

## バイオエンジニアリング部門報

## BIOENGINEERING NEWS

No. 30 Autumn, September 15, 2001

## 目次

1. 部門長あいさつ 佐藤 正明 (東北大学)
2. バイオエンジニアリングの歴史  
「バイオトライボロジー研究の歴史」 村上 輝夫 (九州大学)  
「人工臓器と医療用ポンプ開発の歴史と展望」 小西 義昭 (日機装)
3. 部門情報
- 3.1 講演会案内  
第12回バイオエンジニアリング学術講演会・秋季セミナー  
第14回バイオエンジニアリング講演会  
スイス - 日本バイオメカニクスワークショップ
- 3.2 講演会報告  
第13回バイオエンジニアリング講演会を終えて 佐藤 正明 (東北大学)  
和田 仁 (東北大学)  
原 利昭 (新潟大学)  
但野 茂 (北海道大学)
- 第11回バイオエンジニアリング学術講演会・秋季セミナーを終えて  
福祉工学シンポジウムを終えて
- 3.3 部門賞  
選考報告 和田 仁 (東北大学)  
功績賞を受賞して 赤松 映明 (摂南大学)  
業績賞を受賞して 村上 輝夫 (九州大学)  
瀬口賞を受賞して 玉川 雅章 (京都大学)  
内貴 猛 (北海道大学)  
森本 正治 (岡山理科大学)
- 3.4 企画委員会だより
4. 分科会・研究会活動報告  
高齢化社会に向けた福祉機械工学に関する研究分科会  
計測と力学 - 生体への応用 - 研究会  
生体機能の解明とその応用に関する研究会  
生体システム技術研究会  
生物機械システム研究会  
生物の運動に関する研究会  
制御と情報 - 生体への応用 - 研究会  
個別別モデリング研究会
5. 研究室紹介  
株式会社豊田中央研究所人体モデリング研究室 三木 一生 (豊田中央研究所)  
理化学研究所情報基盤技術部情報環境室 横田 秀夫 (理化学研究所)
6. 部門組織

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

日本機械学会

# 1. 部門長あいさつ



佐藤 正明

東北大学大学院  
工学研究科

日本機械学会の活動は、ご存じのように、専門性を重視した部門制のもとで実施されている。この制度は今から 15 年前に採用され、現在 20 部門ある。部門制は、米国機械学会、米国電気電子学会においても採用されており、同一領域の研究を志す研究者の集まりとしては大変効率のいい集団形成である。しかしながら、バイオエンジニアリングのもつ研究の性格は機械工学の学問を横断的に結びつけるものであり、現在他部門においてもバイオエンジニアリングの内容を有する研究が発表されるようになってきている。

さて、ここ 2 年の間に、部門の運営に関する検討が集中的に行われ、学会の財政再建に向け部門協議会において激しいやりとりがあったと聞いている。その結果が新しい部門運営要綱(2000 年 12 月改定)にまとめられている。部門運営に関する基本理念や財務に関する重要事項が掲載されているので一度ホームページを通してご覧になることをお勧めする。大きく変更になっている点は、部門の活動性が評価され、その評価に従って本部からの交付金が決定さ

れる点である。また、運営の諸費用も部門による裁量に任される点があるが、事務手数料を本部に支払う形がとられる。2001, 2002 年度には移行措置がとられるが、その後は本格的に運用される。

このように外的条件が大きく変わる中で当部門も安閑としてはおられず、より効率がよく、かつ部門の多くの方が参画して協力一致して部門を盛り上げていく体制の必要性が浮上してきた。そこで、谷下一夫前部門長のもとで、新しい体制づくりが議論され、新しい委員会構成となり、役割分担を明確にし、より機動的で効率のいい体制ができつつあるのが本年度の状態である。詳しくはぜひとも当部門のホームページを開いて現状をご覧いただき、ご批判ご意見をいただきたいと思っております。なお、機械学会の 20 部門の中では当部門のホームページが最も充実し、よくできてきているという評価をいただいていることをご披露させていただきます。

現在の当部門の課題は、バイオエンジニアリングの広範な研究をより活発に成長させるとともに応用的な側面を強調しつつ企業との連携を図る点にある。誤解を恐れずに言えば、従来の当部門ではサイエンス的な側面が強く、これは世界的にも通用する多くの優秀な研究がみられるが、上記の実用的・応用的な面での努力が不足していたことは否めない。

部門長のあいさつとしてはやや堅苦しくなったが、現在が日本機械学会における部門の変革期に当たっているということを当部門関係の各位にご理解いただき、当部門をより発展させるためにも一人一人の力の集結と提言が重要であることを指摘し、皆様のご協力を仰ぎたいと思っております。

## 2. バイオエンジニアリングの歴史

### 「バイオトライボロジー研究の歴史」

九州大学大学院工学研究院 村上 輝夫

#### 1. バイオトライボロジーの提唱

1966 年に英国で、摩擦・摩耗・潤滑を包括する用語として、トライボロジーが提案され、1972 年には、リーズ大学の Dowson (機械工学)、Wright (リウマチ学) の両教授(図 1)により、バイオトライボロジーという新たな学問分野が提唱<sup>1)</sup>された。All aspects of tribology concerned to biological system とし、次の具体例が示された。

- 1) 機械に使用される潤滑剤に対する微生物の影響
- 2) 人間の歯のアプレシブ摩擦
- 3) 剃刀の刃に対する低摩擦保護被膜の作用
- 4) 人体内の流体輸送、例えば、(i)輸尿管内流動機構、(ii)痰の運動、(iii)血液流れ
- 5) 毛細血管内における赤血球の運動と、血漿によるその潤滑作用
- 6) 火傷の治療時における静圧気体軸受的浮揚



D. Dowson                      V. Wright  
 図1 バイオトライボロジーの提唱者

- 7) 咀嚼時における唾液の潤滑作用
  - 8) 関節機能の潤滑工学的研究
  - 9) 人工骨頭, 人工関節の潤滑工学的検討
- とくに, 8), 9) は当時から活発な研究がなされており, 4), 5) については, 生理流体力学の分野で広範な研究が展開されている。

一方, 国内でも人工関節の普及に伴い, 人工関節研究会(現日本人工関節学会)<sup>2)</sup>が発足した1971年頃より人工関節のシミュレータ試験や摩耗・潤滑・設計等の研究が, 整形外科医あるいは工学者との共同研究として開始された。1975年には, 日本潤滑学会の中にバイオトライボロジー研究会が設置され, 5年後には独立した研究会として当分野の研究活動を推進してきた。

対象とする分野も次第に拡大され, 笹田ら(1988年)<sup>3)</sup>は, コンタクトレンズと眼球との間の摩擦問題や, 皮膚の摩擦, とくに手指の物体保持力の評価, 腱・鞘間の摩擦と潤滑, 生殖器・避妊具の摩擦問題, 人工臓器・生体用インプラント材料の摩擦問題, 生体各器官や生体機能に対する物理的・化学的摩擦刺激の役割, 細胞間の摩擦問題など多様な分野を追加した。また, 最近では, バクテリアの鞭毛モータの軸受機構の解明, 筋肉におけるアクチン・ミオシン間の滑り機構の解明, 摩耗粉や金属イオンに対する細胞の応答に関しても実態解明が進められつつあり, バイオトライボロジーの重要性の認識が拡がりつつある。以下では, 生体関節と人工関節に関する具体例を紹介する。

## 2. 生体関節における低摩擦・低摩耗と潤滑機構

生体関節は, 比較的高荷重下の低速往復運動という一見, 流体潤滑が困難と思われる条件下でも, 摩擦係数 0.003 ~ 0.02 程度の低摩擦と 70 ~ 80 年以上の長期耐久性を示す, その潤滑機構に関して, 1886年に流体潤滑理論を提案した Reynolds は, 関節の潤滑は1種の流体潤滑であることを示唆した。その後, MacConail の提唱(1932)に始まる流体潤滑説と, 吸着膜が主役を演じるとみなす Chamley の境界潤滑説との論争の時代が続いた。さらに, 軟骨内流体の滲出効果を重視した McCutchen の滲出(Weeping)潤滑や,

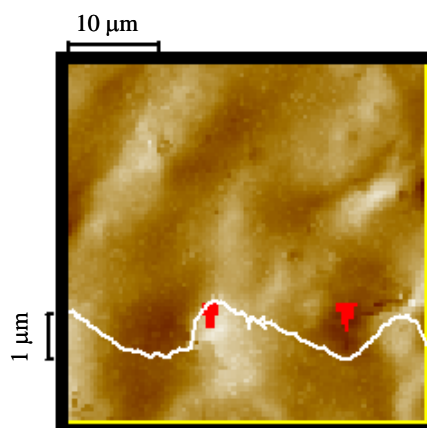


図2 豚関節軟骨表面の AFM 像 (液中)

関節液の濃縮効果を考慮した Walker らの押上げ(Boosted)潤滑, 軟骨表面の弾性変形を考慮した Dintenfuss の弾性流体潤滑(Elastohydrodynamic Lubrication, EHL)説など諸説が提案された。Dowson<sup>4)</sup>や笹田<sup>5)</sup>は, 関節の荷重や速度が多様に変化することを考慮し, 関節の潤滑モードは単一ではなく, 作動条件に応じて多種の潤滑モードが機能するとの考え方を提案した。

その後, 1986年に, Dowson と Jin<sup>6)</sup>は, 歩行条件下の関節のソフト EHL 数値解析による最小流体膜厚は 0.5 ~ 1 μm 程度で 2 μm 程度の軟骨表面凹凸よりも薄くなるが, 負荷域では軟骨突起部が平坦化するために, 摩擦面間で干渉が生じないことを示した。いわゆる, マイクロ EHL 説である。軟骨表面粗さの実測では触針による変形の影響や大気中における乾燥・収縮の問題があったが, 原子間力顕微鏡 AFM の液中タッピングモード計測による著者らの測定(図2)<sup>6)</sup>によると最大粗さで 1 ~ 2 μm 程度と判断され, マイクロ EHL 説の仮定の一つを裏付けることができた。その他の実験結果を含めて総括すると, 歩行運動等では, 軟骨面の弾性変形効果と関節液の粘性効果に基づくマクロおよびマイクロ EHL が主体的に機能するようである。しかるに, 長時間立位静止後に始動する場合などでは, 軟骨面間は接近し局所的な直接接触が生じうる。また, 滲出潤滑がどのような条件下で機能するかについては長年の議論があったが, 池内ら<sup>8)</sup>は Biphasic 材料である関節軟骨の透過率が非常に小さいため, 局所的接触が発生し軟骨表面と内部間で大きな圧力勾配が発生した条件下でのみ内部液体の流出が生じ潤滑に寄与することを指摘した。吸着膜は, 脱離と修復を可能としているが, 過剰な消耗を生じた場合には, 吸着膜の下層に位置しプロテオグリカンを主体とするゲル膜層が, その低せん断特性を発揮して潤滑機能を果たすことが検証<sup>9)</sup>された。また, ゲル水和層が, 粘性膜潤滑を拡張するとの考え方が, 笹田ら<sup>10)</sup>により提案されている。このように生体関節では, 作動

