



BIOENGINEERING NEWS

No. 40 Autumn, September 1, 2011

目次

1. 部門長あいさつ 日垣 秀彦 (九州産業大学) ... 2
2. バイオエンジニアリングの歴史
- 機械的人工心臓弁の歴史 阿久津 敏之介 (関東学院大学) ... 2
- ステントの歴史 小村 育男 (㈱日本ステントテクノロジー) ... 6
3. 特集記事
- 埋込型左心補助人工心臓 DuraHeart 木島 利彦 (テルモ㈱) ... 11
- 体内植え込み型人工心臓 EVAHEART の開発 小林 信治 (㈱サンメディカル技術研究所) ... 13
- Introduction of the Korean Society of Biomechanics Kuiwon Choi (Korea Inst. Sci. Tech.) ... 15
4. 部門情報
- 4.1 講演会案内
- 2011 年度年次大会 (2011/9/11-14, 東京) ... 16
- 第 22 回バイオフロンティア講演会 (2011/10/7-8, 津市) ... 16
- 第 24 回バイオエンジニアリング講演会 (2012/1/7-8, 豊中市) ... 17
- 4.2 講演会報告
- 第 21 回バイオフロンティア講演会を終えて 坂本 二郎 (金沢大学) ... 18
- 第 23 回バイオエンジニアリング講演会を終えて 中西 義孝 (熊本大学) ... 18
- 4.3 部門賞
- 功績賞を受賞して 山口 隆美 (東北大学) ... 19
- 業績賞を受賞して 高久田 和夫 (東京医科歯科大学) ... 20
- 瀬口賞を受賞して 出口 真次 (東北大学) ... 20
- フェロー賞を受賞して 神戸裕介 (京都大学), 栗栖直之 (同志社大学) ... 21
- 2010 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 坂本二郎 (金沢大学)・山本創太 (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) ... 23
- 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) ... 24
- ・大橋俊朗 (北海道大学)・石川拓司 (東北大学) ... 24
5. 分科会・研究会活動報告
- 計測と力学 - 生体への応用 - 研究会 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) ... 25
- 生体システム技術研究会 高松 洋 (九大)・澤江義則 (九大) ... 25
- 生物機械システム研究会 和田成生 (阪大)・田原大輔 (龍谷大) ... 26
- 傷害バイオメカニクス研究会 一杉正仁 (獨協医大)・松井靖浩 (交通研) ... 26
- ・古川一憲 (豊田中研)・本澤養樹 (ホンダ技研) ... 26
6. 研究室紹介
- 芝浦工業大学 工学部 機械機能工学科 生体機能工学研究室 山本 創太 (芝浦工業大学) ... 27
7. 海外だより
- University of Florida 滞在記 比嘉 昌 (兵庫県立大学) ... 28
8. 部門組織 ... 29

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

1. 部門長あいさつ



日垣 秀彦

九州産業大学
工学部
バイオロボティクス学科

2011年3月11日の東日本大震災は未曾有の大災害をもたらし、数多くの尊い命が奪われました。被災地の皆様とご遺族の方々に心よりお見舞い申し上げます。

この間、日本機械学会では機械設備システムの被害に関する緊急調査や耐震対策に関する提言、長期的なエネルギー利用や危機管理に関する提言等を行うワーキンググループを設置し、積極的に社会に発信していく活動が始まっております。本部門からも医療機器や医療現場における被害状況の緊急調査や地震と原発事故に対する危機管理等にそれぞれ委員を推薦しており、バイオエンジニアリングの観点から貢献できることを願っております。

大変なときではありますが、第89期を迎えるにあたり、

当バイオエンジニアリング部門活動へのご協力をお願いするとともに、ご挨拶申し上げます。今期は直近5年間の部門評価を実施することになっており、部門活動の実績を整理いたしております。諸先輩や部門登録の皆様のご尽力により毎年の部門の活動度評価は非常に高く、部門登録者数も全体会員が減少する中、増加を続けております。ただ、日本機械学会では約70%が企業所属の学会員であるのに対し、当部門では産業界との結びつきにおいて弱点を有しておりました。ここ数年に部門内での専門領域アドバイザー名簿の整備等を行ってききましたが、活用においてまだまだ不十分と言わざるをえません。自由貿易協定などにおける医薬品や医療機器の共通規格化においても、企業と協働する専門家としての役割が求められております。今年度は谷下一夫元部門長のお世話により発足している「日本工ものつくりコモンズ」や田中正夫元部門長が当初主査を務められた「医工学テクノロジー分科会」に続き発足した「医工学テクノロジー推進会議」（浅間一委員長）、産総研で山根隆志先生が世話人を務められる「医療機器レギュラトリーサイエンス研究会」等と連携して、医療産業に資する企画等を推進していきたいと考えております。ご協力をお願いいたします。

更なる部門発展のためご意見ご提案等ございましたら、お寄せいただきたいと思います。

2. バイオエンジニアリングの歴史

「機械的人工心臓弁の歴史」

関東学院大学 阿久津 敏之介

1. はじめに

人工心臓弁による自然心臓弁置換の歴史は未知の分野に対する新しい試みと進化の連続であった。1944年から1952年の間に、最初の心臓病の治療の一環として、心臓弁置換に関する実験的研究が行われた¹⁻³⁾。損傷した自然弁の治療は試みられていたが、患者の状況によっては、自然弁あるいは人工弁を用いた完全な弁置換が、弁機能回復のための唯一の方法である事が分かってきた。ここでは、自然弁と形状も材質もことなる機械弁の推移について振り返ることにした。

2. 最初の成功

1951年に行われた Hufnagel⁴⁾の最初の人工弁による置換の試みでは、装着位置は、開胸手術が無かった当時の心臓外科における技術的な限界から、本来の心臓位置から離れた下行大動脈であったが、この施術により患者の状況を劇的に改善する事が出来、弁疾患の治療法の可能性を示したものであった。この最初の動脈不全症に対する医学的解決法は、ボール型の人工弁を用いて行われた(図1)。

いわゆる機能的には、ラムネのビー玉に近似した方法を用いたのである。この人工弁は、チューブ状の形状をしており、入口部、プラスチック球をその中に持つチャンパー、および出口部で構成された。弁全体は、ポリエチレン製で、非常に円滑で継ぎ目のない内部表面になるよう、成型されていた。メタクリレート製の中空球は、外部に繋ぎ目がなく、比重は若干1より小さく作られていた。弁の両端には、外側に溝があり、ナイロン製の固定リングにより大動脈に固定された。すなわち、弁の形態より機能を模擬したものであった。

一方、最初の心臓への直接的な治療の試みは、1950年後半に石灰化や大動脈弁狭窄に対するものであった^{5,6)}。手術は、比較的安全であったが、期待された結果は短期間しか維持されず、3年から5年程度で再手術が必要となった。大動脈不全や対処的な処置以外の症状の増加に伴い、疾患を持つ心臓弁の完全置換の方向で多くの努力が払われたり⁷⁻¹⁰⁾、あるいは、完全に代替弁で置換することが目指された。Hufnagelによって、その様な人工弁が比較的長時間機能的に満足できることが示されたことにより、

通常の位置に設置出来、しかも大動脈狭窄症や不全症などの治療に有効であるような人工弁の開発に拍車をかける結果となった。人工弁は、自然弁をモデルに、当時得られる最良の材料で製作された。すなわち、頑丈で比較的摩擦のないテフロン、ナイロン、ダクロンなどの高分子材料が用いられた。これらの材料は、血栓生成に関しては、比較的良好であったが、耐久性に関して重要な欠陥が明らかになった。一般的に性能は、望むべきものには、ほど遠いものであった。

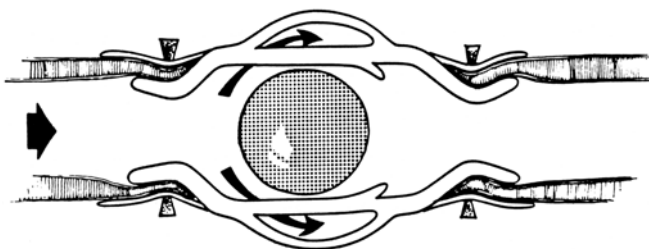


図1 Hufnagelの最初の人工機械弁³¹⁾

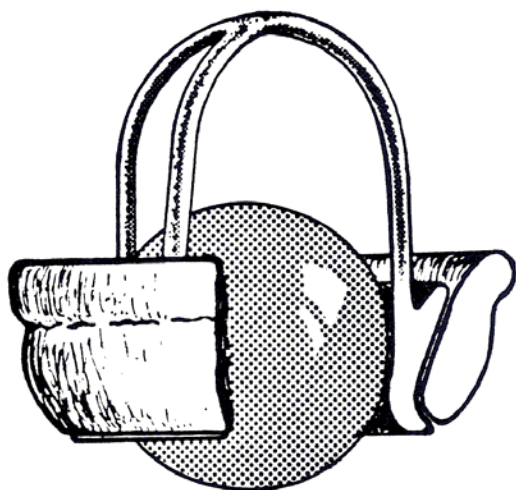


図2 Starrによるボール弁³¹⁾

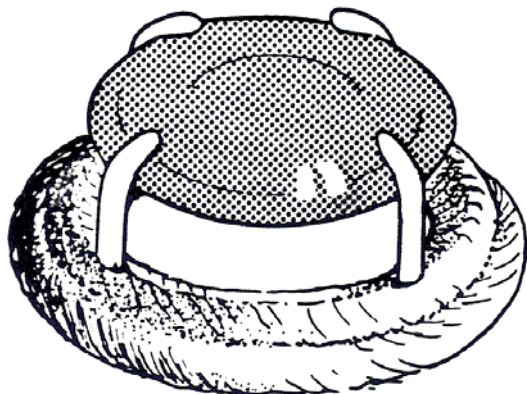


図3 円盤弁³¹⁾

3. 本格的な成功、ボール弁、円盤弁

1960年に、Harken¹¹⁾およびStarr¹²⁾(図2)は、形態より機能を模したボール弁を大動脈弁および僧帽弁置換用に開発し適用した。Hufnagelの弁に比べ、はるかにコンパクトで性能は、満足できるレベルに到達したが、比較的背の高い寸法による組織への接触が危惧され、また、弁開口面積がボール断面積より小さいために、弁有効断面積が大きく出来ない問題、さらにはボール下流部分のケージにおける血栓の問題など、改善すべき点が示された。弁開口面積については、Smelloff-SCDK-Cutter弁が¹³⁾、Double closed cage デザインを用いることで解決をはかった。背の高い問題に対しては、これに続いたBarnard-Goosen弁で¹⁴⁾、Kay-Suzuki caged disk弁¹⁵⁾、Cross-Jones caged lens弁¹⁶⁾、Kay-Shiely弁¹⁷⁾、Beall-Surgitool disk弁¹⁸⁾などの。円盤弁や、Devila-Sierra sliding cage disc弁¹⁹⁾やCooly-Cutter biconical disc弁²⁰⁾などのポペット部分に工夫が見られる背の低い弁が提示されたが、いずれも、大きな成功とはならなかった。特に、円盤弁においては、材質に関わる耐久性などの諸問題の他、円盤下流において、大きな剥離領域ができるため、ボール弁以上、血栓の問題が顕著であった。

初期に成功をおさめたボール弁にしても、これに続いた円盤弁にしても、流れの中心にボールや円盤が位置し、流れは周辺流れであった。しかしながら、自然弁は中心流を形成するため、これを目標として、多くの挑戦者達は、中心流が得られる弁デザインを目指した。

4. 傾斜円盤弁

傾斜円盤弁の最初の試みは、Lillehei-Cruz-Kaster tilting disc弁²¹⁾で、流体力学的には若干流れがスムーズになり改善された性能を発揮したが、弁後部と大動脈壁との間に大きな剥離領域を形成し、せっかくの性能を生かすことができなかった。最初に広く認識されたデザインは、和田教授による、Wada-Cutter tilting disc弁²²⁾で、この弁によって、初めて、多少偏流はあるが、準中心流を得ることができ、円盤弁では顕著であった弁葉後部の剥離領域を減らすことに成功した。流体力学的性能は、大きく改善されたが、テフロン製弁葉の磨耗による問題が生じた。しかしながら、この弁のデザインに触発され、弁葉支持部に改善を図った結果がBjork-Shiley tilting disc弁(図4)²³⁾である。その後、デルリン製の弁葉が、水分を吸収する問題が起り、後にPyrolyte discを用いることにより、弁葉耐久性の問題を解決することが出来、一時機械弁で最も普及した人工弁となったが、弁葉支持のwire struts部分の溶接部に問題が生じたため、全てを機械加工したmonostrut弁²⁴⁾を導入したが、医療訴訟問題により、米国から撤退せざるを得ない状況となった。この他、傾斜円盤弁に属する優れたデザインは、Lillehei-Kaster tilting disc弁²⁵⁾、Omniscience弁(図5)²⁶⁾、Omonicarbon弁²⁷⁾、Meditronic-Hall-Kaster tilting disc弁²⁸⁾などがあり、現在も使用されているものがある。

傾斜円盤弁は、優れた機械的人工弁であるが、流れに偏流が起り、弁装着方向により流れ場に大きな影響を与え、自然弁から得られる中心流とは程遠く、更なる流れ場の改善が望まれた。

5. 機械的二葉弁

機械的二葉弁は、対称な流れ場を形成し、ほぼ中心流れが得られることから、多くの挑戦がはかられた。Gott-Druggett 弁(図 6)²⁹⁾は、ヘパリンを用いたコーティングが施されたテフロン製の弁葉を用い、血栓に対する対策をとったものであったが、弁の直径にわたる、二つの弁葉の中心部が弁支持部に接続する構造となっているため、中心流は阻害され、弁様後部の流れに問題が生じた。

Dr. Nicoliff によって 1977 年に最初に導入された Saint Jude 弁(図 7)³⁰⁾は、それ以降の機械的人工弁のあり方を大きく変えたものであった。Floating hinges や Pyrolyte carbon の採用により中心流と耐久性の獲得がなされ、血行動態の改善と耐摩耗性の獲得がなされた。Saint Jude 弁は、優れた弁で、最も普及している機械的人工弁の地位を獲得するにいたったが、ヒンジ部での血栓や中心オリフィス部の流れが少ないなどの問題が顕著になってきた。ヒンジ部の改善を目的とした ATS 弁、中心オリフィス拡大のための Edward MIRA 弁、入口部のフレアーや弁葉開放角度の改善による流れ場の改善をはかった On-X 弁など優れたデザインの人工弁が医療現場に導入されている。

6. 流体力学的考察

機械的人工心臓弁の歴史は、当初のボール弁から、高さの低い形状の円盤弁、さらには、ほぼ中心流を求めた傾斜円盤弁、さらにはほぼ中心流が得られた二葉弁とデザイン形状の変化に対応している。耐久性に関しては、Pyrolyte carbon の採用以来大きな問題は無く、長期間の使用に耐えられる強度を持つようになった。しかしながら、純粋に流体力学的に見た場合、必ずしもこの順で性能が向上しているわけではない。

例えば、ボール型、傾斜円盤型、二葉型僧帽弁を開口面積を基準とした流出係数で比較した場合(図 8)、傾斜円盤弁が最も性能が悪い³¹⁾。即ち、一番古いボール弁は、開口面積を基準とすれば、それほど性能は悪くなく二葉弁に匹敵する場合もある。円盤弁では、弁葉から大きな剥離が生じ、傾斜円盤弁では、偏流と比較的大きな弁葉からの剥離が生じる。その結果、流れ場の乱れも多くなる傾向がある。各弁の下流領域における乱流応力を LDA による速度情報から算出した結果(図 9)によれば、傾斜円盤弁が大

きな乱流応力を示した³²⁾。いずれの場合も、弁後流に乱れの大きな流れ場を形成し、血液要素に与える影響も無視出来ないと思われる。現在主流の二葉弁においても、若干の形状変化が流れ場に大きな影響を与えることが考えられ、これからの人工弁の開発においては、材質、耐久性、弁開口面積などの他に、血流に対する配慮も重要であろう。

