 ((独)理化学研究所)  
 池田 大作 (瑞穂医科工業(株))  
 岩崎 清隆 (早稲田大学)

### アドバイザーボード

大場 謙吉 (関西大学)  
 清水 優史 (前橋工科大学)  
 谷下 一夫 (慶應義塾大学)  
 佐藤 正明 (東北大学)  
 田中 英一 (名古屋大学)  
 原 利昭 (新潟大学)  
 村上 輝夫 (九州大学)  
 山口 隆美 (東北大学)

但野 茂 (北海道大学)  
 荒木 勉 (大阪大学)

### シニアアドバイザー

棚澤 一郎  
 阿部 博之 ((独)科学技術振興機構)  
 林 紘三郎 (岡山理科大学)  
 立石 哲也 ((独)物質・材料研究機構)  
 赤松 映明  
 松崎 雄嗣

### 総務委員会

委員長 田中 正夫 (大阪大学)  
 幹事 玉川 雅章 (九州工業大学)

### 企画委員会

委員長 斉藤 俊 (山口大学)  
 幹事 工藤 奨 (芝浦工業大学)  
 委員 長山 和亮 (名古屋工業大学: 2010年度年次大会担当)  
 中島 求 (東京工業大学: 2011年度年次大会担当)  
 山本 創太 (芝浦工業大学: 会員増強担当)

### 部門ジャーナル編集委員会

委員長 牛田多加志 (東京大学)  
 幹事 安達 泰治 (京都大学)  
 石川 拓司 (東北大学)  
 大橋 俊朗 (北海道大学)  
 青村 茂 (首都大学東京)  
 荒木 勉 (大阪大学)  
 伊能 教夫 (東京工業大学)  
 大橋 俊朗 (北海道大学)  
 高久田和夫 (東京医科歯科大学)  
 玉川 雅章 (九州工業大学)  
 東藤 貢 (九州大学)  
 日垣 秀彦 (九州産業大学)  
 古川 克子 (東京大学)  
 松本 健郎 (名古屋工業大学)  
 松本 健志 (大阪大学)  
 山口 隆平 (芝浦工業大学)  
 山本 衛 (近畿大学)  
 劉 一浩 (千葉大学)  
 和田 成生 (大阪大学)

### 広報担当委員

坪田 健一 (千葉大学)  
 船本 健一 (東北大学)  
 小関 道彦 (信州大学)

### Advisory Board

#### (部門ジャーナル編集委員会)

佐藤 正明 (東北大学)  
 但野 茂 (北海道大学)  
 田中 英一 (名古屋大学)  
 田中 正夫 (大阪大学)  
 谷下 一夫 (慶應義塾大学)  
 原 利昭 (新潟大学)  
 村上 輝夫 (九州大学)  
 山口 隆美 (東北大学)  
 和田 仁 (東北大学)

### 広報委員会

委員長 西田 正浩 ((独)産業技術総合研究所)  
 幹事 石川 拓司 (東北大学)  
 委員 中村 匡徳 (大阪大学)  
 今井 陽介 (東北大学)  
 百武 徹 (横浜国立大学)  
 加藤 陽子 (東北学院大学)  
 下権谷祐児 (兵庫県立大学)  
 桑名 克之 (泉工医科工業(株))  
 佐藤 央英 (エドワーズライフサイエンス(株))  
 塚本 雄貴 (日機装(株))  
 山下 修蔵 ((株)日本ステントテクノロジー)  
 鷲尾 利克 ((独)産業技術総合研究所)

### 国際委員会

委員長 藤江 裕道 (首都大学東京)  
 幹事 大橋 俊朗 (北海道大学)  
 委員 田中 正夫 (大阪大学: Japan-Taiwan Bilateral Meeting 担当)  
 山口 隆美 (東北大学: Asian Pacific Association for Biomechanics 担当)

### 部門講演会組織委員会

委員長 中西 義孝 (熊本大学)  
 幹事 波多 英寛 (熊本大学)  
 委員 峠 睦 (熊本大学)  
 石飛 光章 (熊本大学)  
 鳥居 修一 (熊本大学)  
 鳥越 一平 (熊本大学)  
 小糸 康志 (熊本大学)  
 久保田章亀 (熊本大学)  
 黒田 雅利 (熊本大学)  
 日垣 秀彦 (九州産業大学)  
 下戸 健 (九州産業大学)  
 梅野 貴俊 (福岡教育大学)  
 蔵田 耕作 (九州大学)  
 東藤 貢 (九州大学)  
 岡本 剛 (九州大学)

### バイオフィロンティア講演会組織委員会

委員長 坂本 二郎 (金沢大学)  
 幹事 田中 茂雄 (金沢大学)  
 委員 桑水 流理 (福井大学)  
 田中 志信 (金沢大学)  
 田中 基嗣 (金沢工業大学)  
 中村 真人 (富山大学)  
 松澤 照男 (北陸先端科学技術大学院大学)  
 宮崎 祐介 (金沢大学)  
 渡邊 哲陽 (金沢大学)

### 事務局

関根 郁夫 (日本機械学会事業運営部門)

---

## 編集後記

バイオエンジニアリングという学問からは、様々な形態の出口がある。その出口の一つとして、目に見えてわかりやすいのが医療機器の開発であり、他の出口と同様に、社会に大きく貢献できる。従来の医療機器は、医学研究者を中心に開発されてきたが、近年の医療機器は、医学研究者と工学研究者がタッグを組まなければ開発が進まない状況にあり、そのためには、工学研究者自身、実際にものをつくって説明責任を果たす必要があり、またその製作されたものを法律に基づいた形で社会に普及させる必要がある。

今号のバイオエンジニアリングの歴史では、バイオイメージングの歴史をご執筆いただきました。そして、特集記事には、医療におけるものづくりに関する方策、医工連携における最先端、そして医療機器承認における現状をご紹介いただきました。もちろん、新部門長あいさつから始まり、部門情報、分科会・研究会活動報告、研究室紹介および海外だよりなど、興味深い話題が満載です。

ご多忙中にも関わらず、種々話題をご提供いただきました。執筆者の先生方に厚く御礼申し上げます。

**Bioengineering News No. 39** 2010年9月1日発行

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 西田正浩 [masahiro.nishida@aist.go.jp](mailto:masahiro.nishida@aist.go.jp)

幹事 石川拓司 [ishikawa@pfs1.mech.tohoku.ac.jp](mailto:ishikawa@pfs1.mech.tohoku.ac.jp)

事務局 関根郁夫 [sekine@jsme.or.jp](mailto:sekine@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