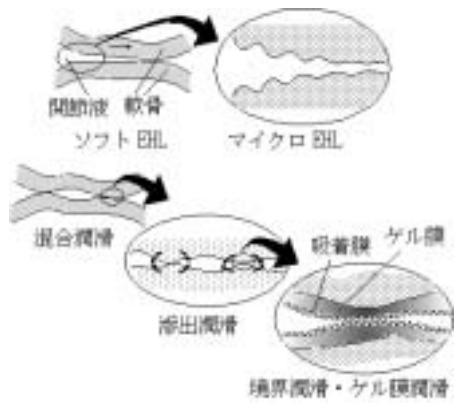


図3 多モード適応潤滑のモデル図

条件の過酷さに応じて、階層性を有する多種の潤滑モードが協調的に機能（図3）しており、その潤滑機構は、多モード適応潤滑(Adaptive multimode lubrication)<sup>11, 12)</sup>と称される。たとえば、潤滑液粘度を広範に変化させて動物関節の摩擦試験<sup>12)</sup>を行うと、高粘度の流体潤滑モードでは軟骨表面吸着膜の有無の影響が出ないが、混合潤滑モードとなる低粘度条件下で行うと、軟骨表面吸着膜の除去は顕著な摩擦上昇をもたらす。しかし、後者の高摩擦を生じた試験後に、境界潤滑性を有するリン脂質やグロブリンを添加し再度試験を行うと、摩擦低減が観測される。変形性関節症の治療手段としてヒアルロン酸の注入効果が認められているが、増粘作用による粘性流体膜の形成と組織修復の両面で寄与していると考えられる。境界潤滑作用を示す吸着膜の成分としては、糖蛋白複合体<sup>13)</sup>、リン脂質<sup>14)</sup>や蛋白成分<sup>15)</sup>等が提示されている。

### 3. 人工関節の開発とトライボ問題

変形性関節症や関節リウマチが進行すると、運動機能低下と疼痛に悩まされる。このような症例に対して人工関節置換術が適用され、国内だけでも年間十万例近くが施行され、運動機能回復や疼痛の除去という恩恵をもたらしている。臨床適用例の大部分は、人工股関節、人工骨頭と人工膝関節であるが、足・肩・肘・手・指関節についても各種の人工関節が使用されている。骨部への固定法にはセメントタイプとセメントレスタイプがあり、摩擦が関連してくるが、以下では、摩擦面のトライボ問題に着目して紹介する。

開発初期（表1）にはステンレス鋼、Co-Cr-Mo合金(1937年)や各種高分子材料の登場にともない、メタル・メタル製人工股関節や、各種人工骨頭、蝶番式（金属製）人工膝関節などが臨床応用された。メタル・メタル人工股関節は、球面軸受に相当するが、当時の製品の真球度・半径すきま・表面粗さから判断すると流体潤滑モードの維持は困難であったと推定され、金属間の高摩擦は緩みの誘因となり、

表1 人工関節用材料の変遷

年代	考案者	材 料
1890	Gluck	象牙製膝関節
1938	Smith-Petersen	Co-Cr-Mo 合金カップ
1938	Wiles	金属/金属（ステンレス鋼）人工股関節
1943	Moore	Co-Cr-Mo 合金人工骨頭
1946	Judet	アクリル樹脂人工骨頭
1951	Mckee	金属/金属(Co-Cr-Mo 合金)人工股関節
1952	Haboush	人工股関節用 PMMA 骨セメント
1957	Leventhal	チタン人工骨頭
1958	Charnley	PTFE/ステンレス鋼人工股関節
1962	Charnley	UHMWPE/ステンレス鋼人工股関節
1970	Weber-Huggler	ポリエステル骨頭人工股関節
1970	Boutin	アルミナ/アルミナ人工股関節



図4 PTFE 製臼蓋における摩耗

全般的に良好な成績は得られなかった。また、初期の蝶番型の膝関節は、2次元的な屈伸運動のみに対応する構造であったため、生体の3次元的な運動に対応できずに、折損や緩みをきたした。

このような背景の中で、生体関節では境界潤滑が主体であるとみなしていた Charnley<sup>16)</sup>は、低摩擦（低摩擦トルク）人工関節のアイデアの実現を試みた。まず、ステンレス鋼製骨頭に対して低摩擦人工材料として PTFE（テフロン）を寛骨臼蓋ソケット側に使用したが、PTFE の耐摩耗性が不良であったために、短期の使用で過大な摩耗（図4）を生じてしまった。多量で大径の摩耗粉は、生体反応も発生させた。実験室（水潤滑）評価で良好な耐摩耗性を示したガラス繊維強化 PTFE などを試みたが、生体内では摩耗を生じた。1962年当時、対策に苦慮していた彼のもとに、関節液潤滑下で PTFE よりも摩擦は若干高めであるが、耐摩耗性に優れる超高分子量ポリエチレン UHMWPE が持ち込まれた。この材料の導入により、年間の摩耗深さが0.05~0.2mmのレベルまで抑えられた。チャンレーによる臨床適用の

成功により，人工関節置換術は世界中に普及していった．その後，人工股関節では骨頭径の増大化やセラミックスの導入なども実施された．一方，人工膝関節においては，金属またはセラミックスとUHMWPEの組合せを用いた表面置換型の解剖学的デザインを主体にして多種多様なものが臨床適用された．

近年では，人工関節材料の材質・仕上げ精度の向上や，形状・固定法・術法の改善等により十年以上の使用実績が得られているが，一部では，人工関節・骨（または骨セメント）界面での緩み(Loosening)や過大摩耗の発生により再置換例も生じている．摩耗粉，とくにサブミクロンサイズのポリエチレン摩耗粉が周囲組織の強い炎症反応を引き起こし，ついには骨融解(Osteolysis)を生じ，緩みをきたすことが指摘<sup>17)</sup>されている．したがって，人工関節の摩耗を僅少化することが臨床現場からの重大な要求になっている．

体液や二次関節液により潤滑される人工関節は，混合潤滑または境界潤滑モードで作動しており，潤滑状態の改善と材料の耐摩耗化が必要とされる．人工股関節の摩耗低減策として，新世代のメタル・メタルおよびセラミック・セラミックの臨床適用が増加してきた．高精度仕上げが可能なセラミックスでは，半径すきまを $10\mu\text{m}$ 以下に，表面粗さ $R_a$ を $0.01\mu\text{m}$ 以下にすることが可能であり，歩行条件下では，流体潤滑も可能とみなされる．しかるに，エッジ接触や衝撃荷重に対する破損防止も要求されている．メタル・メタルでは，半径すきまの制限があるものの，流体潤滑効果も期待され Co-Cr-Mo 合金の耐摩耗性も向上したため摩耗量は低減したが，金属イオンの溶出などの問題がある．一方，UHMWPE に関しても，大西ら<sup>18)</sup>の線照射人工股関節において20年以上の臨床使用後に摩耗が僅少であった事例もあり，架橋処理 UHMWPE による摩耗低減も期待されており，当面は，3種の人工股関節が平行して使用されると予測される．

もう一つの視点として，関節面の潤滑状態を根本的に改善する案として，含水性材料のハイドロゲルを人工軟骨として適用する試み<sup>19,20,21)</sup>がなされ，潤滑状態の改善が検証されつつあるが，長期的な機能維持や生体との界面形成など継続的な研究が必要と思われる．一方では，軟骨細胞の機能を活用した生体組織工学技術による体外での軟骨再生が可能となったが，長期的機能維持のためには摩擦面である表層再生が重要であると思われる．軟骨再生は局部的領域に限定されており，関節面全体の代替には人工関節置換が必要である．双方の技術が並行的に進歩し，融合技術が産み出され，ヒトにより近い関節再建の実現が期待される．

## 文 献

- 1) Dowson, D. and Wright, V., The Rheology of Lubricants, Ed. by Davenport, T.C., Institute of Petroleum, (1973) 81-88.
- 2) 第27回日本人工関節学会編，人工関節研究会 演題総集(第1回～第25回)，(1997).
- 3) 笹田・塚本・馬淵，バイオトライボロジー - 関節の摩擦と潤滑 - ，産業図書 (1988).
- 4) Dowson, D., Proc.Instn. Mech. Engrs., Pt 3J, 181 (1966-67) 45-54.
- 5) 笹田，潤滑，23, 2 (1978) 79-84.
- 6) Dowson, D. and Jin, Z-M., Engng. Med., 15 (1986) 63-65.
- 7) Murakami, T., et al., Proc. JSME International Conference on New Frontiers in Biomechanical Engineering, (1997) 233-236.
- 8) 池内・岡・森，機論，55-510, C, (1989) 508-515.
- 9) Murakami, T. et al., Lubrication at the Frontier, Ed. by Dowson, D. et al, Elsevier (1999) 737-747.
- 10) 笹田，日本臨床バイオメカニクス学会誌，21 (2000) 17-22.
- 11) Murakami, T., JSME International Journal, Ser.III, 33 (4) (1990) 465-474.
- 12) Murakami, T. et al., Proc. IME, Part H, 212 (1998) 23-35.
- 13) Swann, D.A., The Joints and Synovial Fluid, vol.I, Ed. by Sokoloff, L., Academic Press (1978) 407-435.
- 14) Hills, B.A., J. Rheum., 16 (1), (1989) 82-91.
- 15) 日垣・村上，トライボロジスト，40-7 (1995) 598-604.
- 16) Charnley, J., Low Friction Arthroplasty of the Hip, Springer-Verlag (1979).
- 17) Ingham, E. and Fisher, J., le polyethylene en orthopedie, (1995) 29-42.
- 18) Oonishi, H., et al., Joint Arthroplasty, Ed. by Imura, S. et al., Springer (1999) 97-108.
- 19) 笹田ほか5名，生体材料，3-3 (1985) 151-157.
- 20) Oka, M. et al., Clin. Mater., 6 (1990) 361-381.
- 21) Murakami, T., et al., Thin Films in Tribology, ed. by D. Dowson et al, Elsevier (1993) 673-682.