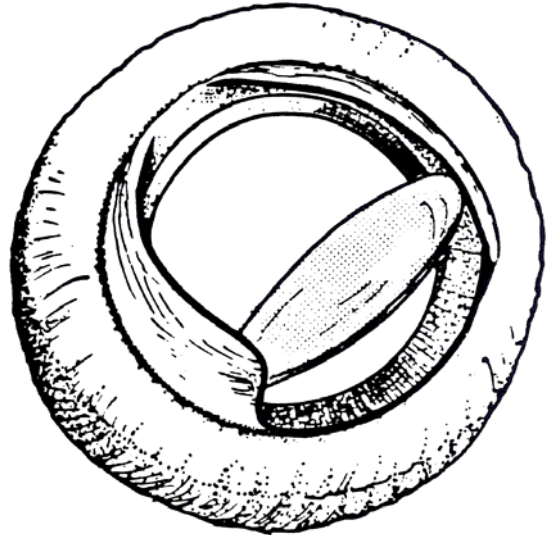


図 5 Omniscience 弁³¹⁾

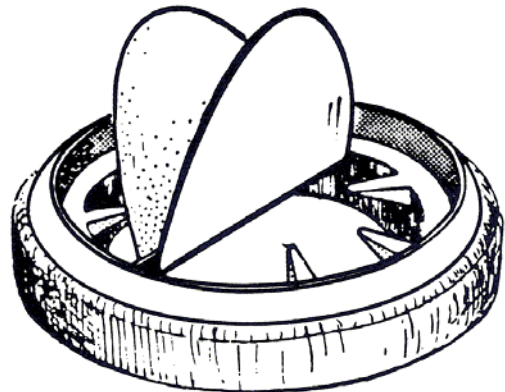


図 6 Gott-Druggett 弁³¹⁾

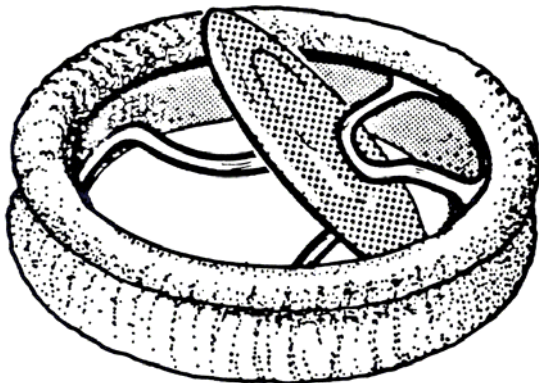


図 4 Bjork-Shiley tilting disc 弁³¹⁾

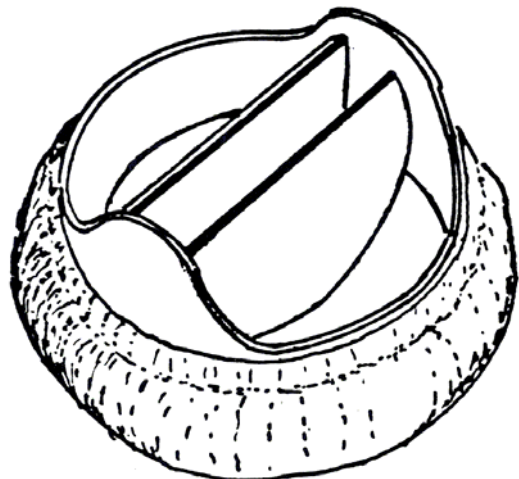


図 7 St. Jude Medical 弁³¹⁾

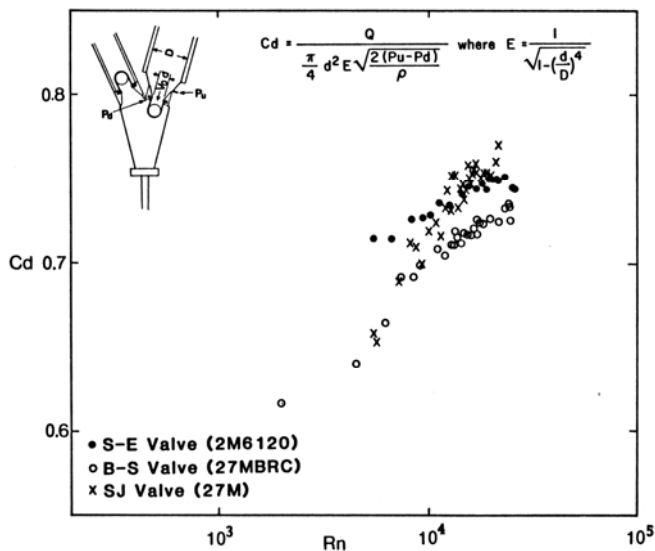


図8 ポール型(SE), 傾斜円盤型(BS), 二葉型(SJM)僧帽弁の定常流下における流量係数の比較³¹⁾

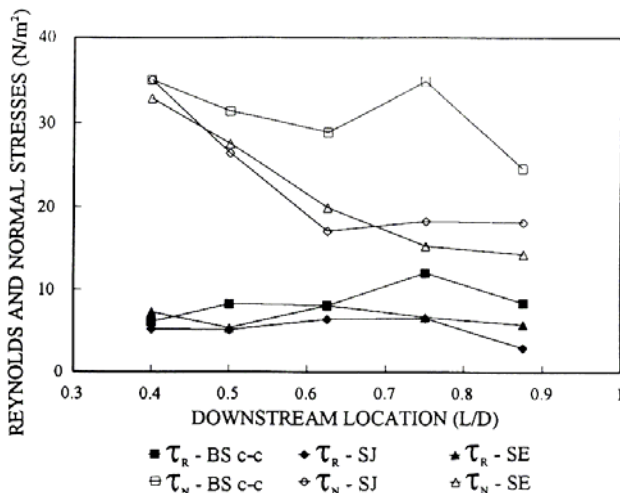


図9 ポール型(SE), 傾斜円盤型(BS), 二葉型(SJM)僧帽弁下流5か所における拍動流下におけるレイノルズおよび乱流垂直応力の比較³²⁾

《著者プロフィール》



阿久津 敏乃介

関東学院大学
工学部 教授
機械工学科
流体工学分野
関東学院大学大学院
工学研究科
熱・流体工学専攻 教授
Ph.D.(学術博士, 工学)

参考文献

- 1) Smity, H.G., and Parker, E.F., Surgery, Gynecology and Obstetrics, 84, 4A, 625-628 (1947)
- 2) Smity, H.G., Pratt-Thomas, H.R., and Deyerle, H.P., Surgery, Gynecology and Obstetrics, 86, 5, 513-523 (1948)
- 3) Denton, G.R., Proc. Of the Thirty-Sixth Clinical Congress, Surgery Forum, American College of Surgeons, Boston, Massachusetts, Oct, 239-245 (1950)
- 4) Hufnagel C.A., Bull Georgetown Univ Med Center, 5, 128-130 (1951)
- 5) Merendino, L.A., and Bruce, R.A., J.A.M.A., 164, 7, 749-755 (1957)
- 6) Lillehei, C.W., Gott, V.L., De Wall, R.A., and Varco, R.L., Lancet, 77, 446-449 (1957)
- 7) Lillehei, C.W., Gott, V.L., De Wall, R.A., and Varco, R.L., J. Thoracic Cardiovascular Surgery, 35, 154-189 (1968)
- 8) Bahnson H.T., Spencer F.C., Busse E.F., and Davis F.W., Ann Surg, 152, 494-505 (1960)
- 9) Muler, W.H., Warren, W.D., Dammann, J.F., Beckwith, J.R., and Wood, E.J., Circulation, 21, 687-597 (1960)
- 10) Bjork, V.O., Thorax, 19, 4, 369-378 (1964)
- 11) Harken D.E., Soroff H.S., Taylor W.J., Lefemine A.A., Gupta S.K., and Lunzer S., J Thorac Cardiovasc Surg, 40, 744-762 (1960)
- 12) Starr, A., Edwards, M.L., McCord, C.W., and Griswold, H.E., Circulation, 27, 4, 779-783 (1963)
- 13) Kahn P., and Carmen R., Ann Thorac Surg, 48, S10-S11 (1989)
- 14) Barnard C.N., Schrire V., Frater R.W.M., and Goosen C.C., Surgery, 57, 211-219 (1965)
- 15) Kay E.B., Suzuki A., Demaney M., and Zimmerman H.A., Am J Cardiol, 18, 504-514 (1966)
- 16) Cross F.S., Akao M., and Jones R.D., Three years' clinical experience with the lens mitral valve. In: Brewer L.A., ed. Prosthetic heart valves. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 579-586 (1969)
- 17) Kay J.H., Kawashima Y., Kagawa Y., Tsuji H.K., and Redington J.V., Ann Thorac Surg, 2, 485-498 (1966)
- 18) Lefrak E.A., and Starr A., Beall-Surgitool valve. Cardiac valve prostheses. New York: Appleton-Century-Crofts, 181-196 (1979)
- 19) Davila J.C., Ann Thorac Surg, 6, 99-118 (1968)
- 20) Lefrak E.A., and Starr A. Cooley-Cutter valve. Cardiac Valve Prostheses. New York: Appleton-Century-Crofts, 205-214 (1979)
- 21) Cruz A.B., Kaster R.L., Simmons R.L., and Lillehei C.W., Surgery, 58, 995-998 (1965)

- 22) Wada J., Komatsu S., Ikeda K., Kitaya T., Tanaka N., and Yamada H., A new hingeless valve. In: Brewer L.A., ed. Prosthetic heart valves. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 304-318 (1969)
- 23) Björk V.O., Br Heart J, 33(suppl), 42-46 (1971)
- 24) Fernandez J. Surgical aspects of valve implantation. In: Morse D., Steiner RM, Fernandez J, eds. Guide to prosthetic cardiac valves. New York: Springer-Verlag, 121-8, 146 (1985)
- 25) Lefrak E.A., and Starr A. Lillehei-Kaster valve. In: Lefrak E.A., ed. Cardiac valve prostheses. New York: Appleton-Century-Crofts, 248-279 (1979)
- 26) Teijeira F.J., J Heart Valve Dis, 7, 540-547 (1998)
- 27) Torregrosa S., Gomez-Plana J., Valera F.J., et al., Ann Thorac Surg, 68. 881-886 (1999)
- 28) Nitter-Hauge S., and Abdelnoor M., Circulation, 80, 143-148 (1989)
- 29) Young W.P., Daggett R.L., and Gott V.L. Long-term follow-up of patients with a hinged leaflet prosthetic heart valve. In: Brewer L.A., ed. Prosthetic heart valves. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 622-632 (1969)
- 30) Arom K.V., Nicoloff D.M., Kersten T.E., Northrup W.F., III, Lindsay W.G., and Emery R.W., Ann Thorac Surg, 47, 831-837 (1989)
- 31) Akutsu, T., Hydrodynamic performance of mechanical prosthetic heart valves, Ph.D. Thesis, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada (1985)
- 32) 阿久津 敏乃介, Bishop, W.F., Modi, V.J., 日本機械学会論文集(B編), 62, 595, 153-159 (1996)

「ステントの歴史」

(株)日本ステントテクノロジー 小村 育男

1. はじめに

「ステント」と呼ばれている医療用具は医学、歯学分野に多種類存在する。その理由は、「ステント」という人工物の名称の始まりと変遷を追うと次第に明らかになってくる。本稿では血管ステントを終着点に定め、「ステント」の歴史を辿ることとする。

2. 「ステント」が歯科材料だった時代

英国の歯科医, Edwin Truman (1819~1905) は1847年にガツパーチャ (gutta-percha) を利用した熱可塑性の歯科用印象材を発明した。この材料は加熱・軟化させて歯の印象を取得するが、冷却固化時の寸法収縮や、歯から外す際に変形するといった難点があった。

英国の歯科医, Charls Thomas Stent (1805~1885) は、1856年にガツパーチャにステアリンとタルクを加えて練り合せ、柔軟で寸法安定性に優れた改良型の歯科用印象材を発明した。彼には2人の息子 (Charls Robert と Arthur Howard) がいたので、息子達の助けを借りて会社 (C. R. and A. Stent) を設立し、この印象材 (Stent's compound, Stent's mass または Stent's material と呼ばれた) の製造を始めた。Stent's compound は人気が高まり、息子達は父親が1885年に亡くなった後も、有力な歯科製品販売会社である Clausis Ash and Sons (ロンドン) を通じて市場開発を行なった。1901年に最後の息子が亡くなると、会社のすべての権利を Clausis Ash and Sons が買い取り、製造を続け、「Stent」というブランドを存続させた。同社は1924年に de Trey & Company と合併し、国際的な歯科材料会社 Amalgamated Dental Company となり、現在は Plandent Division となっている。

3. 血管吻合 (血管ステントの夜明け前)

Stent's compound の発明から21年が経過した1877年に、Pavlov の研究室にいた Nikolai Eck は、イヌ下大静脈と門脈血管の直接吻合に初めて成功した。さらに22年が経過した1899年に Kummell は、ヒト動脈で切断面どうしの吻合に初めて成功した。一方、外科医の Robert Abbe (1851~1928) は1894年にイヌ大腿動脈を切断し、その両断面にガラス管 (長さ 1/2 inch) を挿入し、血管を絹糸でガラス管に固定した。1897年には Maximilian Nitze が吻合に象牙管を使用した。また、1901年にはオーストリア系ドイツ人外科医の Erwin Payr (1871~1946) が、マグネシウム管をヒト鼠径部腫瘍切除後静脈の接続に使用した。患者は3日後に死亡したが、管は開存していた。

Alexis Carrel (1873~1944) は、リヨン (フランス) に生まれた。彼がリヨン病院のインターンであった1894年、当地で開催された博覧会に臨席していたフランス大統領 Marie F.S. Carnot が、暴漢に刃物で腹部を刺され、病院に運ばれたが、門脈断裂で絶命する事件が起きた。その時、病院の外科医が、大血管の縫合は不可能で救命不能と判断したのに対し、Carrel は血管を修復できれば救命できたと主張し、この事件を契機に血管吻合の実験的研究に取り組んだ。Carrel は1904年に米国に渡り、臓器移植の研究を開始し、数々の先駆的な業績を上げ、1912年にノーベル生理・医学賞を受賞した。彼は受賞講演のなかで、大血管縫合の際に血流を遮断するのを避ける目的で血管中にパラフィンをコーティングしたチューブを挿入する手法を紹介した。また、同じ年に発表された彼の論文には、イヌ肺動脈瘤にガラス管とアルミ管 (図1) を挿入した試験が報告されており、このテクニックが肺動脈瘤の修復法

として提案されている。

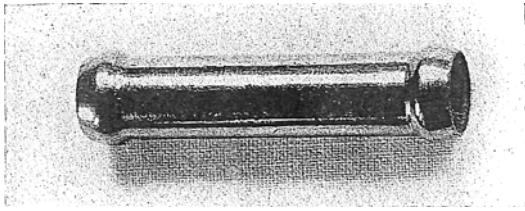


図1 Carrel がイヌ肺動脈に留置したアルミ管

4. 「ステント」の語義の拡大

第一次世界大戦（1914～1918）最中の1917年に発表されたオランダ人医師 J.F. Esser の論文 “Studies in plastic surgery of the face” では兵士の顔面創傷を修復するために Stent's mass を使用した症例が多数報告された。彼は文中で Stent's mass を用いて製作された顔面補綴物（モールド）を stent と呼び、普通名詞扱いしている。歯科用印象材の名称が人体の一部を代替する人工物の名称へと、語義の拡大がなされた。しかし、この論文にはチューブ状の stent は示されていない。

時代が下って1954年発表された William H. ReMine と John H. Grindlay の論文には、イヌの胆管再建に吻合用のステントとして0.5 cm のポリエチレン製チューブを使用したと記されており、この論文がチューブ状医療用具を「ステント」と呼んだ最初の文献と推定される。

5. ステント血管内留置への助走

内科的にステントを血管内に留置するためには血管造影技術、ステントを患部まで送達する手段、抗血栓治療法などの周辺技術の発達が不可欠である。

1895年 William Rentogen が X 線を発見すると、X 線装置はまたたく間に北米の医科大学・医学部に導入され、1896年には Boston City Hospital の Francis Williams により、心臓の X 線観察像が公表された。1919年には C. Heuser によりヒト静脈にヨウ化カリウムを注入して血管造影が行われた。さらに1924年、B. Brooks により、ヨウ化ナトリウムを使って動脈血管造影が行われ、1927年には、ポルトガルの神経科医、Egas Moniz（1949年ノーベル生理・医学賞）らによる脳動脈造影が行われた。

「インターベンションの父」と称される Charles Theodore Dotter（1920～1985）は、ボストンに生まれた。コーネル大学医学部（ニューヨーク）を卒業後、海軍病院でのインターンを経て、1944年にニューヨーク病院の放射線専門研修医となった。彼は1948年、同僚の Temple, Steinberg と共に迅速フィルム交換装置を開発し、0.5秒間隔の透視像撮影を可能にした。

鮮明な冠動脈造影写真は、Mason Sones により1959年に初めて得られた。冠動脈は常には拍動している心臓表面を走行しているため、彼がカテーテルにより冠動脈に直接造影剤を注入できる選択的造影（動画）法を開発したことにより、初めて冠動脈の鮮明な写真撮影が可能となった。

心臓カテーテルの領域では、25歳のドイツ人外科医 Werner Forssmann（1904～1977）が、自分の左肘静脈から尿道カテーテルを右心房まで挿入し、歩いてレントゲ