### 著者プロフィール

村上 輝夫

1970年九州大学工学部機械工学科卒業．大学院博士課程を経て，九州大学工学部助手・講師・助教授．1988年同教授．現在，同大学院工学研究院知能機械システム部門教授．バイオトライボロジーや生体機械工学・生体機能設計等の研究教育に従事．



# 「人工臓器と医療用ポンプ開発の歴史と展望」

日機装株式会社 研究開発本部 小西 義昭

## 【工業用と医療用ポンプ】

工場で使われる工業用ポンプも、病院で使われる医療用ポンプも、基本的構造は変わらないように見える。一般的に工業用ポンプは設備であるため、人の眼につく所にはあまり置かれていない。これに対して、医療用ポンプは、人間の生命に関わるものであるから、人間のすぐそばで使われることが多い。そのため、医療用ポンプには、機械音や振動が夜間でも人の気にならない位小さいことが要求される。また、手術室のような限られた空間で使用されるため、何よりも小型であることも要求される。さらには、取扱う医師や看護師、エンジニアが観察しやすいように配管やケースが透明であることも必要とされる。例えば、酸素を多く含む血液が鮮やかな赤であるのに対して、二酸化炭素を多く含む血液は赤黒い。異常があれば、透明な配管やケースを通して知ることが出来る。

医療用ポンプとして、最もよく見かけるものに、「点滴装置」がある。点滴装置は一見ポンプのようには見えないが、作用から考えれば、ポンプと言うことができる。すなわち、ポンプの定義を、エネルギー源を使って、液体を、低いところから高いところへ移す、ものとする。この定義に照らし合わせると、点滴装置も、点滴のバッグを高いところに取り付けることによる重力(位置)エネルギーを使い、栄養分や薬品の入った液体を、身体の外(大気圧)から血管の中(血圧)へ注入する、ものとなりポンプと言える。もちろん、モータをエネルギー源として使ったポンプも医療用として、数多く使われている。

そして、工業用のポンプが効率を重視するのに対して、医療用ポンプが安全性を最優先して造られていることは言うまでもない。

## 【ポンプの安全性】

医療用ポンプには、細菌やウィルスからの感染に対する、安全性が要求される。そのため、医療用機器は必ず滅菌して保存され、使用され、破棄される。特に、人間の血液に直接触れる部分は、たとえ使用後十分に滅菌したとしても、再使用は許されない。これは、同じものを別の人が使い、万が一にも細菌やウィルスに感染する可能性があってはならないためである。そのため、ポンプや配管には交換する部分を出来るだけ小さくする設計が要求される。これ

は、交換部分のコストを抑えるとともに、環境負荷を考慮して医療用廃棄物を出来るだけ少なくするためである。

## 【検査用と治療用ポンプ】

同じ医療用ポンプでも医療に関する診断や検査に使われる機器に組込まれるポンプと、生命に直接関係する治療用機器に組込まれるポンプとでは要求される安全性や信頼性が大きく異なる。検査用装置に組み込まれるポンプは、工業用ポンプに近い扱いがされる。これに対して、治療用ポンプには工業用とは違った意味での安全性や信頼性が要求される。

例えば、人工透析装置(人工腎臓)に組込まれた血液移送用ポンプは、人体から血液を引き出し、血液中の老廃物を除去した後に再び人体に血液を戻すためのものである。従って、当然なことながら細菌の混入などが全く起こらないことが要求される。その他、ポンプが組み込まれ治療用に使われる装置としては、心臓手術時に、心臓の代りに血液を送る血液ポンプ装置<sup>1,2)</sup>や、血液中の血糖値を測定して膵臓の代わりにインスリンを注入する人工膵臓装置がある。また、最近では手術時に体温を冷やす低体温療法の一部にもポンプが使われている。これは、体中で最も酸素消費量の多い脳を選択的に冷やすためのものであり、脳に入る血液を取り出して冷やし、脳から出た血液を再びもとの温度まで温めるものである<sup>3,4)</sup>。

## 【手術用と埋込用ポンプ】

手術用の血液ポンプ等ほとんどの治療用機器は、数時間から数日間使用されるのみである。これに対して、手術のみでは直りきらない病気の心臓を補助したり、心臓移植が施されるまでの間心臓の代りに体の中に埋め込まれる人工心臓は、長期間連続して使用される。体内への埋め込みが行われるのは、体外に装置を置くと、何らかの配管や電線が皮膚を貫くこととなるため、傷口が完全に塞がらず、細菌による感染が心配されるためである。人間にとっての異物(ポンプ)を体内に置くことは、不自然であっても、拘束がなくなり、感染に対する安全性が高まるというメリットがある。

## 【ポンプの材料・構造】

体内に埋め込んで使用される装置の材料には、重金属イオンや有害な有機化合物の溶出が無いことが要求される。このことは、食品機械でも、同様であるが、その程度は大きく異なる。食品機械ではサニ

タリー仕様のステンレス材料が多く使われている。しかし、体内に埋め込んで使用される血液ポンプでは、電解質である血液と接触するため、クロムやニッケルを含むステンレス鋼よりもチタン合金が優先して使用される。また、プラスチック材料では、フッ素樹脂やシリコン樹脂など使用する材料が限られる。セラミックス材料は、あまり制限無く使用することが可能である。形状についても菌が繁殖しないように隙間のない、表面のきれいなものにする必要がある。

#### 【滅菌と設計】

医療用ポンプの接液部は必ず滅菌して使用される。滅菌方法には、高圧蒸気滅菌やEOG(エチレンオキシサイドガス)滅菌、放射線滅菌がある。高圧蒸気滅菌では、高温に対する材料の耐熱性が必要となり、ガス滅菌では滅菌後の残留ガスの影響をなくするため、通路の形状が複雑にならない設計が必要となる。また、放射線滅菌では、放射線による劣化のない材料の選定と、金属部品の陰となり照射されない部分が出来ない設計が必要となる。以上のように、医療用ポンプには、独特のポンプ設計上の制約が存在する。次に一例として、人工心臓の歴史と展望について述べる。

#### 【人工心臓】

人工心臓の動物実験は、1958年 KOLFF により水圧駆動のポンプを使ってイヌに対して行われたのが最初であり、2時間生存した。わが国でも、1960年東大木本外科で動物実験(イヌ)が行なわれ、5時間30分生存した。この時には、特殊ポンプ工業(株)(現、日機装(株))製の、可変速モータ付金属ベローズポンプを水力駆動源とした、サック型血液ポンプ(図1)が使用された。その後、ローラ型ポンプ、ベローズ型ポンプ等の研究が進められてきた。現在、人工心臓としては、心臓手術の間心臓の代りに使用し短期間で取り外す開心術用血液ポンプ、弱った心臓に取付け運転することで心臓の負担を軽減し、心臓の回復を待つ補助人工心臓、再生の見込みの無い心臓を取り除き、代わりに取付け、心臓移植までのつなぎとする全人工心臓、の3種類がある。・  
については米国での例はあるものの、日本人には大きすぎるため、小型のものが研究されている。しかし、まだ動物実験(子牛、山羊)の段階である。の開心術用には従来、チューブポンプが使用されていたが、(1)溶血が少ない、(2)閉塞が起きても圧力が上らず安全、(3)陰圧による微小気泡の発生が無いとの理由から、遠心ポンプ(図2)へと移行して来た。すなわち、チューブポンプは、チューブをローラでしごく時のチューブの変形により発生するせん断応力で赤血球が破壊され(溶血)る、容積型ポンプのため末端で閉塞が起きても血液を送り続けるために圧

力が上昇して配管の離脱や破損が起こる、ローラの回転の最終段階で陰圧が発生するために血液中に溶存していた空気が微小気泡として分離するなどの欠点を持っている。反面、消耗部品がチューブのみで安価であるという長所を持っている。1995年に年間2,000~3,000台製造された遠心ポンプは、最近では年間12,000~13,000台と急速な伸びを見せたが、最近伸びは鈍化している。

埋込型人工心臓として現在臨床で使われているものは、空気圧駆動のダイアフラム型またはサック型の往復動ポンプであり、空気圧源を体外に必要としている。ユタ大学で開発された Jarvik-7 が最も有名である。日本では、国立循環器病センター型と東京大学型の例がある。ポンプとしてみると、全置換型人工心臓としての往復動ポンプは、血液をシリコンなどの薄いゴム製のダイアフラムやサックを介して油圧や空気圧等で往復運動させて押し出すため、人間の場合と同じように逆止弁が必要であり、脈動を持っている。遠心ポンプや軸流ポンプによる補助人工心臓では、吸入口を心臓の一部に入れて、心臓と並列に運転をするため、血管へ送り出される血液は定常流と脈動流の和となる。

ところで、人工心臓は血液に損傷や異常を与えることなく長期間安定して運転することを主目的としている。従って、効率を優先する工業用のポンプとは設計が異なるはずである。すなわち、溶血や血栓(血小板や赤血球が凝集・付着して固まる)の無いこ



図1 日本最初のサック型血液ポンプ



図2 遠心型血液ポンプの例

とが、血液ポンプの設計基準である。しかし、実際には一般のポンプを試行錯誤で改良しながらの研究が進められて来た。このため、どうすれば溶血や血栓の低減が図れるかといった、定量的な研究はほとんど行なわれて来なかった。このような状況の中で、近年、国立循環器病センターを中心とした、国立研究所・大学・ポンプメーカーのチームで、ポンプの血液に対する設計方法の研究が進められてきた<sup>5-7)</sup>。赤血球の破壊は、生理学的・病理学的なもの他に、熱や物理的力などにより起こる。数値流体解析、可視化試験、動物血液試験の総合検討の結果、局所的なある程度以上のせん断応力の繰り返しによることを検証している。血栓についても同様の手法で、流速（相対的な滞留）と強い相関があることを確認している。

#### 【人間と機械】

人体の回復力は素晴らしく、機械の助けを借りることにより、もとに近くまで本来の機能を取り戻すことが出来る。例えば、地震による建物の倒壊により、長時間の圧迫を受け、急性腎不全に陥っても、救出直後に透析を受けて老廃物を排出すれば、命は取り留め、以後の透析は不要になる。反面、慢性の腎不全では透析により命は救われるが腎臓の機能が低下して、一生治療を続けなければならない。また、補助人工心臓により、心臓の負担が軽くなり、心機能が回復して補助人工心臓を外せた例がないでもないが、重い心臓病では心臓移植が行われるのが普通である。順番待ちの間の危機を避けるため、障害のある心臓を除去して人工心臓を使うことが検討されている。

人工臓器は、まだ本来の臓器の機能の一部を補助または代替するだけのものである。その機械の世話にならないよう、日頃から健康に注意するのが最も重要であるが、1型糖尿病のように先天的にインスリンを体内で作れない人がいる以上、より完全な治療機械を創る努力が必要である。

#### 【参考文献】

- 1) 田口眞一 他, 小型遠心ポンプを使用した体外循環における血液障害程度の測定, 人工臓器, 23(1), 276, 1994.
- 2) J. Ninomiya et al., Clinical Evaluation of a New Type of Centrifugal Pump, Artificial Organs, 18(9), 702, 1994.
- 3) T. Ohta et al., Selective Cooling of Brain Using Profound Hemodilution in Dogs, Neurosurgery, 31(6), 1049, 1992.
- 4) 宮武哲也 他, 選択的急速脳冷却システムの開発(第2報), 日本医工学治療学会第14回学術大会抄録集, 149, 2000.
- 5) Y. Miyazoe et al., Computational Fluid Dynamic Analyses to Establish Design Process of Centrifugal Blood Pumps, Artificial Organs, 22(5), 381, 1998.
- 6) Y. Miyazoe et al., Development of the Small Caliber Centrifugal Blood Pump, Artificial Organs, 22(6), 461, 1998.
- 7) M. Nishida et al., Flow Visualization Study to Improve Hemocompatibility of a Centrifugal Blood Pump, Artificial Organs, 23(8), 697, 1999.

#### 著者プロフィール

小西 義昭

1972年弘前大学理学部卒業, 1973年(株)イワキ入社, 1985年日機装(株)入社, 2000年茨城大学共同研究開発センター客員教授, 現在日機装(株)開発センター参事, 技術士。主として流体機械, 特殊ポンプ(無脈動ポンプ, マイクロポンプ, 人工心臓用ポンプなど)の研究開発に従事。



## 3. 部門情報

### 3.1 講演会案内

#### 第12回バイオエンジニアリング 学術講演会・秋季セミナー

主催：日本機械学会

(バイオエンジニアリング部門企画)

開催日：2001年10月27日(土), 28日(日)

会場：名古屋工業大学(名古屋市)

趣旨：21世紀を迎えて、はじめての秋季セミナーを名古屋で開催します。秋の講演会の基本に立ち返り、これからの若い方の研究を皆でバックアップし、21世紀を担う新しいバイオエンジニアリングを皆

で考え、議論する講演会にしたいと考えています。もちろん、若手、ベテランを問わず、会員以外の方の参加も大歓迎いたします。参加した方々の全員が、旧知を温め、新鮮な息吹を感じるような講演会を目指したいと思います。講演募集分野はバイオエンジニアリングに関連するものなら、全ての分野を対象とします。生体内の流れ、硬・軟組織のバイオメカニクス、筋骨格系のバイオメカニクス、生体のモデリング・シミュレーション、生体計測・制御、バイオトライボロジー、バイオレオロジー、バイオメテックス、生体材料、生物の熱工学、細胞・分子工学、医療福祉・リハビリテーション、感覚・感性、ロボティクスをはじめとする様々な関連研究で、他



の学会，研究会で既発表の演題や，若い方の未完成の研究でも構いません．大いに討論しましょう．

#### 特別講演

「細胞におけるメカノトランスダクションの分子機構 - SA チャネルとインテグリン/細胞骨格系の役割 -」  
曾我部 正博 (名古屋大学医学部)

「声のバイオメカニクス」 松崎雄嗣 (名古屋大学)

#### 青少年のための講演会

「細胞のバイオメカニクス」 谷下一夫 (慶応大学)

「筋骨格系のバイオメカニクスと衝突・損傷の力学」  
田中英一 (名古屋大学)

参加登録費：会員 4,000 円，会員外 6,000 円  
学生 1,000 円

論文集代：登録者特価 2,000 円 (当日のみ)  
会員 3,000 円，定価 5,000 円

プログラム等については，ホームページ (<http://pfs1.mech.nitech.ac.jp/~biosem01/>) をご参照下さい．

連絡先・問合せ先：山口 隆美 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学大学院工学研究科生産システム工学専攻, Tel & Fax: 052-735-5049, E-mail: biosem01@pfs1.mech.nitech.ac.jp)

### 第 14 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企画)

後援：東京大学，産業技術総合研究所ティシューエンジニアリングセンター，大阪科学技術センター 他

開催日：2002 年 3 月 5 日 (火)，6 日 (水)

会場：東京大学工学部 2 号館 (東京都)

主題：再生医工学，ポストゲノム

趣旨：総合工学としての機械工学と関係の深いバイオ産業分野は，バイオテクノロジーと医療・福祉である．これらは農林水産業，化学・医薬品産業はもとより，高齢問題，環境問題，情報産業とも密接に関係して，21 世紀産業の基幹を成し，いわゆるミレニアムプロジェクトの中心課題となっている．本講演会はこれら産業の技術基盤となるバイオエンジニアリングを機械工学・技術の視点より総合的に議論するもので，生体力学，生体材料，生体・医療・福祉工学に関する一般課題とミレニアムプロジェクトに関連した再生医工学ポストゲノムの諸問題を主題として構成されている．

#### オーガナイズドセッションとオーガナイザー

##### 1. 再生医工学

(1)硬組織再生医工学 (2)軟組織再生医工学 (3)人工臓器 (4)組織培養技術・細胞培養基盤材料  
オーガナイザー：牛田多加志 (東京大学)  
富田 直秀 (京都大学)

##### 2. ポストゲノム関連技術

(1)バイオテクノロジー (2)プロテオーム工学  
(3)可視化・計測技術 (4)バイオインフォマティクス  
オーガナイザー：鷺津 正夫 (京都大学)  
福井 希一 (大阪大学)

詳細についてはホームページ (<http://tissue.t.u-tokyo.ac.jp/BE2002/index.html>) をご参照下さい．

連絡先・問合せ先：牛田多加志 (〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻, Tel: 03-5841-6374, Fax: 03-5841-6374, E-mail: ushida@ingram.t.u-tokyo.ac.jp)

### スイス - 日本バイオメカニクス ワークショップ

細胞・生体組織バイオメカニクスの新しい展開

共同主催：スイス連邦工科大学，日本機械学会 (バイオエンジニアリング部門)

後援：スイス科学財団，日本学術振興会

開催日：2001 年 9 月 24 日 (月) ~ 28 日 (金)

会場：Hotel des Diablerets  
ル・ディアブルレ，スイス

開催主旨：国際的にバイオメカニクス研究で高い水準にある日本とスイス両国における研究者間での最新の研究情報交換を通じて，この分野の一層の発展と新領域の開発を図ることを目的とし，シングルセッション方式のセミナーを開催する．

主題として，この分野で最も重要な領域として認識され，脚光を浴びている 1) 細胞・分子のバイオメカニクス，2) 生体組織の機能的適応制御とリモデリング，3) コンピュータバイオメカニクスを取り上げる．集中的な討論を行うため，対象を血管壁と血流，骨と結合織，筋骨格系と材料，細胞と細胞外マトリクスに絞る．また，将来展望をはかるために，単一細胞生体分子や感覚器のバイオメカニクス，組織形成工学，シンクロトロンや光技術の利用などの新領域に関するセッションを設ける．

#### セッション構成：

##### 口述演題

循環器バイオメカニクス (基調 2 件，他 7 件)  
バイオメカニクスの新領域 I (基調 3 件，他 3 件)  
細胞バイオメカニクス (基調 2 件，他 7 件)  
バイオメカニクスの新領域 II (基調 2 件，他 3 件)  
整形外科バイオメカニクス (基調 3 件，他 5 件)  
ポスター演題 (短時間口述発表付き)  
細胞バイオメカニクス (9 件)  
循環器バイオメカニクス (5 件)  
整形外科バイオメカニクス (8 件)  
その他 (3 件)

ホームページ：<http://www.jsme.or.jp/bio/> の講演会からリンクを辿ってください．

## 3.2 講演会報告

### 第13回バイオエンジニアリング講演会を終えて

実行委員長 佐藤 正明（東北大学）  
和田 仁（東北大学）

第13回バイオエンジニアリング講演会を開催するに当たっては、出席者の方々の便宜を考え、交通の便が良く、市内中心部へも気楽に出向けるとの視点から、仙台市戦災復興記念館を選ばせていただいた。今年の暑い夏（仙台では、7月末から8月初めの現在まで比較的涼しい日が続いていますが）から思えば、例年になく雪が多く寒い仙台で1月16日～17日の2日間にわたって開催された。

昨年（第12回）講演会は金沢（実行委員長 尾田十八 金沢大学教授）で、「新世紀におけるバイオエンジニアリングの役割を考える」との主題のもとに10のオーガナイズドセッションを準備され、積極的に展開された。出席者数も多く、成功裏に講演会を終了されたことが大変印象に残っている。それでは、仙台においてはどのような講演会にしようかと考え、佐藤と和田でいろいろと相談させていただいた。結局、オーガナイズドセッションは仙台地区の先生方が取り組んでいるバイオエンジニアリング領域の研究を積極的に展開するという立場でセッション数は最小限にとどめ、テーマを絞ったシンポジウムを設



シンポジスト



会場の様子

けようということになった。オーガナイズドセッションは、「単一細胞における物理現象の計測」「動脈瘤のバイオメカニクス」「皮膚の計測」「人工臓器とバイオエンジニアリング」とした。シンポジウムは和田が中心に企画し、外有毛細胞の運動性を主題にした「Cochlear amplification caused by outer hair cell (OHC) motility」という内容に決定した。

このように大会としては、実行委員会が積極的に展開するセッションを最小限にして、残りは一般講演として多くの一般応募を期待しようということになった。「講演数がどの位集まるか？」の一抹の不安を抱えながらのスタートとなった。しかしながら、最近の当部門への参加状況をみていると若い人たちの積極的な参加が目立つようになっており、かなりの人数を期待できるのではないかという希望的観測も持っていた。当初は、講演件数130件、参加者数200名を見込んで、計画を立てていった。

結果的には、講演件数はシンポジウム4件、オーガナイズドセッション53件、一般講演93件で、合計150件となり、当初の予想を上回る一般講演の応募をいただいた。また、参加者数も最終的には235名となり、こちらも予想を超えるうれしい結果となった。この参加者のうち、85名が学生であった。

懇親会は、講演会場から少し離れた仙台のショッピング街にある「森のパーク」を借り切って開催した。こちらも約130名の参加者を得て、なごやかな懇親の場を提供できたのではないかと考えている。例年通り、懇親会において部門賞の贈呈が行われた。詳細は本部門報に掲載される予定である。

以上、第13回バイオエンジニアリング講演会を開催するに当たっての考え方と考慮したポイントについて概略報告させていただいた。最後に、出席いただいた方々、開催にご協力いただいた方々に感謝申し上げます。

### 第11回バイオエンジニアリング学術講演会・秋季セミナーを終えて

実行委員長 原 利昭（新潟大学）

第4回バイオエンジニアリングシンポジウム以来5年ぶりに新潟を会場として、第11回バイオエンジニアリング学術講演会・秋季セミナーが開催されました。平成12年10月20日（金）、21日（土）の両日、晩秋を感じさせる様な落ち着いた天候の下、会場の新潟市万代市民会館では、4件のレクチャ - と84件の講演発表が行われました。従来のバイオエンジニアリング学術講演会・秋季セミナー - がそうであったように発表件数は今回も右肩上がりの増加状況を維持し、バイオ部門の相変わらずの盛況を見る思いが致しました。これも参加を賜りました皆様のご支