ン室まで行き写真を撮影し、医学雑誌に発表した。1929年の出来事だった。

Bellevue Hospital の Andre F. Cournand と Dickson W. Richards のチームは、1941年の初め、改造した尿道カテーテルを使用して心臓内の血圧や酸素濃度計測を行い、一連の論文を発表した。1942年には右心室、1944年には肺動脈にカテーテルを挿入した。さらにダブルルーメンカテーテルや X 線造影性カテーテルを使用した。Cournand と Richards は、心臓カテーテルの研究が高く評価され、Forssmann と共に1956年度ノーベル生理・医学賞を受賞した。

血管のインターベンション治療に不可欠な抗凝固剤であるヘパリンは、1916年に J. McLean により発見された。その抗凝固性発現に血漿中の補助因子（アンチトロンビン III）が必要であることが1939年に明らかにされ、翌年に G. Murray が血管の外科的治療にヘパリンを使用したことを報告した。

6. 血管ステントの誕生

Dotter は、1952年にオレゴン大学・医療センター（現オレゴン健康科学大学）放射線科の主任教授に就任した。彼は、110人の患者に対し経皮的に動脈カテーテルを心臓まで挿入したことを1960年に報告した。1964年1月、研修医の Melvin Judkins とともに大腿動脈の狭窄をきたした患者（82歳）に対し、カテーテルによる最初の血管拡張治療をおこない、成功を収めた（transluminal angioplasty の誕生）。

しかし、Dotter は angioplasty テクニックの限界を認識し、1969年の彼の論文中で、コイル状スプリング（coilspring tubular prostheses）をカテーテルで血管狭窄部まで送達し留置すれば改善が達成できると示唆した。1983年に発表された彼の論文のタイトルは “The transluminal expandable nitinolcoil stent grafting” となっており、これがインターベンション分野での「ステント」の初出とされている。

Gruentzig と Myler は、1977年5月にサンフランシスコのセントメリー病院で、ヒトでは最初のカテーテルによる冠動脈再建を実施した。バルーン形状は現在のもと同じソーセージ形で、彼は1980年にその米国特許を取得し、富を得た。しかし、1985年10月27日、週末に休暇先から帰る途中、自家用飛行機が墜落し非業の死を遂げた。

皮肉にもこの年に、3種類のステントが登場した。すなわち Gianturco Z-stent（図2）、Palmaz stent（図3、4）、Wallstent（図5）である。Z-stent はステンレス製ワイヤをジグザグに折り曲げて端同士を接合した自己拡張型ステントであり、Cesare Gianturco らはイヌの大動脈、大静脈への留置を Radiology に発表した。Z-stent のデザインはその後、動脈ステントグラフトの骨格に取り入れられた。

Julio Cesar Palmaz（1945～）は、バルーン拡張型のステントを初めて作った。ステンレス製ワイヤを網目状に組んでチューブを作りワイヤの交差点をハンダ付けした（図3）。このステントをイヌの主要動脈（頸動脈、腸骨動脈など）に留置した。しかし、彼はすぐにステンレス・チューブの周囲に、直線状切れ目を半分の長さずつずらして平行に開けた、製作が容易な改良タイプのステントを作

った(図4)。

ステンレス製ワイヤからなる Wallstent (図5) は、スイスの企業 (Medinvent) の技術者、Hans Wallsten により開発された、パネ利用の自己拡張型ステントであった。1986年3月27日に、Jacques Puel はトゥールズ(フ

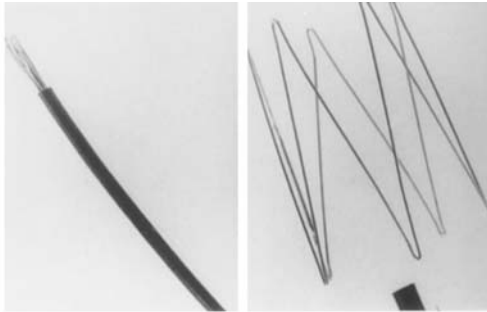


図2 Giantruco Z-stent (右図、左は鞘内収納図)



図3 Palmaz stent

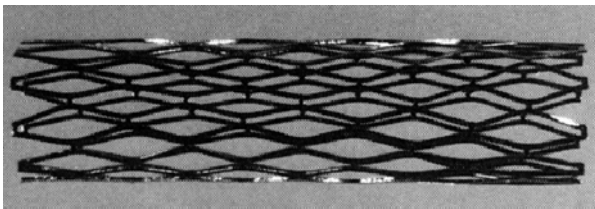


図4 Palmaz stent (改良タイプ)

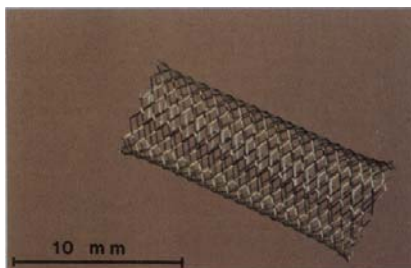


図5 Wallstent



図6 Palmaz-Schatz stent

ランス)で、初めてヒト冠動脈に、Wallstent を用いてステント留置をおこなった。一方、ローザンヌ(スイス)で Ulrich Sigwart がヒトへの Wallstent 留置をおこない、両者は共同研究として論文発表した(1987年)。19人の患者に24本の冠動脈ステントが留置された。また、6人の患者の腸骨または大腿動脈にも11本のステントが留置された。9ヶ月のフォローアップ期間中に冠動脈ステントを留置した患者のうち3人に合併症が現れ、うち1人がバイパス手術後に亡くなった。Schneider Eurpe が鞘からの離脱が簡単なデリバリーシステムを製造すると、ヨーロッパでは良く使われるようになり血管以外にも使用されるようになった。米国でも使用されるようになり、すぐに胆管用としての使用承認が下りた。

Palmaz ステントは1987年5月にヒト腸骨動脈に留置され、1988年に臨床試験結果が速報された。Giantruco Z-stent は、1992年に臨床結果が報告された。

木村、延吉らは Palmaz-Schatz stent (図6) とバルーンカテーテルの比較試験(192病変 vs 97病変)をおこないステントの再狭窄率が有意に低いこと(13% vs 39%)を1993年に報告した。一方、同様の無作為比較試験がベルギー&オランダ(BENESTENT trial, 520人)と北米(STRESS trial, 410人)で1991年に開始され、再狭窄発生率はステントのほうが有意に低いという結果が、1994年に報告された。Palmaz-Schatz ステントは、1993年2月にまず日本の厚生省の承認が得られ、翌年にFDAの承認が得られた。米国では Giantruco-Roubin ステントが1993年にFDAの承認を取得した。

1991年に、Parodi と Palmaz は6人の患者の腎臓下方大動脈瘤の治療のため、Palmaz ステントにポリエステルチューブを縫い付けた試作の体内補綴物をバルーンカテーテルにマウントして腸骨動脈から挿入し、動脈瘤に留置した臨床例を報告した。これはステントグラフトを最初にヒトに留置した症例である。なお1986年に Alexander B. Balko らは、ポリウレタンとニチノール(またはステンレス)からなるステントグラフトのヒツジ大動脈瘤への留置を報告した。

7. 血管ステントの普及

BENESTENT と STRESS で、ステントがバルーンカテーテルより再狭窄が小さいことが立証されたが、ステント血栓・血管閉塞は逆にステントのほうが大きいことが明らかになった(3.4% vs 1.5%, 3.5% vs 2.7%)。この問題は、抗血栓治療にチクロピジンを使用することと、高圧でステントを拡張することにより、まもなく解決された。

これを契機にステントの普及に拍車がかかり、2000年時点で30種類以上のデザインのステントがヒト冠動脈に留置された。ステントの導入により、急性冠閉塞は、1%未満、再狭窄は20~35%、これにより、PCI(経皮的冠動脈インターベンション)の臨床予後は冠動脈バイパスグラフトと同等となり、急速に全世界に普及した。ステントは比較的血管径の大きい限局性病変に対して再狭窄抑制効果を示したが、小血管・び慢性病変、糖尿病患者では過度な新生内膜増殖により再狭窄抑制効果が認められなかった。

8. 薬剤溶出ステントの登場

新生内膜増殖は、中膜から内膜に移動してきた平滑筋細胞の異常な増殖であると理解されていたことから、平滑筋細胞の増殖を抑制する薬剤をコーティングした、いわゆる薬剤溶出ステント (DES) の研究が 1992 年頃から始められた。D. Cox, G. Roubin らはヘパリンと Methotrexate (抗ガン剤) をコーティングしたステントをブタ冠動脈に留置した。その後、多数の薬剤が動物試験で新生内膜増殖抑制効果を試され、有効性を示す薬剤も多数見つかったが、その多くは臨床試験で有効性を証明できなかった。

1999 年、Bx-VELOCITY®ステントにシロリムス (免疫抑制剤) をコーティングした CYPHER®ステントの臨床試験が開始され、2001 年に速報が J. Eduardo Sousa らによって報告された。翌年に多施設での無作為二重盲検試験結果が報告され、DES による新生内膜抑制効果が見事に立証された。2003 年に FDA の承認を取得、2004 年に厚生労働省の承認を得た。一方、パクリタキセル (抗ガン剤) をコーティングした DES である TAXUS® の臨床試験結果は 2003 年に報告された。これらの DES は従来のステント治療では高リスクと言われていた小血管、び慢性病変、糖尿病患者の再狭窄のリスクを 70% 低下させた。

ところが、2006 年の欧州心臓病学会において、DES のステント血栓症は経年的に増加を続けることが報告され、DES の安全性に懸念が生じた。臨床データの再解析や安全対策として抗血小板剤の投与期間を延長するなどの対策が取られたが、長期安全性に対する懸念は完全に払拭されたとはいえない。

9. その他のステント

気道狭窄用ステントは、1872 年に F. Trendelenburg が頸部気管の狭窄に対して用いた金属コイルにゴム膜を巻いたものが最初と考えられ、1891 年には Bond による金属型の T-tube がこれに続いた。その後、T-tube は「Montgomery の T-tube」(1965 年の論文タイトルは T-tube tracheal stent) として普及した。T-tube は気管切開孔からの挿入を基本とし、挿入後も気管孔を必須としたため、患者の QOL という点では難があった。これを解決したのが埋め込み型のシリコン製気道ステントである Dumon ステント (1988 年) であった。現在使用されている気道ステントは、Dumon ステント、Dynamic ステント (1994 年)、金属ステント (Palmaz, Strecker, Wallstent, Ultraflex) である。気道狭窄に用いられた初期のステントは Giantreco 型ステントであり、胆道拡張用ステントとして開発されたものであった。

胆管用 endoprosthesis の登場は 1978 年以前と推定される。1983 年には biliary endoprosthesis を biliary stent と呼び始めた。

ヒト頸動脈への最初のステント留置は、1990 年に Jacques Thérond より Strecker ステントを用いて行われた。一方、ヒト頭蓋内血管狭窄部位への最初のステント留置は 1999 年に行われ、冠動脈ステント (AVE GFX stent, ACS Multilink stent) が使用された。

尿管へチューブを留置する治療法はすでに 19 世紀に行われ、1900 年代前半に尿管で使用することを意図した最初のカテーテルが Joaquin Albarrano によって創り出された。1967 年に、Paul D. Zimskind らは長期間留置用の

シリコンゴムスプリント (ステント) の使用を報告した。1970 年代初めに、Willard Goodwin は “Splint, Stent, Stint” と題する短文を投稿し、「尿管スプリントと呼ばれるチューブは、ステントと呼ぶのがよい」と提言した。これを受け、1973 年に Montie らは論文で “When referring to an intraluminal device to maintain patency until healing has taken place, the stent is most appropriate” と記して「ステント」の語義を定義した。

なお、歯科、形成外科分野では、アクリルステント、オクルーザルステント、サージカルステント、ネーザルステントなどの言葉が使用されている。これらの成形加工物は、前述の定義には当てはまらず、1900 年代前半の「ステント」の語義に合致する。

10. おわりに

「ステント」が歩んだ 1 世紀の道のりを駆け足で辿った。「ステント」という言葉によって特定される対象が多様なため、本稿では全くあるいはほとんど触れることのできなかった「ステント」も少なくない。筆者の研究開発歴が冠動脈ステントと歯科材料に限られるため、他の分野の「ステント」まで頭と手が回らなかったのが実情である。

なお本稿をまとめるにあたって、参考にした文献を末尾にリストアップした。

《著者プロフィール》



小村 育男

(株)日本ステントテクノロジーズ
技術顧問
専門分野：医療機器開発

参考文献

- 1) Roguin A. stent: the man and word behind the coronary metal prosthesis. *Circ Cardiovasc Interv.* 2011; 4:206-209.
- 2) Lee P, Kupeli E, Mehta AC. Airway stents. *Clin Chest Med.* 2010;31:141-150.
- 3) 横井宏佳. 薬剤溶出ステント (DES: drug-eluting stent) の現状. *人工臓器.* 2009;1:49-53.
- 4) 朝倉文夫, 滝和郎. 脳血管ステント. *人工臓器.* 2009;1:54-57.
- 5) 安田慶秀. わが国における血管外科. *日本心臓外科学会雑誌.* 2009;2:165-166.
- 6) 倉谷徹. 大動脈ステントグラフト治療の今後の展望. *2008;48: 293-298.*

- 7) 白石武史, 白日高歩. 気道狭窄に対するインターベンション「ステントを中心としたアプローチ」. 日気食会報. 2008; 59: 149-153.
- 8) Lam JS, Gupta M. Ureteral Stents. *Current Clinical Urology*. 2007;IV:465-493.
- 9) Sade RM. Transplantation at 100 years: Alexis Carrel, pioneer surgeon. *Ann Thorac Surg*. 2005;80:15-18.
- 10) Friedman SG. A history of vascular surgery. 2nd edit. Backwell. 2005.
- 11) Rösch J, Keller FS, Kaufman JA. The birth, early years, and future of interventional radiology. *J Vasc Interv Radiol*. 2003;14:841-853.
- 12) Stefanidis IK, Tolis VA, Sinos DG, Michalis LK. Development in intracoronary stents. *Hellenic J Cardiol*. 2002; 43:63-67.
- 13) Payne MM. Charles Theodore Dotter: the father of intervention. *Tex Heart Inst J*. 2001;28:28-38.
- 14) King III SB, Meir B. Interventional treatment of coronary heart disease and peripheral vascular disease. *Circulation*. 102:IV-81-IV-86.
- 15) 延吉正清. 冠動脈ステント最前線. 南江堂. 1998.
- 16) Hedin M. The origin of the word stent. *Acta Radiologica*. 1997;38:937-939.
- 17) O'Brien JC, Sparkman RS. What is a stent and where can you get one? *Am J Cardiol*. 1997;79:1306.
- 18) Balcon R. et al. Recommendation on stent manufacture, implantation and utilization. *Eur Hear J*. 1997;18:1536-1547.
- 19) Ruygrok PN, Serruys PW. Intercoronary stenting: from concept to custom. *Circulation*. 1996;94:882-890.
- 20) Kinney TB. Charles T. Dotter: a pioneering interventional radiologist. *RadioGraphics*. 1996;16:697-707.
- 21) Muller RL, Sanborn TA. The history of interventional cardiology: Cardiac catheterization, angioplasty, and related interventions. *American Heart J*. 1995;129:146-172.
- 22) Sigwart U, Puel J, Mirkovitch V, Joffe F, Kappenberg L. Inter vascular stents to prevent occlusion and restenosis after transluminal angioplasty. *N Eng J Med*. 1987;316:701-706.
- 23) Fye WB. Coronary arteriography_it took a long time. *Circulation*. 1984;70:781-787.
- 24) Dotter CT, Buschmann RW, McKinny MK, Rösch J. Transluminal expandable nitinol coil stent grafting: preliminary report. *Radiology*. 1983;147:259-260.
- 25) Mulliken JB, Goldwyn RM. Impressions of Charles Stent. *Plastic & reconstructive surgery*. 1978;62:173-176.
- 26) Esser JF. Studies in plastic surgery of the face. *Ann Surg*. 1917;65:297-315.
- 27) Carrel A. Results of the permanent intubation of the thoracic aorta. *Surg, Gynecol Obstet*. 1912;3: 245- 248

3 . 特 集 記 事

国産で初めて、体内埋込み型の補助人工心臓が製造販売されることになった。「DuraHeart」(テルモ株式会社)と「EVAHEART」(株)サンメディカル技術研究所)の2機種が、昨年12月に厚生労働省の製造販売承認を同時に得て、本年4月よりそれぞれ販売が開始された。特集記事前半では、これら補助人工心臓を開発された両企業の方々に、開発の歴史や技術の概要についてご執筆いただいた。