援・ご鞭撻の賜と、この場をお借りして、心より感謝を申し上げます。

新潟で第 11 回バイオエンジニアリング講演会・秋季セミナーを開催するに当たり、開催条件ではありませんでしたが、以下の要請がありましたことを覚えております。

学生の参加に配慮した企画内容とする

駅および繁華街から近い事(移動や飲食に便利であること)

宿泊費が安価なホテルが会場周辺にあること

深夜でも買物が出来るコンビニ等が周辺にあること

質的にも量的にも満足するような懇親会にすること

お世話させて頂く者として、上記の要望は従来のセミナー等の実施経験から出てきたものであり、学生諸君にとっては当然且つ普通のことと納得した次第であります。これらの要望を配慮することは勿論のこと、借用費用が低額な会場を考慮することも重要であり、公的な施設を考えざるを得ませんでした。過去、講演会場として使用された公的施設がそうであったように、使用上の規則は厳しく？講演開始前と講演終了後に与えられた時間が僅かであったため、かなり窮屈なスケジュールになったことをお詫び申し上げます。

さて、今回お世話させて頂きました者として大変嬉しく思いましたのは、若くて研究意欲と食欲が共に旺盛な学生諸君の要望するところである上記をほぼ満足した内容とする事が出来たことであります。懇親会場へ移動する直前になって降り出した雨にも拘わらず多くの御参加を頂きました。懇親会場では、意気投合したグループがあちこちで自らの研究室の話や研究上の苦労話を披露し合っていたシーンに思わず見とれてしまい、ここにこそバイオエンジニアリング学術講演会・秋季セミナーの開催意義が在ったことを確信した次第であります。なお、予定した酒量を軽く？オ・バ・したことも参加者に懇親会を心ゆくまで楽しんで頂けた証として感激致しました。終わりに、本講演会・セミナーの実施に当たりご支援とご協力を賜りました皆様に重ねて御礼を申し上げます。

### 福祉工学シンポジウムを終えて

但野 茂(北海道大学)

今年 8 月 7 日、東京大学本郷キャンパスにおいて標記シンポジウムが開催された。機械力学・制御部門講演会 D&D 2000 に併設されたものであった。福祉工学といえ、バイオ部門が長年重点テーマとして、部門講演会毎大きなセッションを構成していることはご存じの通りである。他部門でも機力・制御部門、ロボメカ部門など、福祉に関する研究が活発である。今回のシンポジウムは、機力部門単独から

バイオ部門との合同企画となり、おそらく本学会でもはじめての部門横断シンポジウムが実現した。私もバイオ部門から実行委員会に加わせて頂いた。バイオ部門会員には演題申込等大変お世話になった。シンポジウム自体、1 日間だけであったが、4 室で 85 題の発表がなされた。生体計測、歩行支援、動作解析、リハビリテーション機器、支援機器開発、ヒューマンインターフェース、パワーアシスト機器、モニタリング、エルゴノミック・デザイン、医用工学、車椅子、診断技術・生理計測から構成された。翌日 8 日にはパネルディスカッション - 福祉に貢献する工学・技術をめざして - が、日本生活支援工学会の協力で開催された。パネリストには産学官からなり、多くの参加者のもとで活発な討論がなされた。シンポジウム、パネルディスカッション共にテレビ局の取材が入り、社会的関心の高さを知らされた。本シンポジウムは、今回だけではなく、佐藤部門長のご尽力で来年以降も継続することとなった。次回はバイオ部門が幹事部門として開催予定である。大日方先生(名大)を中心に準備に入るので、部門の皆様の更なる御協力をお願いします。

## 3.3 部門賞

### 選考報告

第 78 期総務委員長 和田 仁(東北大学)

当部門では、平成 12 年度の部門賞として、功績賞に赤松映明氏(摂南大学・教授)、業績賞に村上輝夫氏(九州大学・教授)、瀬口賞に玉川雅章氏(京都大学・講師)および内貴猛氏(北海道大学・助教授)を選出し、2001 年 1 月に仙台で開催された、第 13 回バイオエンジニアリング講演会の懇親会にて表彰式を行いました。

赤松映明氏は、循環器系の生物流体力学、その応用として人工心臓システムの開発および衝撃波の医用工学の研究など、先端的医療技術の進展に貢献され、世界的に高い評価を受けており、日本のバイオエンジニアリングの発展に尽力した功績が高く評価されました。

村上輝夫氏は、生体関節の機能解明、人工関節の性能評価・素材開発・最適設計・摩擦摩耗低減法などに関して有用な成果を挙げるなど、整形外科バイオメカニクスに多大な貢献をなされました。

玉川雅章氏は、衝撃波のバイオメカニクス、および医療流体機器の数値流体力学的研究に、また、内貴猛氏は、血管病に関与する流体力学現象の解明に積極的に取り組んでおられ、これらの研究成果は、国内外で高い評価を受けています。今後の両氏のバイオエンジニアリング部門での活躍が期待されます。

## 功績賞を受賞して



赤松 映明  
摂南大学工学部

思い起こせば三十数年前、機械工学科に在って、高温気体力学の研究に励んでいましたが、アポロ計画（月に人間を送り込む）が完了、これからはライフサイエンス（今日のようにバイオとは云わなかった）の時代だ、NASA ではライフサイエンスの勉強が盛んと聞いて、人の勧めもあり、人工心臓の開発を思い立った。

当初は暗中模索、人工心臓周辺の問題を細々と手掛けていた。専門の流体力学（キャビテーション、衝撃波等）の研究の傍ら次第にバイオ研究の比重が増していき、京都大学の定年退官のころには磁気浮上遠心血液ポンプの開発が主要な研究課題となっていた。現摂南大学に勤めてこの四年半、細々とではあるが、この研究を継続している。このポンプについては、以前このニュースにも取り上げていただいたが、次世代の人工心臓と目され、従来の容積型拍動ポンプに比べ、軽量・小形・低価格・長期使用可能で、世界に先駆けて開発に成功、2002年にはテルモ(株)で臨床用の製品が出来上がるようになっていて、目下、欧米の他のグループからの猛追撃を受けるまでになっています。

定年間際には、部門長を仰せつかりながら、今日の当部門に見るような活発な活動ができなかったことに恥じ入る次第です。にも抱らず、功績賞をいただくとはいささかの戸惑いを感じながらも有り難いと感謝いたしております。

バイオエンジニアリングの研究活動には、広汎で多様なスタンスがあると思います。大抵の方は、いわば、縦系である従来の学問体系の中のどれかの分野に属しながら、横系の一つであるバイオエンジニアリングとの交点で研究に携わっておられるわけで、生物学・生理学・医学的な面と工学的な面との間のどこかに重点を置き、あるいは両者の境界の判然としない状況の中で、各自の年令、境遇、経歴に応じて多種多様なスタンスで研究に取り組んでおられることと思います。時には重く、時には軽く、しかし、欧米の研究の二番煎じに甘んじることなく、独自の研究を展開されることを願って止みません。

## 業績賞を受賞して



村上 輝夫  
九州大学大学院  
工学研究院

この度、2000年度の日本機械学会バイオエンジニアリング部門業績賞を頂き、光栄に存じますとともに、これまでご教示・ご支援頂いた諸氏や研究に協力いただいた各位に厚くお礼申し上げます。バイオ関連の研究を着想したのは、1972年に恩師の故平野富士夫教授に大学院博士課程進学後の希望テーマを問われた時でしたが、学位論文では将来の生体の研究への展開も想定し、弾性流体潤滑下の転がり滑り接触や往復動シール用粘弾性体の動的接触問題を対象としました。その後、大月伸男現九大助教授が研究室に加わった際に手指の摩擦特性に関するバイオトライボロジーの研究に着手しました。同時期に、九大整形外科の近間英明医師（現近間整形外科クリニック院長）が、関節潤滑のことで訪問され、共同抄読会を開始することになりました。丁度、1979年に福岡で第9回人工関節研究会が開催されることになり、軟骨層を有する関節モデルの潤滑特性について発表する機会をえましたが、発表準備が深夜までおよび、整形外科医のバイタリティを鮮烈に感じました。研究会では、整形外科医に混じって、笹田直（当時東京工大）・馬淵清資（北里大）両先生が研究発表をされており、工学者の新たな活動の場があることを知りました。その後、近間先生の博士論文となる関節液蛋白成分の潤滑機能評価の研究を手伝い、酵素処理や電顕技術を駆使して約20nm径の球状蛋白を分離し、潤滑性を有すると推察しました。最近では、AFMにより液中の球状蛋白吸着分子を観察可能ですが、当時の成果は、十余年後に日垣秀彦現九州産業大学助教授の在職中に、グロブリンの潤滑性を見出したことにつながったと思います。また、20年前の英国リーズ大学Dowson研究室留学中には、人工膝関節シミュレータ試験を含め多様な経験ができました。当時の経験で直接的な研究成果につながるものは限られますが、バイオの分野では専門性とともに広範な視点も重要になりますので、多様な経験の蓄積が時期を得て生きることが多々あると感じています。1987年の当部門発足時には、故瀬口幸章委員長の時の運営委員会の一員に加えていただき、

当部門の諸先輩の薫陶を受ける機会をえるとともに、バイオ分野の重要性と発展性を感触できました。その後、九大の研究室でも若手諸君が熱意を持って研究に取り組んでくれ、今回の受賞につながったものと感謝しております。21世紀には多様なバイオ新技術の実現が待望されており、今後とも当分野の進展に尽力したく思います。

## 瀬口賞を受賞して



玉川 雅章  
京都大学大学院  
エネルギー科学研究科

この度、バイオエンジニアリング部門・瀬口賞を頂き、大変光栄に存じます。これまでの研究でお世話になった先生方や、この賞にご推薦いただいた関西大学の大場謙吉先生に感謝しております。

私がバイオエンジニアリングに関係する研究を始めて行ったのは、京都大学工学部4回生の時に赤松映明先生（現摂南大学）のご指導のもとで、医用ローラーポンプ内の流れの解析というテーマで卒業研究を行ったときでした。これは、ローラーポンプ内部流れの圧力変動を小さくさせるという実験と理論の研究で、医用機器というものに接するよい機会となりました。この際、実験的に形状を変化させるのではなくCFDで予測ができれば研究進展がより早くなることを感じ、CFDを研究するために修士課程では東京大学生産技術研究所の小林敏雄先生のもとで研究を行いました。

修士課程修了後、再び京都大学に助手として戻りました。このときにESWL（体外衝撃波結石破碎術）に関連して衝撃波と生体組織というテーマを手がけることになりました。ところが、衝撃波の生体組織への影響に関する研究は、実際のESWL装置を使った臨床医学的な研究がほとんどであり、工学的研究や過去の文献は皆無に等しい状況でした。そんな中、京都府立医科大学の渡辺決先生らのグループと最初に行ったのは、航空宇宙分野の研究などに用いられていた衝撃波管を使っての平面衝撃波をラットに作用させてその損傷を臓器レベルで調べることでした。自分達で現象を引き起こさせない限り、研究はスタートしないという考えからでした。これを起点とし

て、臓器レベルから細胞レベルへと実際の生物や工学的なアプローチを使ってこの研究をすすめていくことができるようになりました。一方で、人工心臓の開発、特に遠心式血液ポンプ内でのせん断応力と溶血（赤血球破壊）のCFDを用いた予測に関する研究もこの頃より行い始め、溶血試験を行いながらその計算法や予測法の精度向上に努めて参りました。

また、5年前からは所属がエネルギー科学研究科に変わり、生物細胞を用いた環境浄化法（バイオプロセス）の効率化に関する研究をドイツの研究機関と始めました。この頃より現在に至るまで、細胞や生物などを直接扱うことができず部門の賞を頂いた者としては心苦しいのですが、これらのモデル実験や数値モデル解析を主体に研究を行っております。

このように研究を継続してこれましたことも、ご指導いただいた先生方や部門の先生方のお力によるものと存じます。今後ともこの受賞を励みにして、一層研究・教育に精進して参りますので、ご指導ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

## 瀬口賞を受賞して



内貴 猛  
北海道大学  
電子科学研究所

この度、バイオエンジニアリング部門の瀬口賞を賜り、身に余る光栄と感謝しています。これまでご指導いただきました皆様に深くお礼申し上げます。

私は、北大で機械工学科を卒業して生体工学専攻に進学して以来、幸運にも常にバイオエンジニアリングの研究に携わり続けることができました。当専攻はME学会を中心に活躍している教官で構成され、当時その中に林紘三郎教授（現大阪大学基礎工学研究科教授）が在籍されていました。流体力学に興味を持っていた私は迷わず林研に入り、松本健郎助手（第3回瀬口賞受賞、現東北大学工学研究科助教授）指導の下、弾性管内の拍動流れに関する研究に従事させていただきました。当時の林研は、おそらく皆様とは異なり、生体の中で機械をやるという環境でした。周りには神経や感覚、脳、微小循環等を工学の立場で研究している研究室があり、生体に関して幅広く勉強できたと思います。進学する以前の私は



生物学を単なる暗記科目としか認識しておらず、さして興味を持っていなかったのですが、生体工学で生物の理屈、原理（生理学）を教わり、その合理性や奥深さに驚愕しました。機械工学科で習った様な普遍原理が複雑な生体にも存在すると知ったときの感動がバイオエンジニアリングの研究を続けていくきっかけでした。その後、博士課程に進学しましたが、2年次に中退し、カナダから新たに着任された狩野猛教授の研究室の運営に助手として参加することになりました。そこでは、動脈硬化発症に深く関与していると考えられるリポ蛋白の流速依存性濃縮現象を解明する研究に従事してきました。生体流体力学に関する見聞を広められたと同時に、細胞培養の技術を勉強することができ、生物に対しての知識を深めることができました。また、同じ研究室の和田成生講師からコンピュータ・シミュレーションの手ほどきを受けることができました。そして、狩野研での研究内容で学位を頂くことができ、それらを含めて評価していただいた結果、瀬口賞を頂けることになったと思います。これも一重にご指導いただきました先生方のお陰と思い、この場をお借りして、重ねて厚くお礼を申し上げます。

平成12年9月より生理学が専門の河原剛一教授の下で心臓のバイオメカニクス、特に心臓の適応現象に関する研究に従事することになりました。経験も何もないゼロからの再出発となりますが、瀬口賞受賞者として恥じることはないよう、一層研究教育に励んでいきたいと思っております。今後ともご指導ご鞭撻を賜りますよう、よろしく願いいたします。

### 3.4 企画委員会だより

#### 企画委員会

委員長 森本正治（岡山理科大学）  
同幹事 日垣秀彦（九州産業大学）

79期企画委員会では第18・19回バイオサロンと2002年度年次大会、2002年度福祉工学シンポジウム、他の企画立案を進めています。

**A. バイオサロン** 78期技術委員会企画と同様に部門講演会開催時期に合わせた第18回バイオサロン（平成14年3月4日、東京大学）と、新旧合同運営委員会に合わせた第19回バイオサロン（平成14年4月初旬）を予定しています。詳細は決まり次第、会告またはホームページ <http://www.jsme.or.jp/bio/>でお知らせします。

**B. 2002年度年次大会** 2002年9月25日～27日に東京大学で開催される年次大会において、バイオエンジニアリング部門では以下の企画を予定しています。

**B.1 国際シンポジウム** 立石哲也（東京大学）先生を企画代表者に、「細胞のバイオメカニクスと再生医工学」をテーマに国際シンポジウムの開催を予定しています。

**B.2 先端技術フォーラム** 機械力学部門との共催で「医療・福祉とメカトロニクス」をテーマに人工臓器や高機能義肢、手術支援ロボット等に関する最先端の研究開発事例等の報告を企画中です。

#### B.3 他部門共催オーガナイズドセッション

- ・生体医用熱工学・熱技術（熱力学部門共催）  
オーガナイザー：石黒 博（九州工業大学）  
山田幸生（電気通信大学）  
高松 洋（九州大学）  
氏平政伸（北里大学）
- ・生物・生体関連の流体工学（流体力学部門共催）  
オーガナイザー：山口隆平（芝浦工業大学）  
山根隆志  
（産業技術総合研究所）  
早瀬敏幸（東北大学）  
大島まり（東京大学）
- ・生体材料力学とその応用（材料力学部門共催）  
オーガナイザー：原 利昭（新潟大学）  
田中正夫（大阪大学）  
本間恭二（電気通信大学）
- ・生物の運動機能／バイオメカニクスとバイオメカニクス／バイオロボティクスとバイオメカトロニクス（ロボティクス・メカトロニクス部門共催）  
オーガナイザー：森川裕久（信州大学）  
高野泰育（滋賀県立大学）  
小林俊一（信州大学）

#### B.4 部門単独オーガナイズドセッション

- ・診断・評価への応用を目指した生体組織の力学特性計測  
オーガナイザー：松本健郎（東北大学）  
小池卓二（東北大学）  
小沢田正（山形大学）  
入江 隆（高知大学）
- ・医療におけるバイオトライボロジーの新展開  
オーガナイザー：中西義孝（大分大学）  
北野利夫（大阪市立大学）  
富岡 淳（早稲田大学）
- ・生体組織・器官の個体別モデリング  
オーガナイザー：伊能教夫（東京工業大学）  
日垣秀彦（九州産業大学）

**C. 2002年度福祉工学シンポジウム** 2001年8月7日に東京大学本郷キャンパスで開催された福祉工学シンポジウム（機械力学部門とバイオエンジニアリング部門の共催）を継続して、第2回は機械力学部門とロボティクス・メカトロニクス部門の共催の下、

バイオエンジニアリング部門の主催として、大日方五郎（名古屋大学）先生を代表に企画を進めています。

**D. その他** 他学会との共催企画、企業と連携した福祉関連の講習会等を検討しています。部門企画に関してご意見等がございましたら下記までご連絡いただきますようお願いいたします。

**連絡先:** 企画委員会委員長 森本正治（〒700-0005 岡山市理大前 1-1 岡山理科大学工学部福祉システム工学科, Tel: 086-256-9785, Fax: 086-255-3611, E-mail: morimoto@are.ous.ac.jp） 同幹事 日垣秀彦（〒813-0004 福岡市東区松香台 2-3-1 九州産業大学工学部機械工学科, Tel: 092-673-5617, Fax: 092-673-5699, E-mail: higaki@ip.kyusan-u.ac.jp）

## 4. 分科会・研究会活動報告

### 高齢化社会に向けた福祉機械工学に関する研究分科会

主査 原 利昭（新潟大学）  
幹事 但野 茂（北海道大学）

日本では高齢化がますます進み、国民総人口に対する65歳以上の人口割合が21%を超える"超高齢社会"に移行しようとしています。社会的な環境の整備は必ずしも十分とは言えず、特に高齢者が「自立」し得る生活環境を最優先に考えるべきと指摘する人は少なくありません。そこで、工学技術者や研究者がこの様な社会的要請をどの様に受け止め、対処すべきか、またそれによって何が可能になるかを調査、研究することを目的として、1998年6月に本分科会の設置が認可されました。設置期間は平成10年度から3年間であり、大学、研究機関、民間企業、医療・福祉関係機関等に所属する24名の研究者・技術者が参加し、高齢者ライフを支援する観点からバイオメカニクス、医療工学、リハビリテーション工学、福祉情報工学などに基づく総合的な研究を行って参りました。通常の研究分科会とはやや異なり、全国各地の福祉、リハビリ、医療機関などの現状視察による実態調査を重視し、併せて高齢者の福祉に関わる研究動向を調査して機械工学の更なる社会貢献の方向性と可能性をも探求致しました。見学した施設等は次の通りです。

兵庫県立総合リハセンター、久留米大学リハセンター、日本自転車振興協会技術研究所、労災リハ工学センター、生命工学工業技術研究所、日立機械研究所、ウエルフェアテクノハウス札幌、奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科、特養老人ホーム「松風園」&「あかつか」(新潟)、ウエルフェアテクノハウス秋田鷹巣&鷹巣町ケアタウン、秋田大学機械工学科&地域共同研究センター。

第10回研究分科会を以て総括の場とし、沖縄万座

ビーチホテルに15名のメンバーが集い、来るべき高齢社会のために更なるサイエンスの導入とローテクからハイテクに至る様々な技術の応用が必要であることやバイオエンジニアリング部門が有する知的資源を十分に活用して社会に貢献すべきとする総括を行った。終わりに過去3年間の当研究分科会活動に対し、ご支援とご理解を賜りました皆様に心からの感謝と御礼を申し上げます。

### 計測と力学 - 生体への応用 - 研究会

主査 狩野 猛（北海道大学）  
幹事 但野 茂（北海道大学）

平成12年度は、下記の第23回研究会を北海道大学電子科学研究所で開催した。年末の慌ただしい時期にもかかわらず、全国から多数の先生方に参加して頂き、大変活発な討論・意見交換が行われた。

第23回研究会（日時：平成12年12月16日）

1. 超音波照射下における超音波造影剤気泡のふるまいの高速度カメラによる観察  
工藤信樹（北海道大学大学院工学研究科）
2. 筋駆動運動のモデリング - 多関節体と軟組織連続体への応用 -  
薦 紀夫（広島大学工学部）  
下澤楯夫（北海道大学電子科学研究所）
3. 熱雑音を手なずけた昆虫機械感覚器  
真島任史（北海道大学医学部）
4. 損傷膝靭帯におけるクリープ特性  
清水優史（東京工業大学大学院工学研究科）
5. 特徴有る動物の呼吸について

連絡先: 但野茂（〒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科機械科学専攻, Tel & Fax 011-706-6405, E-mail: tadano@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 山口隆美(名古屋工業大学)  
幹事 渡壁 誠(愛知県心身障害者コロニー)