一方、バイオエンジニアリング部門の英文ジャーナルJBSEでは、2011年6月30日にKSB (Korean Society of Biomechanics) とのJoint Issueを発刊した。これは部門が昨年10月にKSBと連携協定を締結した成果であり、JBSE誌はKSBの公式論文誌となった。特集記事後半では、KSB会長であるKuiwon Choi先生に、KSBについてご紹介いただいた。

「埋込型左心補助人工心臓 DuraHeart」

テルモ（株） 木島 利彦

1. はじめに

人工心臓開発は、1980年代前半に、ハードルの高い完全置換型から、より現実的な補助型が主流となり、後に第一世代と称される、ソレノイドやモータとカム機構を用いた、拍動型左心補助心臓の臨床が米国で始まっている。この頃、数日程度のごく短期間の補助循環や数時間の開心術用に、体外設置の遠心ポンプが普及しはじめが、回転支持用ボールベアリングへの血液浸入を防ぐためのシール部での発熱による溶血や血液凝固、部材劣化によるベアリングへの血液浸入に伴うポンプ停止などが、長期使用を阻んでいた。このような状況下で1980年代後半に登場した、外径7mmのカニューレ内で20000-25000rpmで高速回転する軸流ポンプ HemoPump は、最大3L/min程度の流量補助が可能で、フレキシブルシャフトを介して体外のモータで駆動され、シャフト潤滑をかねた生理食塩水によるパージシールにより血液の駆動系への浸入を防ぐ、最長1週間程度の使用を想定したものであった。本ポンプは商品としては成功しなかったが、その単純な構造とわずか数ccの占有体積は、人工心臓研究者に大きなインパクトを与え、第二世代と呼ばれることになる、3種の長期埋込み型軸流ポンプへとつながっていった。これらの、第二世代では、寶石軸受けなどを血流で冷却する“Blood immerse bearing”をインペラの回転支持に使用することで構造が簡素化され、約10年の開発期間を経た1999年から2000年にかけて相次いで臨床応用を開始し、うち一機種は昨年、永久使用を前提とする Destination Therapy 使用の認可を米国のFDAから取得している。しかし、これら第二世代では、軸受け部での血栓形成の問題は十分に解決出来ないことは当初から認識されており、この問題を根本的に解決する解決策として、磁気軸受もしくは動圧軸受けによりインペラを浮上回転させる、第三世代補助心臓の本格的な開発も第二世代とほぼ同時期に始まっている。

2. テルモにおける人工心臓開発

テルモ社の人工心臓開発は、1983年からの、北海道大学応用電子研究所との反発磁石を用いた磁気浮上型遠心血液ポンプの共同研究から始まった。¹⁾ 当時の磁気浮上ポンプは、1点のピボット支持を必要とする磁気支持型であり、この頃日本で臨床が始まっていた、体外設置型拍動流補助心臓と同様の、1カ月程度の体外設置使用を目指したものであったが、先行する拍動型補助心臓の厚生省の認可は遅々として進まず、商品としての成功の見込みを得ることが出来なかったこともあり、開発は中止となった。関連テーマは数時間使用を前提とした体外循環用の使い捨て遠心血液ポンプへと集約され、このボールベアリングとシールを用いた“Capiox 遠心ポンプ”は1993年に上市された。本ポンプの上市と相前後して、当時社長であった人工心臓のパイオニア、阿久津哲造博士が、1991年に、米国ユタ大学にて人工心臓及び人工血管の抗血栓性の研究に携わっていた東京女子医大の野尻博士を当時の医科学研究所に招聘した事で“人工心臓”開発が再開した。1992年には本格的な動物実験設備を社内に構築し、拍動型

補助心臓を用いて、実用化が迫っていた当社のヘパリン化技術等の各種抗血栓性表面の長期有用性評価を進めながら、長期埋込型人工心臓用ポンプの探索を実施していた。様々な候補の中から、前京都大学工学部赤松教授がNTN社の協力のもとに1989年より開発を進めていた磁気浮上型遠心ポンプ技術²⁾の導入検討を開始したのは1994年である。図1がその概念図である。本ポンプのインペラは、電磁石ターゲットとなる磁性ステンレスリングと磁気カップリング駆動用永久磁石を埋め込んだシュラウドの間にベーンを挟み込むトーナツ状のクロスドインペラとなっている。流入側の電磁石と位置センサにより軸方向および、回転軸に直交する2軸の回転自由度を能動制御し、半径方向の並進2自由度は、モータ側の駆動用永久磁石とインペラ内の従動磁石の間に作用する復元力により、受動的に制御する構造となっており、基本的な構造は、今日に至るまでほとんど変わっていない。インペラに作用する流体力は、上下に対称な構造にすることで軸方向に作用する力がバランスされ、半径方向の流体力は図示されないが、ダブルボリュームとすることで極力低減されている。

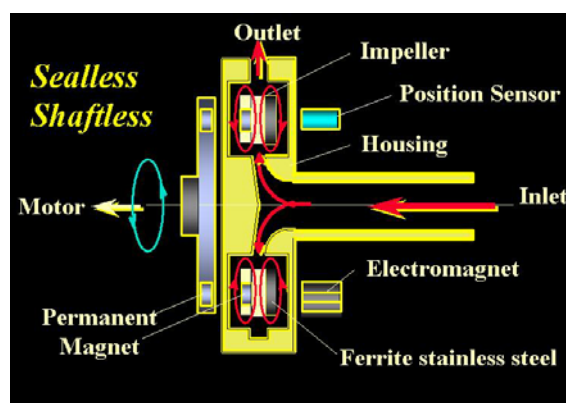


図1 磁気浮上遠心ポンプ概念図

3. DuraHeartの開発

当時、京都大学では、人工心臓として十分なポンプ性能を持ち、約0.25mmのインペラリング間の浮上隙間を安定して維持出来る試作器が、既に完成しており、同大学医学部での溶血実験では非常に良好な結果が得られていた。犬を用いた動物実験では数時間で磁気カップリング側の浮上隙間に血栓が付着するという問題が生じていたが、理化学機器用のシリコンコーティングを施す程度でも大幅に改善される事が示されたため、1995年には、正式に京都大学およびNTN社との共同研究がスタートした。また、折良く、ほぼ同時期に、当時の通産省より、新エネルギー産業技術開発機構(NEDO)の埋込型人工心臓プロジェクト立ち上げへの協力要請があり、1996年2月には、同プロジェクトに幹事企業として参加し、磁気浮上ポンプを用いた完全置換型もしくは両心補助型の人工心臓開発を開始した。同年3月にスタートした、当社での第1例目のポリ

カーボネイト製試作機の左心補助体外設置慢性動物実験は、8月6日の連続運転に成功し³⁾、本例は今でもターボ型血液ポンプの動物実験における連続運転の世界記録である。本例はポリカーボネイト製流入ポートの経年劣化による破損により終了し、チタン化等による接液部の長期耐久性向上が必須である事が明らかとなった。チタン化のためには、金属がターゲットとセンサの中間に介在しても動作する位置センサ(それまでは渦電流センサ)が必要であったが、他の用途で使用されていたリラクタンズ式位置センサを改良する事で対応する事が出来た。接液部のチタン化の目処がついた1998年には左心補助人工心臓としての商品化を開始することが決定し、2000年には、部品の手入性の問題などから、商品開発拠点を米国ミシガン州の子会社に移動した。また、商品化は、許認可制度の違いから最も早期の商品化が可能と思われる欧州からスタートし、ついで米国、日本を含むアジアの順に進める方針を固めた。商品機(図2)が完成した2003年には、プロジェクトをTerumo Heart Incとして独立子会社化し、2004年1月にはドイツのBad Oeynhausenにて第1例目の埋込を実施することが出来た。その後2007年2月にはCEマークを取得し、同年8月から欧州での販売を開始している。2008年には米国および日本にて臨床治験を開始し、本邦においては昨年12月に厚生労働省の製造販売承認を得て、本年4月より販売を開始した。

補助心臓はここ数年、第一世代から第二、第三世代への世代交代が進んでいるが、第二世代品で高せん断力による血液凝固因子(von Willebrand 因子)の破壊に起因すると思われる出血傾向が、第一世代より高率であることが明らかとなったり⁴⁾、より低侵襲な手術により心室に直接装着出来ることで、急速に普及し始めた第三世代の動圧軸受け型遠心ポンプに、第2世代の3倍もの高率の血栓形成が有ることが発表されるなど⁵⁾、さらなる改良が必要であることが示されつつある。DuraHeartでは、このような出血傾向や血栓形成がないことが報告されているが⁶⁾⁷⁾、我々は、より低侵襲の手術で装着でき、出血や血栓を引き起こさないという基本性能を犠牲にすることがない、次世代のDuraHeart2の開発に着手し、占有体積を従来の1/6以下(30cc)まで小型化した試作品により、動物実験を開始している。



図2 DuraHeart 商品機：(左)装着型コントローラーとバッテリー，(右)埋込みポンプ

4. おわりに

人工心臓開発初期には阿久津哲三博士と能勢之彦博士という2人の日本人がバイオニアクな大きな役割を果たしたが、残念ながら、ビジネスとしての成功という点では日本企業は欧米各社に大きく遅れをとっている。わが国の人工心臓関連のマーケットサイズは欧米の1/10程度と考えられており、数十億円単位の初期投資を必要とする本ビジネスはグローバル展開無しで考えることは出来ない。補助心臓装着患者の予後にはポンプの完成度のみならず、栄養管理や、バイタルサインモニター、メンタルサポートのような日々の患者支援体制も大きな影響を与える。当社は総合医療機器メーカーとしての強みを生かし、ポンプの提供のみではなく、患者の早期社会復帰に貢献できるような周辺ビジネスへの展開も検討し、グローバルNo.1を目指したいと考えている。

《著者プロフィール》



木島 利彦

テルモ株式会社 人工心臓部 部長
 主席研究員

参考文献

- 1) 田中志信、他：「渦巻き式シールポンプの試作」人工臓器14(3):1126-1129 1985
- 2) Akamatsu T, etc.: "Centrifugal blood pump with a magnetically suspended impeller" Artificial Organs 16(3):305-308 1992
- 3) Nojiri C, et al.: "Development of Terumo implantable left ventricular assist system(T-ILVAS) with a magnetically suspended centrifugal pump" J Artif Organs 2: 3-7, 1999
- 4) David R. Stern, et al. : "Increased Incidence of Gastrointestinal Bleeding Following Implantation of the HeartMate II LVAD" J CARD SURG 25:352-356 2010
- 5) "HeartWare device had 9.2 percent thrombosis rate in trial" <http://www.reuters.com/article/2011/04/16/us-mhheartware-device-idUSTRE73F2CV20110416>
- 6) Morshuis M, et al.: "European experience of DuraHeart magnetically levitated centrifugal left ventricular assist system" Eur J Cardiothorac Surg 35(6):1020-7; discussion 1027-8 2009
- 7) Morshuis M, etc.: "DuraHeart magnetically levitated centrifugal left ventricular assist system for advanced heart failure patients" Expert Rev Med Devices 7(2):173-83 2010

「体内植え込み型人工心臓 EVAHEART の開発」

(株)サンメディカル技術研究所 小林 信治

1. はじめに

薬物治療が限界に達し、心機能が低下した末期重症心不全患者は、これまでは体外式補助人工心臓を装着し院内で心臓移植を待つ必要があった。しかも日本における心臓移植数は米国に比べて圧倒的に少なく、待機期間が長いという実情がある。サンメディカル技術研究所では、心臓移植待機期間の患者 QOL を向上させる目的で、あるいは心臓移植によらない最終治療手段への拡大も視野に入れ、在宅療養・社会復帰が可能な体内植込み型補助人工心臓 EVAHEART を開発した。

血液を送る遠心ポンプは小型ながら高い流量性能を持ち、大きな課題であったポンプ回転軸シール部分の固着問題を克服し、高い耐久性を実現した。本稿では EVAHEART の開発の経緯と特徴についても紹介する。

2. 長期耐久性の実現

植込み型補助人工心臓は拍動型ポンプを含めれば 1990 年代から実用化され、薬物治療に対する優位性についても社会的に認識されていた。¹⁾ しかしながら、人工心臓を装着した方の死亡原因に占める装置故障の割合が約 17%¹⁾ と高く、感染症、脳血管障害と並んで人工心臓の 3 大合併症と呼ばれ改善が望まれていた。

サンメディカルでは、特に装置故障に注目し、『長期間使用しても壊れないポンプ』を目標として掲げ、開発をスタートした。

一般的なロータリーポンプはプロペラシャフトを介してモーターの駆動力をポンプ部へ伝達する構成であるが、人工心臓においては、モーター側へ血液成分が漏れ出さないようにシール機構が必要である。開発当初の最大の課題は、血液シール部からの漏れをゼロに出来ず、微量の血液成分がジャーナルベアリングに固着して回転が維持できなくなることであった。この問題解決のために様々なシール部材や形状の工夫を試みたが、芳しい結果は得られなかった。この段階まで、血液の漏れ出しを完璧に防ぐこと以外に解決方法は無いと考えていたが、漏れた血液がその場に滞留すること無く洗い流せば固着は起きないのではという新しいアイデアを着想し、回転支持部にクールシール液(滅菌純水)を循環させる図 1 記載のクールシールシステム²⁾を考案した。

このアイデアは期待通りの効果を発揮し、長期間、理想的な血液シール機能を維持することが可能となった。

さらに、クールシールシステムの効果は、固着の予防だけでなく、血液シールおよびジャーナルベアリングにクールシール液を循環させることにより、液体潤滑状態での動作を可能にした。この結果、磨耗耐久性についても飛躍的に向上させることが出来た。加えて、故障要因となる電子部品を一切排除し、機械要素としての耐久性だけを追求すれば良い構成としている。

耐久性の実証は、図 2 に示す 18 台の循環シミュレータを用いた 2 年間の長期耐久性試験において実施され、1 台

の故障も発生せず期待通りの結果となった³⁾。さらに 6 台については、同様の条件で延長し、現在まで 7 年以上にわたって故障せずに試験を継続している。また臨床では、総運転時間が 50 年以上、最長使用期間が 6 年超となるが、ポンプ故障ゼロ、ポンプ交換ゼロを継続中であり、非常に故障し難いポンプが実現できたものと自負している。

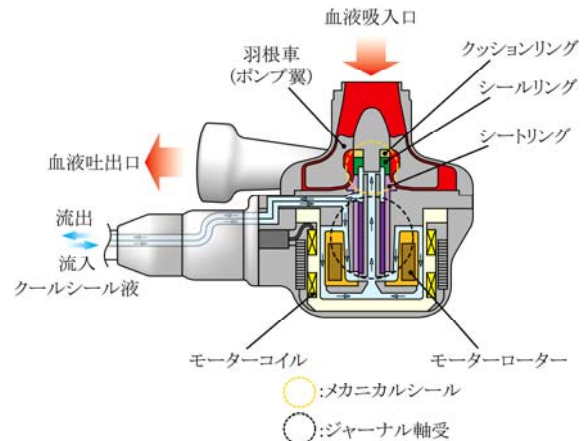


図 1 クールシールシステム



図 2 循環・拍動環境下での耐久性試験

3. EVAHEART の特徴

EVAHEART は、図 3 に示すように体内に植え込まれる遠心ポンプ(420g)と、体外で携帯するコントローラ(A4 サイズ)からなる。また AC 電源による駆動のほか、バッテリー、非常用バッテリーを搭載し、在宅療養も可能な設計となっている。

血液成分固着の解決法として、弊社独自のクールシールシステム以外にもピボットベアリング方式、磁気浮上方式等の方式が提案されているが、それぞれ、形状など設計上の制約があるため、特性とトレードオフになる部分が存在すると考えている。EVAHEART ではクールシールシステムの採用により、耐久性を著しく高めることが可能となったが、その効果は耐久性だけに留まらない。

特にプロペラシャフトが温存できたこと(オープンベーン実現)によるポンプ流体設計の自由度確保が重要な意味を有している。この自由度を血液適合性の向上と H-Q 特性の平坦化に振り向ける事とした。

血液は、澱みを生じる低剪断速度領域では、凝固して血栓が形成され、逆に高剪断速度領域では、赤血球が破壊される溶血が起きる。図4に示すようにEVAHEARTのインペラは複雑な3次元形状を有するが、この設計により血栓形成と溶血を抑制し、良好な血液適合性が実現できた。

図5に産業技術総合研究所の協力を得て実施した可視化実験の結果⁴⁾の一部を示す。この実験からも、充分な血液適合性を有することが示された。実際、臨床でもポンプ内血栓や溶血は発生していない。

また、EVAHEARTでは図6に示すようにH-Q曲線がフラットになっていることが大きな特徴である。流量の揚程感度が高い、つまり小さな揚程変動に対して、大きな流量変化があるポンプとなっている。従って、自己心の残存機能に応じて、圧較差が最小となる心臓の収縮時において高流量で送血し、圧較差が最大になる心臓の拡張期では低流量での送血となるため、連続流ポンプであるにも関わらず心拍に同期した拍動流補助を実現することができる。図7にエコーで実測した血流量の実測データを示す。図より明らかなように、この患者の例では、はっきりと脈動が確認され、大変生理的な補助が実現できた。



図3 EVAHEART コントローラと血液ポンプ



図4 EVAHEART ポンプ回転翼

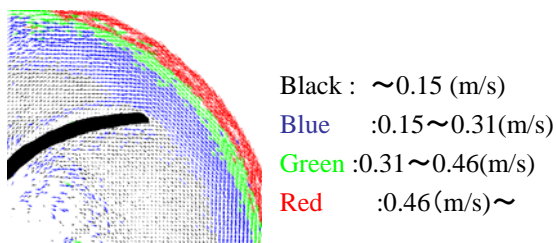


図5 流れの可視化実験結果

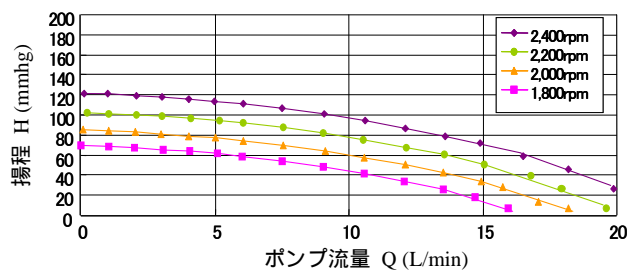


図6 EVAHEART H-Q 特性

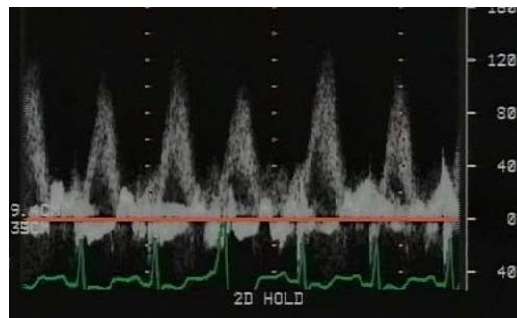


図7 EVAHEART 補助流量実測

4. 最後に

移植心臓の提供が極めて限られ長期補助を余儀なくされる本邦において、退院可能で自宅療養を前提とした極めて長期耐久性に優れた植込み型補助人工心臓を実現できた。弊社独自のクールシールシステムは、上述の長期耐久性実現のキーテクノロジーであるのみならず、血液適合性の向上や生理的に優れた拍動流補助の実現にも貢献している。

《著者プロフィール》



小林 信治

サンメディカル技術研究所
設計開発部 部長

参考文献

- 1) Rose, E., et al. "Long-tem Use of A Left Ventricular Assist Device For End-stage Heart Failure"
N Eng J Med Vol. 345, Number 20. November 15, 2001.
- 2) Yamazaki K, et al. "The cool seal system: a practical solution to the shaft seal problem and heat related complications with implantable rotary Blood Pumps."
ASAIO J (United States), 1997; 43:pp. 567-571.
- 3) 北野 智哉 et al., "遠心ポンプ型人工心臓 EVAHEART の in vitro 耐久性試験", 人工臓器, Vol.32-(2), p.S143
- 4) T.Yamane, et al. "A Comparative Study Between Flow isualization and Computational Fluid Dynamic Analysis for the Sun Medical Centrifugal Blood Pump,"
Artificial Organs, Vol. 28, No. 5, pp. 458-468, 2004

「Introduction of the Korean Society of Biomechanics」

Korea Institute of Science and Technology, Kuiwon Choi

Biomechanics was not a popular research topic before 1990's in Korea, and only a few researches on biomechanics had been performed in the academia. In the mid 90's, researchers who studied biomechanics in the western countries returned to Korea, and efforts to promote the research in the fields of biomechanics were made among the biomechanical engineers in the universities and the research institutes. About twenty researchers initiated the Korea Biomechanics Research Group (KBRG) in 1997, and meetings and conferences were regularly held since then. The research topics in the members of KBRG were mainly bone and cartilage biomechanics, rehabilitation engineering and cardiovascular biomechanics. The KBRG were financially supported by Korea Research Foundation for promoting cooperative biomechanics researches in Korea.

Korean Society for Precision Engineering (KSPE) founded the division of biomechanical engineering in 2003, and invited the members of KBRG to serve as members of the division. Most of KBRG members have served actively as members of the division of biomechanical engineering, and involved in various society activities such as organizing the annual conferences of KSPE and journal publication.

In order to facilitate the cooperative activities of the people who are involved in biomechanical researches in academia and industry in Korea, Korean Society of Biomechanics was inaugurated in 2007 with the support of the members of KBRG. The mission of KSB is to promote the study of various fields of biomechanics and the interdisciplinary research works in Korea as well as to encourage international cooperation including dissemination of knowledge and formation of liaisons with national organizations. The society membership includes engineers, scientist, and medical doctors from a variety of disciplines including orthopedic biomechanics, rehabilitation engineering, cardiovascular bioengineering, ergonomics, cellular engineering, micro / nano engineering and others. Currently, there are approximately over 50 professor members and 150 student members actively participating.

Professor Gon Khang in Kyung Hee University inaugurated as the president, and I have been served as

the president since 2007. The fields of biomechanical research have been diversified, and the number of researchers has been increasing recently in Korea. KSB tried to accommodate new members by providing the forum for discussion. We organized the division of biomechanical engineering in the 2011 KSPE spring conference and 87 papers were presented. We also organized the workshop for the specific subjects with high state of the art technology in June 2011, and invited the young investigators to introduce their research activities to the members.

Since Dr. Kuiwon Choi in Korea Institute of Science and Technology became the 2nd president, KSB has focused on international cooperation in order to advertise KSB to world Biomechanics society. Last year, Dr. Choi and members of KSB visited the editor in chief and the associate editor of JBSE, and discussed about the cooperation of KSB and the bioengineering division of JSME. Both parties agreed to publish the special joint issue of JSME and KSB, and the memorandum of joint publication was signed. The first joint issue was finally published in June, 2011. The topic covers a wide range of biomechanical engineering areas including bone and cell biomechanics, rehabilitation, and bio-robotics. All the members of KSB would like to express profound gratitude to all contributors for the special issues and the editorial board members of JBSE. The cooperative efforts between JSME and KSB should be beneficial for both parties and further collaborations would be expected in near future.

《著者プロフィール》



Kuiwon Choi, Ph.D.

Director-General,
Biomedical Research Institute
Korea Institute of Science and
Technology

4. 部門情報

4.1 講演会案内

日本機械学会2011年度年次大会

開催日：2011年9月11日(日)～14日(水)
会場：東京工業大学(東京都目黒区大岡山)

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/2011am/>)をご参照ください。なお、部門同好会(部門懇親会)を9月14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12日(月)

(W931室)

8:45-10:00, 10:15-11:15: G020 部門一般講演(1), (2).

(W932室)

8:45-10:00, 10:15-11:15: S023 整形外科バイオメカニクス(1), (2).

(W933室)

9:00-10:00, 10:15-11:15: J022 診療技術と臨床バイオメカニクス(1), (2).

(W934室)

9:00-10:00, 10:15-11:15: J024 バイオにおける流れと熱・物質移動(1), (2).

(W241室)

9:00-10:00, 10:15-11:15: J102 ライフサポート(1), (2).

9月13日(火)

(W931室)

9:00-10:00, 10:15-11:15: G020 部門一般講演(3), (4).

(W932室)

9:00-10:15: J023 医療福祉のメカトロニクス.

10:15-11:00: J021 傷害防止工学(1).

(W933室)

8:45-10:00, 10:15-11:15: J022 診療技術と臨床バイオメカニクス(3), (4).

(W934室)

8:45-10:00, 10:15-11:15: J024 バイオにおける流れと熱・物質移動(3), (4).

(W935室)

8:45-10:00, 10:15-11:15: S022 細胞および分子のマイクロ・ナノスケール解析(1), (2).

(W936室)

9:00-10:00, 10:15-11:15: J025 生命体統合シミュレーション(1), (2).

(W241室)

9:00-10:00, 10:15-11:15: J102 ライフサポート(3), (4).

9月14日(水)

(W932室)

9:15-10:00, 10:30-11:15: J021 傷害防止工学(2), (3).

(W933室)

9:00-10:00: J022 診療技術とバイオメカニクス(5).

(W934室)

9:00-10:00: J024 バイオにおける流れと熱・物質移動(5).

(W935室)

8:45-10:00: S022 細胞および分子のマイクロ・ナノスケール解析(3).

(W936室)

8:45-10:00, 10:15-11:15: S021 人工臓器におけるバイオメカニクス(1), (2).

(H114B室)

9:00-10:00, 10:15-11:00: J052 ドラッグデリバリーシステムでの流動現象とデバイス開発(1), (2).

(W241室)

9:00-10:15: J102 ライフサポート(5).

[基調講演]

・9月14日(水) 17:30-18:30 W933室 K021

「先端的医療機器開発の現状と未来」

講師：テルモ株式会社 片山國正氏

・9月14日(水) 16:30-17:30 W934室 K022

「日常生活インフォマティクスに基づく傷害予防～多機関連携による制御論的アプローチ～」

講師：産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター 西田佳史氏

[ワークショップ]

9月14日(水) 15:00-17:30 第06室

「生物に学ぶ機械工学 - 生物の仕組みを機械に生かす - 」

[部門同好会]

9月14日(水) 19:00-21:00 だいにんぐらく(東京工業大学より徒歩2分)

第22回バイオフィロントニア講演会

主催：日本機械学会バイオエンジニアリング部門

開催日：2011年10月7日(金), 8日(土)

会場：アスト津4・5階 アストプラザ

(津市羽所町700番地)

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22回を迎える今回の講演会は、三重県津市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「バイオフィロントニアシンポジウム」も10月7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，本会講演会において優れた講演を行った学生員，旧准員(大学学部卒業2年以内，短大・高専卒業4年以内，高校卒業6年以内の者)，修士課程(博士課程前期)修了後1年目の正員に対して日本機械学会若手優秀講演フェロー賞を贈ります。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：10月7日(金)夕刻 ホテルグリーンパーク津(津市羽所町700番地，講演会場隣り)会費 5,000 円(学生 3,000 円)

問合せ先：稲葉忠司・吉川高正 / 〒514-8507 三重県津市栗真町屋町 1577 / 三重大学大学院工学研究科 機械工学専攻(第22回バイオフィロントニア講演会 実行委員会) / E-mail: bioconf11-2@jsme.or.jp / 電話: 059-231-9479 / FAX: 059-231-9663

詳細な情報: <http://www.jsme.or.jp/conference/bioconf11-2>

第24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：2012年1月7日(土)，8日(日)

会場：大阪大学豊中キャンパス基礎工学部棟
(豊中市待兼山町1-3)

特別講演：「未来医療にむけたハイブリッド臓器開発」澤芳樹(大阪大学)，「次世代パソコンの医療応用に向けて」高木周(東京大学)

シンポジウム・ワークショップ/コーディネーター：ハイパーフォーマンスコンピューティングと生命医療工学(仮題)/田中正夫(大阪大学)，医・工・情報学融合による予測医学基盤創成(仮題)/野村泰伸(大阪大学)，Biomechanics and biomaterials for hard tissue(日韓ジョイントシンポジウム)/M. Todo (Kyushu Univ.)，S. Tanaka (Kanazawa Univ.)，S. Yamamoto (Shibaura Institute of Technology)，I. Jeon (Chonnam National Univ.)，Y. K. Kim (Kyung Hee Univ.)，S. J. Lee (Wonkwang Univ.)，医療機器レギュラトリーサイエンス/山根隆志(産総研)

オーガナイズドセッション/オーガナイザー：OS01 筋骨格系のバイオメカニクス/坂本二郎(金沢大)，東藤貢(九大)，OS02 傷害バイオメカニクス/宮崎祐介(金沢大)，山本創太(芝浦工大)，OS03 関節のバイオメカニクス/藤江裕道(首都大)，馬淵清資(北里大)，OS04 生命支援とライフサポート/橋本成広(工学院大)，奥英久(神戸学院大)，藤澤正一郎(徳島大)，OS05 リハビリテーション技術と健康福祉工学/吉田正樹(大阪電通大)，赤澤康史(兵庫県福祉のまちづくり研)，OS06 運動生理とスポーツバイオメカニクス(調整中)，OS07 軟組織およびその構成要素のバイオメカニクス/山本衛(近大)，山田宏(九州工大)，山本憲隆(立命館大)，OS08 骨質から視る骨のバイオメカニクス/松本健志(阪大)，東藤正浩(北大)，中野貴由(阪大)，OS09 顎口腔機能のバイオメカニクス/渋谷陽二(阪大)，小関道彦(信州大)，OS10 生体の音響・振動に関する諸問題/中村匡徳(埼玉大)，小池卓二(電通大)，OS11 ハプティック技術/大城理(阪大)，OS12 ハイパーロボティクス・ハイパー計測の医療応用/東森充(阪大)，OS13 光医療のバイオエンジニアリング/間久直(阪大)，栗津邦男(阪大)，OS14 未来を創る診断・治療・看護工学～医看工融合研究を目指して～/山田憲嗣(阪大)，OS15 呼吸系のバイオメカニクス/世良俊博(阪大)，田中学(千葉大)，OS16 血球運動と微小循環のバイオメカニクス/坪田健一(千葉大)，田路川勉(関大)，OS17 織毛・鞭毛・微生物のバイオメカニクス/石川拓司(東北大)，OS18 ドラッグデリバリーシステムの基礎学理と実践/高比良裕之(阪府大)，小玉哲也(東北大)，玉川雅章(九工大)，OS19 メカノバイオフィotonics/橋本守(阪大)，小嶋寛明(NICT)，木原隆典(阪大)，OS20 組織再生とバイオマテリアル/森田有亮(同志社大)，OS21 幹細胞利用と培養・評価技術/宮崎浩(阪大)，紀ノ岡正博(阪大)，OS22 発生・形態形成のバイオメカニクス/安達泰治(京大)，松本健郎(名工大)，OS23 細胞核・細胞骨格のメカニカルダイナミクス/長山和亮(名工大)，宮崎浩(阪大)，OS24 人工臓器の実用化について/築谷朋典(国循)，西田正浩(産総研)，OS25 デザインバイオニクス/吉野公三(産総研)，細川千絵(産総研)，川野聡恭(阪大)，田中正夫(阪大)，OS26:機械工学におけるバイオミメティクス研究/望月修(東洋大)，細田奈麻絵(物質・材料研)，岸本直子(摂南大)，小林秀敏(阪大)

発表申込締切：2011年8月19日(金)

原稿提出締切：2011年11月11日(金)

原稿提出先：〒160-0016 東京都新宿区信濃町 35 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：第24回バイオエンジニアリング部門講演会事務局 電話 06-6850-6173/E-mail:bioconf12@jsme.or.jp

4.2 講演会報告

第21回バイオフィロントニア講演会を終えて

実行委員長 坂本 二郎(金沢大学)

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(金沢市)

バイオフィロントニア講演会は、大学院生や若手研究者に自由な発想に満ちた研究を発表してもらい、今後の発展が期待される研究についてベテラン研究者も交えて大いに討論するための講演会と位置付けられております。当初はバイオエンジニアリング部門学術講演会との名称であったものが、蔵王にて開催された第14回より今の名称となり、若手を中心とした講演会としての位置付けが明確となってから8回目を数えます。第15回(宇部)からは、日本機械学会若手優秀講演フェロー賞への部門推薦を決める講演会にもなりました。第20回(和歌山)からは国際化を推進するため、新たにバイオフィロントニアシンポジウムが併催され、若手研究者や学生のための外国人講師によるTutorial Lectureが行われました。さらに、今回はそれに加えて日本機械学会と韓国機械学会によるJapan-Korea Joint Sessionが実施され、若手研究者の国際化を推進する方向が明確となった講演会・シンポジウムとなりました。

参加者の皆様には交通の不便をなるべく感ずることの無いようJR金沢駅から近く市街地へのアクセスも便利なITビジネスプラザ武蔵を会場に設定させていただきました。金沢の台所と言われる近江町市場に近いこともあり、庶民的で活気の有る周辺の雰囲気を感じて頂けたのではないかと考えております。講演会は、部門登録者の方々の積極的な講演申込みによって、実行委員としては特に講演集めに苦勞することもなく順調にプログラムを編成することができました。セッションも、生体流体工学(2)、生体材料・インプラント(2)、細胞工学・マイクロバイオメカニクス(4)、硬組織のバイオメカニクス(1)、軟組織のバイオメカニクス(1)、生体計測・解析(2)、医療福祉工学(2)(括弧内はセッション数)と、細胞工学やマイクロバイオメカニクスの講演数が多い最近の傾向を反映しつつも、幅広いバイオエンジニアリングの分野をバランス良く網羅したプログラムとなりました。学術講演は1日目4セッション、2日目10セッションで合計66件が2室を使って行われ、活発な討論が行われました。参加者は学生が62名、一般が56名の計118名でした。また、終了後に2名の若手優秀講演フェロー賞候補が決定され、第22回バイオエンジニアリング講演会にて目出たく授与されました。