平成 12 年度には以下のように第 20 回研究会を開催し、将来を担う若手研究者による硬組織・軟組織と血流に関する生体力学の講演と討論がありました。

また、幹事が山田 宏(九州工業大学)から渡壁誠(愛知県心身障害者コロニー)に交代し、新体制で研究会を運営していくこととなりました。今後とも皆様方のご支援をよろしくお願いいたします。

第 20 回研究会(平成 12 年 11 月 29 日)

場所:名古屋工業大学

1. 腰椎の計算バイオメカニクス - 脊椎分離症・脊椎分離迂り症の力学的観点からの検討 -  
山本創太(名古屋大学大学院工学研究科機械システム工学専攻), 田中英一, 渡辺祐貴
2. ヒト左室心筋壁運動の非侵襲的計測および解析  
稲葉忠司(三重大学工学部機械工学科), 徳田正孝, 佐脇 豊, 川崎信吾(松下記念病院), 紀ノ定保臣(岐阜大学医学部医療情報部)
3. 臨床医療現場への応用を考えた循環器病に関する計算流体力学的検討  
森大祐(名古屋工業大学大学院生産システム工学専攻), 大橋剛, 宮崎寿子, 福山恵介, 木村祐介, 早坂智明(理化学研究所), 山口隆美(名古屋工業大学生産システム工学専攻)

連絡先: 山口隆美(〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学大学院工学研究科生産システム工学専攻, Tel&Fax: 052-735-5049, E-mail: takami@pfsl.mech.nitech.ac.jp)

## 生体システム技術研究会

主査 村上輝夫(九州大学)  
幹事 澤江義則(九州大学)

当研究会では第 13 回研究会として、平成 12 年 10 月 28 日に九州大学国際ホールにおいて Biotribology FUKUOKA 2000 を開催した。これは平成 12 年 10 月 29 日より長崎ブリックホールにおいて行われた International Tribology Conference Nagasaki, 2000 (ITC Nagasaki, 2000)のサテライトフォーラムとして開催されたものであり、第 21 回バイオトライボロジシンポジウム(バイオトライボロジ研究会)との共催として行われた。この研究会には、英国 Leeds 大学の J. Fisher 教授、米国 Loma Linda 大学の I.C. Clarke 教授をはじめとする国内外のバイオトライボロジー分野における主要な研究者が出席し、この分野での最

新の研究成果と今後の展望について活発な討論が行われた。平成 13 年 6 月 29 日には、北九州市立大学国際環境工学部において第 14 回研究会を開催した。この研究会では、塚本寛先生をはじめとする九州工業大学大学院生命体工学研究科の先生方のお世話により、平成 13 年 4 月に新設された同研究科における生命体工学の目標・位置づけと具体的な研究活動内容についてご紹介いただいた。

第 13 回研究会(平成 12 年 10 月 28 日)

Biotribology FUKUOKA 2000 "Biotribology and Related Topics"

第 14 回研究会(平成 13 年 6 月 29 日)

1. 九州工業大学大学院生命体工学研究科の紹介  
塚本 寛(九州工業大学)
2. 細胞を測るためのバイオセンサ  
春山哲也(九州工業大学)
3. 生体に学ぶ MEMS と生体のための MEMS  
安田 隆(九州工業大学)
4. 障害者のための機能代行方法の紹介  
和田親宗(九州工業大学)
5. 低温熱技術利用における生物材料の応答  
石黒 博(九州工業大学)
6. 生体軟組織の力学的挙動に対するモデル化と解析  
山田 宏(九州工業大学)

連絡先: 澤江義則(〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院工学研究院知能機械システム部門, Tel: 092-642-3441, Fax: 092-631-4789, E-mail: sawa@mech.kyushu-u.ac.jp)

## 生物機械システム研究会

主査 池内 健(京都大学)  
幹事 富田直秀(京都大学)

生物機械システム研究会は分野にとらわれない幅広い話題提供を目的としている。今期もその趣旨に沿って、福祉、人間工学、細胞バイオメカニクス、組織バイオメカニクスから DDS, ナノマシンと多岐にわたるテーマに関しての講演が計画された。生物機械システム研究会の開催及び開催予定は以下のごとくである。

第 10 回研究会(平成 12 年 7 月 1 日)

主題: コンピュータ・マネキンの現状と展望

場所: 京都大学再生医科学研究所東館

オーガナイザー: 森本正治(岡山理科大学)

「コンピュータ・マネキンの歴史、現状、展望」

「コンピュータ・マネキンの人間工学分野での応用」

「自動車乗員の損傷低減のためのコンピュータシミュレーション」

「コンピュータ・マネキン Jack の概要紹介」

第 11 回研究会 (平成 13 年 10 月 13 日 (予定))

主題: 細胞と組織のバイオメカニクス

場所: 京都大学再生医科学研究所東館

オーガナイザー: 安達泰治 (神戸大学)

第 12 回研究会 (平成 13 年 12 月 1 日 (予定))

主題: 未定だが, 講演題目は「衝撃波を用いた DDS 法の開発と解析」「鞭毛運動による泳法の解析」「ノイズと分子機械」その他, マイクロナノマシン関係等を予定.

オーガナイザー: 玉川雅章 (京都大学)

連絡先: 池内健 (〒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 東館, Tel: 075-751-4139, E-mail: ikeuchi@frontier.kyoto-u.ac.jp), 富田直秀 (同, Tel: 075-751-4109, E-mail: ntomita@frontier.kyoto-u.ac.jp)

## 生物の運動に関する研究会

主査 森川裕久 (信州大学)

幹事 高野泰斉 (滋賀県立大学)

昨年 8 月末に 4 日間にわたり, ハワイ州ホノルルにある東海大学パシフィックセンターで, 生物の運動と自律システムに関する第 1 回アクアバイオメカニクス国際シンポジウム及びアクアバイオメカニクス日米セミナーが開催され, 本研究会のメンバーが多数参加し, 日米欧台湾の研究者らと活発な情報交換と交流を行った. また本年上半期までに 2 回の研究会を開催した.

第 3 回研究会 (平成 12 年 11 月 24 日)

場所: 信州大学繊維学部大学院棟 5F 会議室

1. ウニ精子鞭毛の運動により生起する微小流動の解析  
上村慎治 (東京大学)

2. カタツムリの腹足移動機構  
藤原綾潜 (信州大学大学院工学系研究科)

3. アザミウマの飛行メカニクス  
砂田茂 (機械技術研究所)

第 4 回研究会 (平成 13 年 3 月 21 日)

会場: 東海大学代々木校舎 2 号館 2341 教室

1. サケの母川回帰と嗅覚記憶  
佐藤真彦 (横浜市立大学)

2. ヤムシの行動と水流感覚  
後藤太一郎 (三重大学)

3. 3次元内部構造顕微鏡による生体試料の3次元構造の観察  
横田秀夫 (理化学研究所)

4. スズメガの飛翔運動の計測  
下山勲 (東京大学)

5. イルカはどのように餌を食べているのか?  
伊藤春香 (東京大学), 植田啓一 (国営沖縄記念公園水族館), 坂井建雄 (順天堂大学)

6. 屈曲形ヒレによる推進の数値計算 - 抵抗力につく側ヒレ周りの流れの検討  
戸田保幸, 杉口貴志, 福井啓太 (大阪大学)

7. 運動制御神経系の数学モデルとその応用  
張曉林 (東京医科歯科大学)

8. イルカ形水中推進機構の三次元方向制御に関する研究  
高橋良行, 中島求 (東京工業大学)

9. 太平洋クロマグロの遊泳に関する形態発育について  
服部亘宏 (近畿大学)

10. 人工クリオネの開発  
川上利男 (KWK 技術研究所)

連絡先: 森川裕久 (〒386 上田市常田 3-15-1 信州大学繊維学部機能機械学科, Tel: 0268-21-5444, Fax: 0268-21-5321 E-mail: hmorikw@giptc.shinshu-u.ac.jp)  
高野泰斉 (〒522-8533 彦根市八坂町 2500 滋賀県立大学工学部機械システム工学科, Tel: 0749-28-8383, Fax: 0749-28-8492, E-mail: takano@mech.usp.ac.jp)

## 制御と情報 - 生体への応用 - 研究会

主査 和田 仁 (東北大学)

幹事 早瀬敏幸 (東北大学)

昨年度の終わりに, 以下の講演会を開催しました.  
日時: 平成 13 年 3 月 15 日 (木) 13 時 30 分 ~ 15 時  
場所: 東北大学大学院工学研究科機械・知能系共同棟 6 階会議室

講師: Natacha DePaola, Associate Professor of Biomedical Engineering, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY 12180, USA

演題名: Endothelial Monolayer Remodeling in Steady and Pulsatile Disturbed Flow Fields

本年度は, 11 月上旬に「バイオメカニクス」に関する講演会を予定しています.

連絡先: 和田仁 (〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 01 東北大学大学院工学研究科機械電子工学専攻, Tel: 022-217-6938, Fax: 022-217-6939, E-mail: wada@cc.mech.tohoku.ac.jp, WWW: http://www.wadalab.mech.tohoku.ac.jp/) 早瀬敏幸 (〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1 東北大学流体科学研究所, Tel & Fax: 022-217-5253, E-mail: hayase@ifs.tohoku.ac.jp WWW: http://www.reynolds.ifs.tohoku.ac.jp)

## 個別モデリング研究会

主査 伊能教夫(東京工業大学)  
幹事 日垣秀彦(九州産業大学)

本年4月より発足した「個別モデリング」研究会の活動状況について紹介致します。

研究会の趣旨は以下の通りです。生体組織，器官さらには個体全体の挙動を数値シミュレーションで探る研究は，バイオメカニクス分野の大きな柱となっている。最近では，X線CTやMRIなどの三次元画像データを活用して，対象物体を個別にモデル化してシミュレーションを行う研究が始まっている。しかしながら，個別モデリング手法はまだ著についた段階であり，検討しなければならない課題が多く残されている。たとえば，画像データの取り扱い，各種モデリング手法の性能評価，材料定数(ヤング率，ポアソン比など)の設定法などである。これらの課題を本研究会で議論し，解決すべき問題点を整理していきたい。本研究会は，上記の趣旨に賛同していただいた30名の委員で構成しています。委員は，全国に分布しているため，研究会の開催場所と期日は，基本的にバイオエンジニアリング関連学会に同期して行いたいと考えています。