1日目の夜に会場と同じビル内にあるスカイホテル18階「トップ・オブ・カナザワ」にて懇親会が開催されました。予想以上に多くの方に参加頂き、いささか狭い思いをさせてしまいましたことと、若い参加者の食欲の前に用意した料理が最後まで保たなかったことが悔やまれます。改めてバイオエンジニアリング部門の活力に驚かされました。また、若手だけでなくシニアの先生にも多数参加を賜

り感謝する次第です。懇親会にはバイオフィロントニアシンポジウムの特別講師であるメルボルン大学 Geoff Stevens 教授と Japan-Korea Joint Session での韓国側の講演者にも参加を頂き、特に日韓の若手研究者の懇親には効果があったものと考えております。

本講演会を開催するにあたり多大なご協力とご支援を頂きました実行委員並びに会の運営ににご協力いただいた学生諸君に厚く感謝申し上げます。

第23回バイオエンジニアリング講演会を終えて

実行委員長 中西 義孝(熊本大学)

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

2011年1月8日、9日の両日、第23回バイオエンジニアリング講演会が開催されました。会場は熊本市街から少し離れた熊本大学・黒髪キャンパスでした。キャンパス内の機械遺産・国指定重要文化財の見学会や、地元の研究会の協賛事業などを組み込み、これまでとはひと味違った講演会に仕上がったのでは思っております。

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、基調講演3件、公開シンポジウム5件、ランチョンセミナー2件、オーガナイズドセッション15件、一般セッション3件が企画されました。

基調講演として、田川善彦先生(九州工業大学)に「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」、水田博志先生(熊本大学)に「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-」、村山伸樹先生(熊本大学)に「脳波・筋電計測とその応用」、と題して、ご講演を頂きました。

公開シンポジウムとして、「医工学を目指す方達へ」(コーディネータ: 廣川俊二先生(佐賀大学))、「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-」(コーディネータ: 豊田謙二先生(熊本学園大学))、「くまもと、そして日本の医工連携の将来 ~若者に期待したいこと、先輩に期待したいこと~」(提言者: 谷口功先生(熊本大学)、竹上嗣郎先生(経済産業省))、「植物工場を取り巻く環境と技術」(コーディネータ: 村山伸樹先生(熊本大学))、「宇宙で農業-究極の物質再生循環利用により生きる-」(コーディネータ: 山下雅道先生(ISAS/JAXA))、が開催され、バイオエンジニアリング部門の更なる発展について活発な討論が展開されました。

ランチョンセミナーとして、峠睦先生(熊本大学)に「熊本大学工学部精密加工学研究室における超精密加工の流れ」を解説頂いた後、機械遺産である「工学部研究資料館」の見学ツアーが、伊藤重剛先生(熊本大学)に「熊大のシンボル五高記念館」を解説頂いた後、「熊本大学五高記念館」の見学ツアーが実施されました。どちらも当時のままの姿で保存されており、教育・研究を先人達がどのように実践してきたかを垣間見ることができたかと思えます。

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291件の講演数となりました。お世話頂

いたセッション・オーガナイザの先生方にお礼申し上げるとともに、ご参集頂きました411名（公開シンポジウム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、松本健郎部門長（名古屋工業大学）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、山口隆美先生（東北大学）に功績賞が、高久田和夫先生（東京医科歯科大学）に業績賞が、出口真次先生（東北大学）に瀬口賞が、また加藤宇海さん（東北大学）、栗栖直之さん（同志社大学）、神戸裕介さん（京都大学）にフェロー賞が授与され、表彰状等が部門長の松本健郎先生より手渡されました。

その後、来賓のご挨拶（竹上嗣郎先生（経済産業省）および乾杯のご発声（里中忍先生（熊本大学工学部長））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「くまもと」らしさを演出すべく、「馬刺し」や「米焼酎」などを準備しました。若い方が集結されたテーブルでは、必ずしもご満足頂ける量ではなかったかと思いますが、二次会への展開を考慮した演出とご理解いただければ幸いです。

式中に、部門賞各賞受賞者スピーチに続き、次期バイオフロンティア講演会のアナウンスを実行委員長の稲葉忠司先生（三重大学）に、6th Asian Pacific Conference on Biomechanics のアナウンスを今井陽介先生（東北大学）に、そして次期バイオエンジニアリング講演会のアナウンスを実行委員長の田中正夫先生（大阪大学）に行っていたいただき、盛況のもとに終わることができました。

本講演会を熊本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。

4.3 部門賞



功績賞を受賞して

山口 隆美
東北大学大学院
医工学研究科
医工学専攻
教授

このたびは、バイオエンジニアリング部門の功績賞をいただき誠にありがとうございます。機械学会の会員としては比較的新参の私のようなもので、たいした功績のあるわけでもないのに身に余る賞を頂き、これまでご指導いた

きました諸先生方、同僚の先生方、そして、授賞をお決め頂いた後輩の諸先生方にも篤くお礼申し上げます。

旧知の先生方にはいまさら申し上げるまでもないのですが、私は機械工学とは全く無縁の臨床外科医から職業人としての人生をスタートし、いろいろな経緯があって研究者に転じ、随分おそくなってからバイオエンジニアリング部門に入れていただきました。機械工学と機械学会が非常に居心地がよかったものですから、遂に機械工学の分野でキャリアを終えることになりました。その間、イヌを使った極めて血なまぐさい動物実験からはじめ、まったくの見よう見まねで流体力学実験、さらに無謀なことには数学など全くわからないのに計算力学を研究手法として選びました。これまで、何とか生き延びてこられたのは、専門の諸先生が無茶苦茶を言う私を暖かく見守って下さったおかげと心から感謝しております。計算力学に志したのは実に40歳になるうしているところで、当然、自分で計算流体力学のプログラムを書くなど夢のまた夢であり、市販のシステムを購入して計算を始めました。いま、思い出すと冷や汗が三斗どころではありません。そのころは、学会などで発表をするとコマーシャルなソフトウェアを使用しているということで結果を大いに疑われたものですが、最近では研究室の若い人たちが自作のプログラムで出した結果を、どうしてきちんとしたコマーシャルなプログラムがあるのにそれを使わないのかという質問を受ける時代になりました。誠に隔世の感があります。

そういう無茶苦茶をしながらも、何とか生き延びてこられたのは、多分、問題の選び方によるのではないかと思います。最近10年以上は優秀な計算工学者である若い人が教室に参加してくれ、また、計算機が長足の進歩をとげてパソコンでも昔は想像できなかったような大規模の複雑問題が解けるようになりましたので、言ってみれば、勝負は問題の選び方になっていると思います。私は臨床の外科医として最後にやっていたのが心臓外科であったので、血液の流れから生体力学の分野に入ってきましたが、はじめの20年ほどは、いわゆる動脈硬化の問題がその分野の中心的課題で、実験をする人も計算をする人も何らかの形で動脈硬化をターゲットとするという時代が続いていました。この問題は生物学的にも難しく、長年研究が続いていますが、どうもこれというはっきりした結論の方向がでないのです。問題が難しいのか、それとも、問題の建て方が悪いのか、それすら分からない状況ですから、計算力学が介入するにも何をすれば良いのかが分からないという状態が続いています。こういう時には、難しいということ素直に認めて、何かそれらしい結論が出なくとも、面白い切り口があれば良いという方針で臨むしかないのであると思います。そのためには、計算工学者こそ生物学を学ぶ必要があります。計算手法を開発したり、応用したりするときに、計算工学プロパーの人は、ベンチマーク問題を探すわけですが、このベンチマーク問題が、その分野の外の人に面白い問題でない折角の新しい手法、改良した手法の価値が分かってもらえないのです。そういうわけで、私のようなまるきり異分野から図々しく乗り込んでくる人間も生態学的ニッチをみつけることができたわけです。

賞を頂いて、懸案だった国際学会をひとつやってこれで安穩に楽隠居とおもってありましたら東日本大震災に遭

遇してしまいました。何とか老骨に鞭打って生き延びて若い人たちにあとを委ねるところまでは頑張らなければと思っておりますので、どうぞよろしくお願い致します。



業績賞を受賞して

高久田 和夫
東京医科歯科大学
生体材料工学研究所
教授

バイオエンジニアリング部門第19回業績賞の受賞を戴き、まことに有難うございます。この賞に値するようなまとまった仕事をしているかどうかと、内心ではいろいろと考えるところもありますが、これを良い機会として、もっと仕事をしたいと思っています。

評価して戴いた業績は「生体組織・材料・デバイス工学」に関してのもので、もともと東京工業大学で小泉堯先生のもとで材料力学を専攻し、大学には残ったものの学問的に閉塞感を抱いていた私でしたが、当時の東京医科歯科大学医用器材研究所の宮入裕夫教授に誘われ新天地を求めて移ったのが、それ以来25年間になるうという生体とのつきあいの始まりです。当時は研究の御手本となるものも何も知らず、その一方で医学部、歯学部臨床の先生方とは夜遅くまで延々と議論を続ける毎日でした。移動を快く御許し戴いた小泉先生、そして何も知らない領域を手探りで進むのを自由に許して戴いた宮入先生には本当に感謝しています。

生体組織について言えば、例えば長管骨を材料力学的に表現するならば異方性、不均一、非線形特性で複雑形状の梁状物体の大変形ということになるでしょうが、エンジニアの立場から最も興味を持ったのは、そもそも骨の形がどうやって決まっているのかという問題です。マクロ的には、骨の長さや太さそして断面形状がどう決まるのか、さらには何故あのように滑らかな表面が形成されるのか、ミクロ的にはオステオンの配向性や骨膜・骨実質でのコラーゲン線維の緊張状態や走行性の規定が何故可能なかなどなど、分からないことだらけです。バイオメカニクスは力学というサイエンスを生物に応用したただけのものではないはずで、構成方程式が異なるだけでしたら生体と死体であり変わりません。バイオというからには生きていることが必須条件で、生体の形態形成にメカニクスがどう関わるかといったことを明らかにすることが本質的な問題の一つのほうです。このような問題意識を持つようにはなったものの、それ以後の研究は遅々としているのが現状ですが、何とかもう少しは進展させたい、少なくとも若い方の興味を引き新しい研究が始まるような結果を出したいと思っています。

また材料とデバイスについて言えば、やはりバイオエンジニアリングの究極の意義は物づくりにあります。東京医

科歯科大学の附置研という医療の現場に近いところになりますと、サイエンスとエンジニアリングの関係を考えさせられます。例えば工学は物理学の成果を応用するのが仕事であるというような見方がありますが、それであれば医学は応用生物学になります。しかし医師や歯科医師はそんなようには思わず、分子生物学などは治療のための手段を開発するための道具と認識しているようです。それと同様にエンジニアは全てのサイエンスを物づくりの道具として使いこなすべきものと思います。正直に言って、特許を取ったり論文にまとめるぐらいならば努力次第で可能ですが、臨床応用まで持って行けるような結果を出すのは大変です。これも何とか突破口を開きたいことのひとつです。

今年の震災では、地震、津波そして原子炉の問題が重なり大きな被害が生まれました。被災された方の御回復と地域の再興を切に祈るものですが、個人的には安全とプロフェッショナルとしての責任について考え直すようになりました。安全を求めることは当然ですが、完全な安全を要求することは偽りの安全神話につながります。リスクが零に出来ないことを認めて、現実的な判断を行うこと、そしてそれを分かり易く説明することがプロフェッショナルの役割だと思います。これはヒトを対象とするバイオエンジニアリングにおいても同じことで、医療機器のリスクを零に出来ないことを謙虚に認め許容範囲内にリスクを管理することが重要なはずで、これからは、このような方向性についても仕事を出来ればと考えています。最後になりましたが、御支援、御啓発いただいた諸先生方、そして研究に御協力戴いた多数の方々に感謝を述べさせていただきます。有難うございました。



瀬口賞を受賞して

出口 真次
東北大学大学院工学研究科
准教授

この度は瀬口賞を頂きまして誠に有り難うございました。これまで多くの方にお世話になりましたが、紙面の都合上特に学生時代までにメンターとして直接御指導を頂きましたお二人の先生を中心に御礼を申し上げます。

学部と修士課程では名古屋大学航空宇宙工学専攻の松崎雄嗣先生から御指導を受けました。松崎先生の数々のお言葉に強く刺激を受けた私は振動学、流体力学や構造力学などの勉強に目覚めて、生理学も含めた複合的な問題である発声自励振動機構の理論研究に夢中に取り組みました。しかし会心の成果を挙げたつもりが、松崎先生からは根本的な研究の筋に問題があるとして受け入れてもらえませんでした。無知な私はこの時悔しい思いも抱きましたが、松崎先生から認められるような有意義な、あるいは独創的な研究がどのようなものか考え続け、科学者としての自分なりの価値観や研究判断基準などを形成していくきっかけとなりました。私の未熟さを的確に見抜いて今日にも生

きる力を引き出してくださった松崎先生への感謝の念は、とりわけ研究室を卒業し時が経つにつれて深まるばかりです。

博士課程では東北大学の佐藤正明先生のもとで研究する機会を頂きました。新たに始めた細胞バイオメカニクスの実験が遅々として進まない状況でありながら、佐藤先生からは終始辛抱強く親身な御指導と激励を頂きました。同時に自由な発想での取り組みに対しても大いに奨励を頂きました。佐藤先生の寛容なお心に甘えたわけではありませんが興味の赴くまま研究を進めた結果しばしば仕事が遅れつつも、知識や技術、また何より研究の面白さや情熱など、現在の自分の基礎につながることを佐藤先生の下でじっくり築けたことは大変幸運なことでした。卒業後も今日に至るまで様々な面で絶え間ないサポートを頂くなど感謝の念に堪えません。また当時佐藤研究室におられた松本健郎先生（現名古屋工業大学）と大橋俊朗先生（現北海道大学）また日夜研究諸々について語り合った坂元尚哉先生からも細胞バイオメカニクスについて熱心な手解きを頂いたことを心より感謝しております。

他にも全員のお名前を記しきれず心苦しくありますが、岡山大学で助教を務めた時に御指導を頂きました鷲尾誠一先生を始めとして、これまでお世話頂いた先生方、共同研究者の皆様、共に活動を進めた学生やスタッフの皆様、また学会等でざっくばらんに語り合える学友の皆様にも心より感謝しております。皆様から頂いている御指導や御協力に感謝し今後も研究の発展に挑戦し続けると共に教育活動、社会貢献に努めます。これからもどうかよろしくお願いたします。



フェロー賞を受賞して

神戸 裕介
京都大学大学院
工学研究科
機械理工学専攻

この度は、日本機械学会フェロー賞をいただき、誠に光栄に存じます。ご指導下さいました富田直秀教授、実験・解析を手伝ってくれた林伸匡君に厚くお礼を申し上げます。

私は、「細胞の力学環境設計による生体組織の構造・機能再生」というテーマを掲げ、再生医療工学分野の研究に取り組んでおります。再生医療が実際に臨床応用されるためには、細胞源の確保のみならず、生体組織の構造・機能構築が不可欠となり、力学的な視点から生体の振舞いを理解することが重要になると考えております。このような背景の下、細胞の生化学情報と力学情報との関連性の解明を目指し、第21回バイオフロンティア講演会においては分化過程における細胞の力学特性の変化に関して発表致しました。本発表によりこの度の身に余る賞を受賞することができたのは、主体的に考え、実践する機会を与えて下さ

った富田先生のお陰だと思っております。

今後は、遺伝子工学を利用した生体内力学センサーの開発、またそれを利用し、細胞が三次元的に組織形成を行う過程での力学情報の取得を行う予定です。今回の受賞に満足することなく、再生“医療”に役立つ研究を行うという志を持って、日々真摯に研究に取り組んで参ります。今後とも、皆様のご指導・ご鞭撻の程、何卒よろしくお願致します。



フェロー賞を受賞して

栗栖 直之
同志社大学大学院
工学研究科
機械工学専攻

この度、日本機械学会フェロー賞を頂き大変光栄に思っております。この賞を頂くにあたって、多大なる御教示、御鞭撻を賜りました小泉孝之教授、辻内伸好の両教授には大変感謝しています。また、研究を行う中でさまざまな苦勞、喜びを共に分かち合った同研究室の仲間にも感謝しています。

私は学部4年生のころに研究室に配属されて以来、多機能筋電義手の開発に関する研究を行ってきました。筋電義手とは筋肉を収縮する際に発生する筋電信号を用いて手部を動作させる義手をいいます。その中でも多機能筋電義手は、現在市販されている筋電義手と異なり多数の動作を直感的に行うことが可能です。

多機能筋電義手はあらゆる動作を行える機構の開発を行うハードの面と、得られた筋電信号から行った動作を特定するというソフトの面に分けられます。私は主にソフトの面に携わってきました。しかしその研究は、自身が機械系の専攻にも関わらず、パターン認識という情報系の内容でした。そのため、今までとは全く異なる考え方を持つ必要がありました。私はさまざまな論文を熟読し、そして、学会に参加し知識を徐々に広げていったことを覚えています。

また、研究を進める上でいくつかの困難な課題に直面することがありました。そのような時は、研究室の仲間とお互いの研究を話し合い、意見を言い合うようにしていました。議論が白熱し夜遅くまで話し合ったこともあります。また、両教授のご指導を賜ることもありました。これらのことが課題解決につながり、このような成果を出すことができたと思っております。

私は多機能筋電義手の開発に携わることができ大変うれしく思っています。自身の研究が少しでも福祉の発展に貢献できたことを願い、これからも精進していきたく思います。

2010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)

「Development of Biomimetic Bearing with Hydrated Materials」Journal of Biomechanical Science and Engineering, 4巻, 2号(2010年5月)中西義孝(熊本大学), 高嶋樹((株)寿エンジニアリング), 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), 三浦裕正(愛媛大学), 岩本幸英(九州大学)

・日本機械学会賞(技術)

「テラメイト超精密手術シミュレーションロボットの開発と事業化」池田誠一(ファイン・バイオメディカル(有)), 福田敏男(名古屋大学)

・日本機械学会奨励賞(研究)

「バイオマイクロアクチュエータの駆動源として応用できる高機能タンパク質モータプレスチンの研究」熊野 峻((株)日立製作所)

「三次元培養およびマイクロ流体デバイスによる肝臓再生のバイオメカニクス」須藤 亮(慶應義塾大学)

「ヒト皮膚構造に基づく触覚原理を活用した触覚センシングの研究」中 由浩(名古屋工業大学)

「人間の運動に関するウェアラブルなセンサシステムの研究」劉 涛(高知工科大学)

2011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2月7日~8日に大阪大学(豊中市)で開催される第24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, 応募者氏名・略歴, 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, 推薦者氏名, 推薦者所属・連絡先, 被推薦者氏名・略歴, 被推薦者所属・職または身分・連絡先, 400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, 応募者氏名・略歴(瀬口賞の場合は生年月日を明記), 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, 推薦者氏名, 推薦者所属・連絡先, 被推薦者氏名・略歴(瀬口賞の場合は生年月日を明記), 被推薦者所属・職または身分・連絡先, 200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 2011年10月14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 / F A X : 03-5360-3509

7. 問合せ バイオエンジニアリング部門総務委員長 / 玉川雅章(九州工業大学大学院生命体工学研究科) / 電話: 093-695-6029 / FAX: 093-695-6029 / E-mail: tama@life.kyutech.ac.jp

4.4 企画委員会だより

企画委員会委員長 坂本 二郎 (金沢大学)
同幹事 山本 創太 (芝浦工業大学)

2010年度の活動報告、並びに、2011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22年7月～平成23年6月)

(1) 2010年度年次大会 2010年9月5日(日)～8日(水)に2010年度年次大会が『名古屋工業大学(名古屋市)で』開催されました。『ハ』イオエンジン』ニアリンク』部門で』は、2件の部門単独セッション、9件の部門横断セッション、1件の大会テーマセッション、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、部門単独で2件の基調講演を行い、大会の成功に貢献しました。

(2) 『ハ』イオサロン 第36回『ハ』イオサロンは2011年1月7日(金)に熊本大学黒髪キャンパスにて、講師に熊本大学大学院生命科学研究部・医学系 成育再建・移植医学講座 分子遺伝学分野 尾池雄一先生を御招きして、「メタボリックシンドロームの病態生理と治療戦略」のこ』講演を頂きました。また、2011年3月31日(木)に日本機械学会において開催予定であった第37回『ハ』イオサロンは東日本大震災を受け中止となりました。

2. 実施計画 (平成23年7月～)

(1) 年次大会 2011年度年次大会は9月11日(日)～14日(水)の予定で』東京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) 部門横断オーカ』ナイス』ト』セッション(7件)
- ・ 傷害防止工学(バイオエンジニアリング、交通・物流、材料力学、計算力学)
 - ・ 診療技術と臨床バイオメカニクス(バイオエンジニアリング、機械力学・計測制御、流体工学、材料力学)
 - ・ 医療福祉のメカトロニクス(バイオエンジニアリング、ロボティクス・メカトロニクス、機械力学・計測制御)
 - ・ バイオにおける流れと熱・物質移動(バイオエンジニアリング、流体工学、熱工学)
 - ・ 生命体統合シミュレーション(バイオエンジニアリング、流体工学、材料力学、計算力学)
 - ・ ドラッグデリバリーシステムでの流動現象とデバイス開発(流体工学、バイオエンジニアリング)
 - ・ ライフサポート(機械力学・計測制御、ロボティクス・メカトロニクス、バイオエンジニアリング、機素潤滑設計、技術と社会)
- (b) 部門単独オーカ』ナイス』ト』セッション(3件)
- ・ 人工臓器におけるバイオメカニクス
 - ・ 細胞および分子のマイクロ・ナノスケール解析
 - ・ 整形外科バイオメカニクス
- (c) 基調講演(2件)
- ・ 先端的医療機器開発の現状と未来(テルモ株式会社研究開発本部統轄付兼 ME センター 担当部長 片山國正)
 - ・ 日常生活インフォマティクスに基づく傷害予防～多機関連携による制御論的アプローチ～(産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センター 西田佳史)
- (d) ワークショップ』(1件)
- ・ 生物に学ぶ機械工学 - 生物の仕組みを機械に生かす-

(ハ) 『イオエンジン』ニアリンク』 機械力学・計測制御、流体工学)

(e) 市民フォーラム(1件)

・ 福祉モビリティで 生き生き 自立生活!?(機械力学・計測制御、バイオエンジニアリング、ロボティクス・メカトロニクス、機素潤滑設計、技術と社会)

(f) 先端技術フォーラム(1件)

・ 医療を支える流体工学技術(流体工学、バイオエンジニアリング)

(2) 福祉工学シンポ』シ』ウム 2011年度はロボティクス・メカトロニクス部門が』幹事部門として、2011年11月3日(木祝)～5日(土)に芝浦工業大学(芝浦キャンパス)で』開催されます。ライフサポート学会、日本生活支援学会、日本機械学会で』参加登録を含め一本化した大会です。

(3) 第38回『ハ』イオサロン 平成24年1月6日(金)に大阪大学豊中キャンパスにて開催する予定です。

(4) その他

2011年8月1日(月)～3日(水)に東京電機大学千葉ニュータウンキャンパスにおいて開催予定であった当部門が』共催する第9回生体医工学サマースクール(テーマ:学ぼう!磁気で見る脳内活動)は、東日本大震災の影響による電力不足等が懸念されるため、次年度に延期することとなりました。

2012年度年次大会は、平成24年9月9日(日)～12日(水)に金沢大学(金沢市角間町)で』開催されます。現在、種々の企画を考えておりますので』、皆様の積極的なこ』参加とこ』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 OS・フォーラム・ワークショップ等を企画される場合は、必ず』、企画委員会まで』こ』連絡ください。

《連絡先》

坂本 二郎 (金沢大学) sakamoto@t.kanazawa-u.ac.jp
山本 創太 (芝浦工業大学) sota@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・藤江裕道(首都大学東京)、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名で担当しております。当委員会の担当事項の現状について報告いたします。

・ バイオフロンティアシンポジウム (Biofrontier Symposium) [担当:藤江,大橋,田中] バイオフロンティアシンポジウムは一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。毎年、バイオフロンティア

講演会と併催で開催しております。一昨年 11 月に和歌山において開催いたしました最初のシンポジウム(バイオフロンティアシンポジウム 2009)に引き続き, バイオフロンティアシンポジウム 2010 は第 21 回バイオフロンティア講演会(2010 年 11 月 12~13 日, 金沢)の会期中 12 日の午後開催いたしました。紅葉の時期を既に終えた城下町金沢において 55 名の参加者を得ました。今回は外国人講師による Tutorial Session 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 を併せて企画いたしました。Tutorial Session では Geoff Stevens 教授(The University of Melbourne, Australia)により“Soft Tissue Engineering”のタイトルでご講演をいただきました。講演に先立ち, 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いました。Japan-Korea Joint Session は日本側より Keynote 講演 1 名(須藤 亮講師, 慶應義塾大学)および一般口演 4 名, 韓国側より Keynote 講演 1 名(Insu Jeon 准教授, Chonnam National University)および一般口演 3 名で構成いたしました。両セッションともに英語による活発な質疑応答が行われ, 特に Japan-Korea Joint Session においては日韓の研究交流の促進に貢献できたのではないかと考えております。次回のバイオフロンティアシンポジウム 2011 は, 第 22 回バイオフロンティア講演会(2011 年 10 月 7~8 日, 津)において 7 日の午後開催する予定です。今回は Tutorial Session のみで構成し, Glen Livesay 教授(Rose-Hulman Institute of Technology, USA)による 1 時間程度の講演を予定しております。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。

・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。第 5 回会議は昨年 8 月にシンガポールにおいて 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したが, 東日本大震災のため延期となりました。今後の会議については早期に開催するべく交渉中です。

《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@pfs1.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)

JBSE

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

バイオエンジニアリング部門英文ジャーナル JBSE (Journal of Biomechanical Science and Engineering)は, 2006 年秋の創刊から 6 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, 2010 年 10 月 1 日付けで日本機械学会と Korean Society of Biomechanics (KSB)との間で覚え書きが交わされ, 本ジャーナルが同学会のオフィシャルジャーナルとなりました。それを記念して小特集号が企画されています。

2010 年(Vol. 5)には, 一般号として 1 号, 小特集号として 4 号を発刊し, 合計 57 編の論文が掲載されました。

No. 1: 小特集号: Special Issue on 4th Asian Pacific Conference on Biomechanics (pp. 1 - 93) 10 編

No. 2: 一般号 (pp. 94 - 184) 8 編

No. 3: 小特集号: Special Issue on Micro and Nanobiotechnology for Cells (pp. 185 - 279) 9 編

No. 4: 小特集号: Special Issue on Biomechanics in Cardiovascular Systems (pp. 280 - 313) 3 編

No. 4: 一般号 (pp. 314 - 483) 14 編

No. 5: 小特集号: Special Issue on Biomechanical Modeling and Computer Simulation for Medical Application (pp. 484 - 590) 8 編

No. 5: 一般号 (pp. 591 - 645) 5 編

2011 年の小特集号には, 前述の KSB との Joint issue が企画されており, 当部門と KSB からそれぞれ 1 名, 計 2 名の Guest Editor により共同して小特集号を発刊する予定です。

引き続き, 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, 論文のご投稿や査読を宜しくお願い致します。

《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

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 22 年度は、計 3 回の研究会を下記の要領で実施した。
第 31 回研究会

日 時：平成 22 年 7 月 30 日（金）16:00-17:00

会 場：北海道大学大学院工学研究院・工学部 A1-17 室
（札幌市北区北 13 条西 8 丁目）

共 催：日本機械学会北海道支部，同バイオメカニクス懇話会，日本塑性加工学会東北北海道支部

参加者：25 名

講 師：Prof. Justin J. Cooper-White (The University of Queensland, Australia)

演 題：Micro- and nano-bioreactors for control of cell behaviour and tissue genesis

第 32 回研究会

日 時：平成 22 年 11 月 22 日（月）13:00-14:00

会 場：北海道大学大学院工学研究院・工学部 A1-17 室
（札幌市北区北 13 条西 8 丁目）

共 催：日本機械学会北海道支部，同バイオメカニクス懇話会，JST 戦略的国際科学技術協力推進事業

参加者：20 名

講 師：Prof. Jian Tu (Australian School of Advanced Medicine, Macquarie University, Australia)

演 題：Molecular targeting enhancement of radiosurgery for brain arteriovenous malformations

第 33 回研究会

日 時：平成 22 年 11 月 24 日（水）13:00-14:00

会 場：北海道大学大学院工学研究院・工学部 A1-17 室
（札幌市北区北 13 条西 8 丁目）

共 催：日本機械学会北海道支部，同バイオメカニクス懇話会，JST 戦略的国際科学技術協力推進事業

参加者：27 名

講 師：Prof. Peter Lee (Department of Mechanical Engineering, The University of Melbourne, Australia)

演 題：A multi scale knee injury biomechanical study

《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）

2010 年度は「生体の劣化の解明とその予測」と題しまして，名古屋工業大学 若手研究イノベータ養成センターとの共催として第 3 4 回研究会を開催しました。東海

地区でご活躍中の工学系・医学系の先生方にご講演頂き，加齢による筋組織，血管組織の劣化メカニズムや，最先端の診断技術，実用化を目指した本格的な医工学連携の必要性について懇親会の場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 3 4 回研究会

2011 年 3 月 18 日（金）15:00～18:30，名古屋工業大学・講堂 2F 会議室

研究内容講演

- ・「機械受容器（筋紡錘）の加齢による組織化学的变化」
吉村 篤司（名工大院・物質工学専攻）
- ・「ヒト上腕動脈における内皮および平滑筋細胞の機能計測」
黒川 貴博（名工大院・機能工学専攻）
- ・「大動脈瘤の力学特性計測 硬さ計測による破裂予測を目指して」
杉田 修啓（名工大・若手研究イノベータ養成センター）
- ・「脳血管内治療における工学技術の応用」
宮地 茂（名大院・細胞情報医学専攻）

《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 1 回開催した。

まず主催行事として，平成 22 年 11 月 22 日に，第 22 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，ミネソタ大学工学部の Dr. Alptekin Aksan と東京大学生産技術研究所の白樫 了 准教授をお招きし，それに本研究会主査の九州大学 高松 洋 教授を加えた 3 名の講師により組織・細胞の凍結・乾燥保存に関連した研究のセミナーを行った。

生体システム技術研究会第 22 回講演会

1. 細胞の凍結損傷に及ぼす水輸送と氷の影響
Effect of Water Transport and Ice formation on the Freezing Injury of Cells
九州大学大学院工学研究院機械工学部門
高松 洋 教授
2. 生体の常温乾燥と保存
Dehydration of Biomaterials under Room Temperature
東京大学生産技術研究所 白樫 了 教授
3. Desiccation and Freezing-induced Heterogeneity in Protein Formulations

Dr. Alptekin Aksan,
Mechanical Engineering Department,
University of Minnesota

次に協賛行事として、九州バイオニック MEMS 新技術説明会を、平成 22 年 12 月 21 日に九州大学病院ウエストウイング棟にて開催した。この説明会では、研究者から下記の 5 つのシーズ技術について御紹介いただき、その後それぞれのシーズ技術について、研究者と参加者との間での個別面談を実施した。またこの説明会に先立ち、九州大学先端融合医療レドックスナビ研究拠点 (<http://redoxnavi.kyushu-u.ac.jp/>) の施設見学会を開催した。九州バイオニック MEMS 新技術説明会

1. 小さいことは良いことだ！
「マイクロ流体チップを用いたタンパク質の結晶化」
産業技術総合研究所 生産計測技術研究センター
前田英明 氏
2. 体内を動き回るカプセルが医療を変える
「消化管内走行カプセル」
九州工業大学 大学院情報工学研究院
伊藤高廣 教授
3. 1 滴を測る
「マイクロビーム MEMS センサを用いた微量サンプルの熱伝導率測定法」
九州大学 大学院工学研究院 高松 洋 教授
4. 生体の巧みさを再現するには
「低摩擦・低摩耗生体関節を規範にしたナノ・マイクロ機能設計」
九州大学 大学院工学研究院 村上輝夫 教授
5. 小さいのが取り柄です
「光 MEMS 技術と微小変位センサ、血流量センサ、MEMS ミラーなどへの応用」
九州大学 大学院工学研究院 澤田廉士 教授

《連絡先》

九州大学 大学院工学研究院機械工学部門 澤江義則
〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地
電話：092-802-3073
FAX：092-802-0001
E-mail：sawa@mech.kyushu-u.ac.jp

生物機械システム研究会

主査：和田成生（大阪大学）
幹事：田原大輔（龍谷大学）

生体組織・細胞の構造・機能関係が、適応的に変化する現象に対し、これまで多くのバイオメカニクス研究が進められてきている。本研究会では、このような生体組織・細胞の適応ダイナミクスの詳細なメカニズムを探るべく、第 29、30、31、32 回研究会を実施し、実験的・理論的研究についての討論を行った。

第 29 回研究会

日時：2010 年 9 月 10 日（金）15:00～16:30
場所：京都大学再生医科学研究所（京都市左京区聖護院川原町 53）東館 5F ルーフテラス
“Molecular Imaging of Bone Metabolism and Skeletal Drug

Delivery”, Kenneth M. Kozloff, Ph.D (Departments of Orthopaedic Surgery and Biomedical Engineering, University of Michigan, Ann Arbor MI, USA)

第 30 回研究会

日時：2010 年 11 月 17 日（金）15:30～17:00
場所：京都大学再生医科学研究所（京都市左京区聖護院川原町 53）東館 5F ルーフテラス

「アメーバ様細胞の基質牽引力を媒介とする自律的な極性形成」岩楯 好昭（山口大学理学部）

第 31 回研究会

日時：2011 年 3 月 7 日（月）14:00～15:30
場所：京都大学再生医科学研究所（京都市左京区聖護院川原町 53）東館 5F ルーフテラス

“Optimal Feedback for Interrogating Nonlinear Systems”, Bogdan Epureanu, Ph.D (Departments of Mechanical Engineering, University of Michigan, Ann Arbor MI, USA)

第 32 回研究会

日時：2011 年 5 月 13 日（金）16:00～17:00
場所：京都大学再生医科学研究所（京都市左京区聖護院川原町 53）東館 5F ルーフテラス

“An Integrative Approach Using Numerical Models to Bridge Spatiotemporal Interactions of Subcellular Processes: Cell Spreading”, Yannick Loosli, Ph.D (Institute for Biomechanics, Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH), Swiss)

《連絡先》

田原大輔（〒520-2194 龍谷大学理工学部機械システム工学科, Tel: 077-543-7504, Fax: 077-543-7457, E-mail: datawara@rins.ryukoku.ac.jp)

傷害バイオメカニクス研究会

主査：一杉正仁（獨協医科大学）
幹事：松井靖浩（交通安全環境研究所）
幹事：古川一憲（豊田中央研究所）
幹事：本澤養樹（本田技術研究所）

本年度は研究会活動として、主催研究会を 1 回、協賛講演会を 1 回開催した。

主催研究会として、第 4 回傷害バイオメカニクス研究会を下記の要領で実施した。研究会では、事故と傷害の原因を特定する交通事故外傷への取り組みが多角的に進められている現状が報告され、活発な情報交換が行われた。

第 4 回傷害バイオメカニクス研究会

日時：平成 22 年 12 月 21 日（火）13:00-16:15
会場：名古屋大学大学院 工学研究科 3 号館
参加者：45 名

内容：

1. 「基調講演」車体安全における複合材料の応用
濱田泰以（京都工芸繊維大学大学院）
2. コンピューターシミュレーションを用いた交通事故鑑定
本宮嘉弘（新潟県警察本部科学警察研究所）
3. 剖検例に基づく交通事故再現解析の研究
安川淳（東京都市大学大学院）

4. 車両と歩行者の衝突状況について
松井靖浩（交通安全環境研究所）
5. 側面衝突における乗員保護対策の検討
井上貴喜（東京都市大学大学院）

次に、協賛講演会として、第 23 回バイオエンジニアリング講演会を下記の要領で実施した。

第 23 回バイオエンジニアリング講演会
日 時：23 年 1 月 8 日（土）9:00-15:45
会 場：熊本大学 工学部 2 号館
参加者：32 名

内 容：

1. オーガナイズドセッション「インパクトバイオメカニクス」本研究会より 1 名の講師による講演があった。
2. オーガナイズドセッション「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」

我が国の交通外傷への取り組みのあり方について大学研究者を中心に活発に議論され、大学研究機関や行政も含めた総合的な推進が必要となっている。

《連絡先》

一杉正仁（獨協医科大学，〒321-0293 栃木県下都賀郡壬生町北小林 880，TEL: 0282-87-2135，FAX: 0282-86-7678，Email: hitosugi@dokkyomed.ac.jp）

6 . 研究室紹介

芝浦工業大学 工学部 機械学群
機械機能工学科 生体機能工学研究室

山本 創太

〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5
Tel: 03-5859-8057, Fax: 03-5859-8057
E-mail: sota@shubaura-it.ac.jp

生体機能工学研究室は私が着任した 2009 年 4 月の開設で、今年ようやく B4 から M2 までが一通り揃った、3 年目のまだ歴史浅い研究室です。「いのちを守る力学」をスローガンに、傷害バイオメカニクス、組織損傷のバイオメカニクスを中心に研究活動を行っております。

私たちの研究室がある豊洲キャンパスは、2008 年 1 月開催の第 20 回バイオエンジニアリング講演会の会場でした。部門講演会開催時はまだ開発中の街という趣でしたが、オフィスビル、マンション、商業施設も増え、街らしい姿になっております。東京の台所、築地へはバスで 10 分ほど、もんじゃの聖地、月島へは地下鉄で一駅、東京湾名物屋形船は裏の運河から乗れるという、お江戸食いだおれな豊洲キャンパスです。

芝浦工業大学着任時には、オタクの巣窟のような大学で、内向的な学生が多いのではないかという先入観があったのですが、非常に素直で明るい学生が多く、学内を歩いていると学生が気軽に寄ってきて声をかけてくれ、フレンドリーな雰囲気の大学です。私たちの研究室はどういうわけか学科内でも体力指向の学生が集まる傾向があるようで、研究室旅行では敢えてフットサル大会、週末にも集まってサッカーに興じています。そんなところは自分の出身研究室を彷彿とさせられます。活発なところは研究にも活かしてくれていて、学外にも積極的に勉強に出かけています。名古屋大学 田中先生、東京大学 大島先生、千葉大学 坪田先生には、研究室にお邪魔させていただき、勉強させていただいています。

現在は、高齢者転倒骨折とその予防、循環器疾患シミュ

レーションと実験、臓器傷害シミュレーション、人工股関節システムの固定性評価などに取り組んでいます。シミュレーションが主体で、実験は東大 大島先生、酒井先生の実験室を拝借しながら少しずつやっている段階です。これからシミュレーションと実験を両輪として回せる研究体制を強化して、社会に役立つ「もの」を送り出せる研究室にしていきたいと考えております。



写真 1 研究室からキャンパス裏の運河を臨む。屋形船が夜の営業に備えて接岸中。



写真 2 研究室メンバー。比較的長身の私が全く目立たない、ガタイのいい研究室。

7. 海外だより

University of Florida (UF) 滞在記

兵庫県立大学大学院工学研究科
比嘉 昌

平成 23 年 3 月からフロリダ大学 (University of Florida: UF) に留学しております。UF は、フロリダ州ゲインズヴィルにある州立大学で、場所はフロリダ半島の“根元”あたり、ディズニーの街オーランドから北へ車で 2 時間、ニューヨークから南へ車で 2 日です。州立ですが Florida State University (FSU) とは別の大学です。仲が悪いのか、学内で“BEAT FSU” という T シャツを売っています。人口約 12 万のこの町で、UF は学生数 5 万人超（学生は市の人口に含まない）、100 を超える国や地域からの留学生、16 の学部と 150 を超える Research center、2009 年度、\$574 million の助成金を獲得しており全てが大きな大学です。キャンパスの敷地も広大で、学内には森があり池がありそこには多くの野生動物があり、ワニもいます。柵が無いので、大雨の後には勘違いしたワニが道を歩いているそうです。しかし決して餌を与えないことでこの共存は成り立っているようです。

こちらに来て UF の話しをしていると、“entrepreneur” だとしきりに言われました。商品化、ベンチャーなど、産業化を表す単語らしく、UF は特許収入が常に全米 top10 にランクされており、起業数では MIT をトップに 5 位だそうです。大学としての output を重視している感じです。学生の偏差値は良くわかりませんが、良い方でしょう。さらにこの大学の運動部の活躍は、ここでは書ききれないくらい輝かしい限りです。大学全体、と言うより地域全体で応援する雰囲気があります。スポーツドリンク(ゲータレード)をアメフト部のために開発してしまうくらいですから。最近では、野球部が現在全米選手権 best8 まで来ています。しかし彼らは学業の成績が悪いと試合に出してもらえないと聞きました。文武両道がどうなっているのか興味あるところです。

UF では、Othopedic Biomechanics Laboratory, Mechanical & Aerospace Engineerign において Dr. Banks と Dr. Fregly のもとで関節のバイオメカニクスを勉強しております。現在日本では認可されていない Reverse Total Shoulder Arthroplasty を用いて肩関節にかかる力を測定する実験の準備中です。将来日本でこの人工肩関節が普及したときの基礎データになればと願っております。Lab には他に整形外科医も留学に来ております。PhD コースの大学院生は日本のポスドクのように助成金から給料を得ております。そのためかは分かりませんが、自分の研究時間を割いているんなことを教えてくれて頼もしい存在です。大学院生という研究室内の立場に対するプライドを感じます。しかし現在 2 ヶ月が経過いたしました。私の研究はなかなか進まない物です。

研究を始めるに当たってまず覚えさせられたことに、Health Insurance Portability and Accountability Act がありました。日本語訳が良くわかりませんが「個人データ、研究データの取り扱いに関する規約」でしょうか(内容より判断)。たくさん資料を読んだ後テストがあります。8 割以上の正解が求められ、一度落ちました。再挑戦後めでたく合格。書いてあることはきわめて当たり前の内容なのですが、試験をされると案外間違えます。訴訟が多い国ですので情報のいい加減な管理で問題を起こすとこの国では大変なことになりそうです。もちろん日本でも同じですが、私の研究が大学で IRB が必要だったこともあります。こちらの研究者は皆一通り証明書を得ているようです。そしてその大事な証明書を紛失してしまい、再発行に 3 日を要しました。反省。

Dr. Banks は、日本でも整形外科関係の学会で良く講演されております。Dr. Fregly は、よく調べたら普段使っているソフトの開発者の一人だったりします。1 年間しかありませんが、なるべく多くを学んで今後につながるような時間を過ごせたらと思っております。授業参加の許可も頂いたので、秋セメスター(8 月後半開始)より参加してみようと思えます。また時間の許す限り、運動部の練習にもコーチを通じて見学をお願いしているところです。

来年 4 月以降にまた日本の学会に参加いたしますのでよろしくお願いいたします。



(上) 大学の池に生息するワニ。(下) 近くの森林公園に生息するワニ(本人撮影)。危険。

8. 部門組織

運営委員会

部門長 日垣 秀彦 (九州産業大学)
副部門長 高久田和夫 (東京医科歯科大学)
幹事 和田 成生 (大阪大学)
運営委員 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)
岩崎 清隆 (早稲田大学)
岩本 正実 (株)豊田中央研究所)
牛田多加志 (東京大学)
太田 信 (東北大学)
大橋 俊朗 (北海道大学)
桑名 克之 (泉工医科工業(株))
後藤 司 (富士重工業(株))
坂本 二郎 (金沢大学)
佐久間 淳 (東京農工大学)
笹川 和彦 (弘前大学)
白石 俊彦 (横浜国立大学)
竹内 謙善 (株)くいんと)
田中 学 (千葉大学)
田中 茂雄 (金沢大学)
玉川 雅章 (九州工業大学)
築谷 朋典 (国立循環器病研究センター)
内貴 猛 (岡山理科大学)
中島 求 (東京工業大学)
西田 正浩 (独)産業技術総合研究所)
藤江 裕道 (首都大学東京)
山根 隆志 (独)産業技術総合研究所)
山本 衛 (近畿大学)
山本 創太 (芝浦工業大学)

代議員 (運営委員会構成員以外)

東藤 正浩 (北海道大学)
山口 昌樹 (岩手大学)
小関 道彦 (信州大学)
長山 和亮 (名古屋工業大学)
畔上 秀幸 (名古屋大学)
内藤 尚 (大阪大学)
森田 有亮 (同志社大学)
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)
多田 茂 (防衛大学校)
鷺尾 利克 (独)産業技術総合研究所)
大島 まり (東京大学)
岸 宏亮 (オリンパス(株))
宮田 昌悟 (慶應義塾大学)

アドバイザーボード

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)
田中 正夫 (大阪大学)
但野 茂 (北海道大学)
荒木 勉 (大阪大学)
牛田多加志 (東京大学)
松本 健郎 (名古屋工業大学)

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 (物質・材料研究機構)
赤松 映明 (京都大学名誉教授)
松崎 雄嗣 (名古屋大学名誉教授)
大場 謙吉 (関西大学)
清水 優史 (前橋工科大学)
谷下 一夫 (慶應義塾大学)

総務委員会

委員長 玉川 雅章 (九州工業大学)
幹事 山本 衛 (近畿大学)

企画委員会

委員長 坂本 二郎 (金沢大学)
幹事 山本 創太 (芝浦工業大学)
委員 中島 求 (東京工業大学: 2011年度年次大会担当)
田中 茂雄 (金沢大学: 2012年度年次大会担当)
宮崎 祐介 (金沢大学: 2012年度年次大会
市民フォーラム担当)
田中 学 (千葉大学: 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)
Timothy DAVID (University of Canterbury)
藤江 裕道 (首都大学東京)
古川 克子 (東京大学)
日垣 秀彦 (九州産業大学)
伊能 教夫 (東京工業大学)
工藤 奨 (芝浦工業大学)
劉 浩 (千葉大学)
松本 健志 (大阪大学)
内貴 猛 (岡山理科大学)
中西 義孝 (熊本大学)
Shinsuk PARK (Korea University)
Kyeihan RHEE (Myongji University)
坂本 二郎 (金沢大学)
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)
和田 成生 (大阪大学)
山本 衛 (近畿大学)

広報担当委員

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

Advisory Board

(部門ジャーナル編集委員会)
荒木 勉 (大阪大学)
原 利昭 (新潟大学)
松本 健郎 (名古屋工業大学)
村上 輝夫 (九州大学)
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 (慶応義塾大学)
和田 仁 (東北大学)
山口 隆美 (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 今井 陽介 (東北大学)
百武 徹 (横浜国立大学)
下権谷 祐児 (兵庫県立大学)
八木 高伸 (早稲田大学)
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)
鷺尾 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:
KSME Bio-Division ジョイント 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

組織委員長 田中 正夫 (大阪大学)
実行委員長 和田 成生 (大阪大学)
幹事 越山 顕一郎 (大阪大学)
委員 宮崎 浩 (大阪大学)
松本 健志 (大阪大学)
橋本 守 (大阪大学)
井村 誠孝 (大阪大学)
福島 修一郎 (大阪大学)

木原 隆典 (大阪大学)
袴田 和己 (大阪大学)
黒田 嘉宏 (大阪大学)
新宅 博文 (大阪大学)
東森 充 (大阪大学)
間 久直 (大阪大学)
山田 憲嗣 (大阪大学)
安藤 健 (大阪大学)
世良 俊博 (大阪大学)
野崎 一徳 (大阪大学)
赤沢 康史 (兵庫県立福祉のまちづくり研究所)
安達 和彦 (神戸大学)
井上 康博 (京都大学)
下権谷 祐児 (兵庫県立大学)
田地川 勉 (関西大学)
田原 大輔 (龍谷大学)
築谷 朋典 (国立循環器病研究センター)
福井 智宏 (京都工芸繊維大学)
森田 有亮 (同志社大学)
山本 衛 (近畿大学)
吉野 公三 (産業技術総合研究所)

バイオフィロントピア講演会組織委員会

委員長 稲葉 忠司 (三重大学)
幹事 吉川 高正 (三重大学)
委員 池浦 良淳 (三重大学)
加藤 貴也 (三重大学)
中俣 孝昭 (鈴鹿医療科学大学)
長山 和亮 (名古屋工業大学)
松本 健郎 (名古屋工業大学)
矢野 賢一 (三重大学)

事務局

関根 郁夫 (日本機械学会
事業運営部門)

編集後記

このたびの東日本大震災（東北地方太平洋沖地震）で被災された皆様に心よりお見舞いを申し上げます。また、現在も過酷な状況に置かれている方々が一刻も早く平穏な日々を取り戻せるようお祈り申し上げます。この未曾有の被害からの復興に向けて、皆で力を合わせて取り組んでいかなければならないと思います。

さて、今号のニュースレターは、前号に引き続き、バイオエンジニアリングからの出口の一つである医療機器に焦点を当て、先生方および企業の方々にご執筆いただきました。バイオエンジニアリングの歴史では、機械式人工心臓弁およびステントの歴史をご執筆いただきました。特集記事では、国産初の体内埋込み型補助人工心臓およびKSBのご紹介をいただきました。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および企業の方々に厚く御礼申し上げます。また、大変な時期にもかかわらず、ニュースレターを取りまとめたいただいた幹事の石川拓司先生に感謝の意を表します。

Bioengineering News No. 40 2011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

幹事 石川拓司 ishikawa@pfs1.mech.tohoku.ac.jp

事務局 関根郁夫 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