第一回目は，九州産業大学で4月14日に開催されました。研究発表は，以下の3人の方々をお願いしました。

1. 臨床現場で得られるMRI画像に基づく胸部大動脈瘤の3次元有限要素モデリング  
松本健郎(東北大学)
  2. バイパス手術を施した血管の実形状に基づく流れの数値流体解析  
和田成生(北海道大学)
  3. WindowsPCで稼動する高速ポリウムレンダリングビューワー  
清水聡氏(ケイジーティー)
- 講演の後，個別モデリングに関するフリーディスカッションを行い，非常に活発な意見交換が行われ，関心の高さを実感すると同時に解決しました。次回は，今秋，名古屋工業大学で開催されるバイオエンジニアリング学術講演会秋期セミナーの前日(10月26日，午後3時から名古屋工業大学3号館2階M3教室にて)に開催予定です。講演発表予定者と題目は以下の通りです。
1. Voxel-to-element法によるラット尾椎のリモデリングにおける応力解析  
日垣秀彦(九州産業大学)
  2. 臨床応用のための循環器系の計算力学モデリング  
劉 浩(理化学研究所)
  3. 衝突傷害解析用人体モデル"THUMS"の開発と応用  
三木一生(豊田中央研究所)
- また，熱の入ったフリーディスカッションも予定しておりますので，よろしくご出席のほどお願い致します。

## こ 案 内

JSME International Journal 販売のご案内

本Journalは機械工学に関する研究成果を世界に知らせることを目的に，1987年1月より新編集方針に基づき装いを新たに発行した結果，英文の質や内容については内外より非常に高い評価を得つつあります。

つきましては，2001年12月号で下記の編集内容により特集号を発行いたしますのでぜひご購入いただきご活用下さるようご案内いたします。

### 「Bioengineering」特集号

- 2001年12月号, Series C, Vol. 44, No. 4 -

#### (1) 編集内容

本特集号は，日本機械学会バイオエンジニアリング部門のメンバーの研究を中心として，あらたに募集した投稿論文および日本機械学会論文集既掲載論文を厳選して，あらたに英文に翻訳された論文から，通常の校閲を経て採択された原著論文を編集したものである。内容としては，生体力学，生体工学に関連する広範な分野を含み，我が国におけるバイオエンジニアリングの最先端を網羅するものとなっている。したがって，本特集号はバイオエンジニアリング分

野の研究者ばかりでなく，関連する諸分野，あるいは，今後この分野の研究を実施する可能性のある研究者・技術者にとって，必読の文献となる。なお，本号は，1999年9月号，Series C, Vol.42, No.3 並びに 2000年12月号，Series C, Vol.43, No.4 に続く企画であり，今後も継続的な発行が検討されている。

#### (2) 価格

会員特価 3 000円(送料 100円)  
定 価 3 360円(送料 100円)

#### (3) 発行日

2001年12月15日(土)

#### (4) 申込方法および申込先

##### 申込方法

A4判用紙に「JSME International Journal Series C, Vol. 44, No. 4 (2001年12月号) 購入」と標記し，会員No.，氏名(ふりがな)，送付先，電話番号をご記入の上，下記までお申し込み下さい。なお，1999年，2000年の特集号に関しても同様の方法でお申し込みいただけます。

##### 申 込 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  
電話(03)5360-3500(代表) / FAX(03)5360-3507



## 5. 研究室紹介

### 株式会社 豊田中央研究所 人体モデリング研究室

三木 一生

〒480-1192 愛知県長久手町

Tel: 0561-63-4173, Fax: 0561-63-6119

E-mail: kazuo-miki@mosk.tytlabs.co.jp

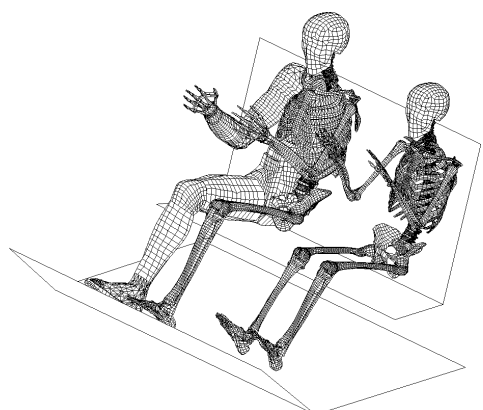
「衝突傷害解析用人体モデル “THUMS”」

我々の研究室では、交通事故死傷者数低減を目標に、衝突時の乗員や歩行者の傷害発生メカニズム解明のための基礎研究を実施しています。その一環として交通事故傷害を計算機で予測・再現する技術の開発を実施しています。具体的には

- 1)交通事故傷害の実態調査・解析
- 2)人体の材料強度・破壊特性
- 3)衝突傷害解析用人体シミュレーションモデル
- 4)シミュレーションモデルの実験検証（生体計測技術）
- 5)試験用ダミーの開発・計測技術

を主な研究テーマとして客員研究員や Medical Doctor を含めてフルタイムメンバ 17 人で取り組んでおります。

上記の 1)は ITARDA（交通事故総合分析センタ）等の交通事故調査機関と共同で、2)は国外の研究機関と共同で研究を進めています。特に 2), 4)に関しては衝撃力に対する人体耐性の研究が必要不可欠であり米国の Wayne State 大学に研究者を派遣するなどして国内で実施が困難な屍体を用いたインパクトバイオメカニクスの研究に取り組んでいます。また、生体の計測技術開発も手掛けており、これまでに膝の靭帯の緩みを計測する装置や脊柱の変形状況を計測する装置等を開発してきました。上記の 3)に関しては下図: [http://www.tytlabs.co.jp/office/library/lib\\_01/panelthums.html](http://www.tytlabs.co.jp/office/library/lib_01/panelthums.html) をご覧下さい。現在、内臓や脳の軟組織のモデルや種々の体型や年齢の THUMS ファミリを開発中です。これらは、医学と工学の境界領域の研究テーマで、医療機関との連携が必要不可欠です。機械学会バイオメカニクス部門での活動を通じて工学分野のみならず医学分野の先生方とより密接な関係の構築が図れるようにと願っております。



THUMS ファミリ (標準体型成人男性と小柄な女性)

### 理化学研究所 情報基盤技術部 情報環境室 生体力学シミュレーション研究プロジェクト 器官の損傷・治療シミュレーションチーム

横田 秀夫

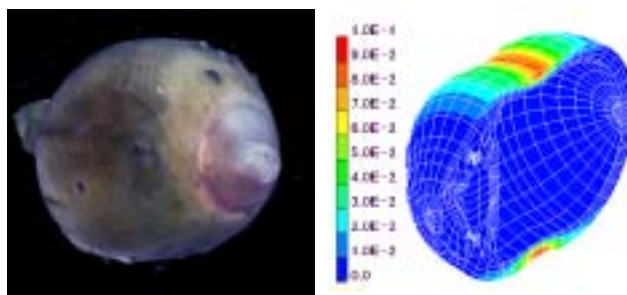
〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2 - 1

Tel: 048-467-7951, Fax: 048-467-8705

E-mail: hyokota@riken.go.jp

理化学研究所では平成 11 年より 5 年計画で「生体力学シミュレーション研究プロジェクト」を発足し、今年度で 3 年目になります。本プロジェクトでは、生体の構造と機能について、厳密な力学モデルをつくりあげ、それから得られる複雑な大規模な方程式を高速で解き、その結果を見たり、感じたりすることが可能な統合システムを開発することを目指しています。プロジェクトは、器官の損傷・治療シミュレーションチーム、運動器系シミュレーションチーム、循環器系シミュレーションチームの 3 つのチームで構成されています。筆者の所属する「器官の損傷・治療シミュレーションチーム」では神戸大学固体力学研究室、東邦大学第 2 眼科、東京大学樋口研究室等と共に、軟組織と硬組織を対象として、外力を受けた際の力学的な変形・再構築について主に FEM を用いた解析手法の開発を行っています。また、個人の器官や組織の形態・機能をモデリングすることを目的に、ディジタイジング手法や 3 次元形状モデリング手法の開発、生体組織の力学データ取得手法の確立なども行っています。

具体的な目標としては、軟組織では、眼球に対する力学的な外力が働いた際の眼球および周辺の反応や網膜剥離手術の術前シミュレーションを目指しています。硬組織では、骨の再構築のシミュレータの開発を通じて、骨のリモデリングによる力学的適応のメカニズムの解明と共に、骨に装着するインプラント等の形状の最適化、術前シミュレータの開発等を目指しています。



人眼球の立体構築画像

輪状締結手術下における  
応力分布

## 6. 部門組織

### 運営委員会 (\*印は幹事会構成員)

部門長 \*佐藤 正明 (東北大学)  
副部門長 \*田中 英一 (名古屋大学)  
幹事 \*高久田和夫  
(東京医科歯科大学)  
運営委員 安達 泰治 (神戸大学)  
石黒 博 (九州工業大学)  
伊能 教夫 (東京工業大学)  
牛田多加志 (東京大学)  
小野古志郎  
(日本自動車研究所)  
坂本 二郎 (金沢大学)  
佐久間 淳 (山口大学)  
田川 善彦  
(久留米工業大学)  
竹森 利和 (大阪ガス)  
\*但野 茂 (北海道大学)  
\*立石 哲也 (東京大学)  
\*田中 正夫 (大阪大学)  
富田 直秀 (京都大学)  
中村 雅英 (秋田大学)  
\*原 利昭 (新潟大学)  
日垣 秀彦 (九州産業大学)  
前野 隆司 (慶応義塾大学)  
三木 一生  
(豊田中央研究所)  
三宅 亮 (日立製作所)  
\*森本 正治 (岡山理科大学)  
矢野 澄雄 (神戸大学)  
\*山口 隆美  
(名古屋工業大学)  
山本 憲隆 (立命館大学)  
渡辺 紀徳 (東京大学)  
和田 成生 (北海道大学)

### 代議員 (運営委員会構成員以外)

大島 まり (東京大学)  
鳶 紀夫 (広島大学)  
野方 文雄 (岐阜大学)  
牧 敦 (日立製作所)  
圓尾 樹生 (日機装)  
山内 教世 (コアフロー  
テクノロジーズ)  
山口 隆平 (芝浦工業大学)  
横堀 寿光 (東北大学)  
劉 浩 (理化学研究所)

### アドバイザーボード

赤松 映明 (摂南大学)  
阿部 博之 (東北大学)  
大場 謙吉 (関西大学)  
清水 優史 (東京工業大学)  
立石 哲也 (東京大学)  
棚沢 一郎 (日本大学)  
谷下 一夫 (慶応義塾大学)  
土屋 喜一 (早稲田大学)  
林 紘三郎 (大阪大学)  
松崎 雄嗣 (名古屋大学)

### 総務委員会

委員長 但野 茂 (北海道大学)  
幹事 石黒 博 (九州工業大学)

### 企画委員会

委員長 森本 正治 (岡山理科大学)  
幹事 日垣 秀彦 (九州産業大学)  
委 員 石原 外美 (富山大学)  
伊能 教夫 (東京工業大学)  
大日方五郎 (名古屋大学)  
高野 泰斉 (滋賀県立大学)  
中川 昭夫 (兵庫県リハビリ  
テーションセンター)  
松本 健郎 (東北大学)  
森川 裕久 (信州大学)

### 広報委員会

委員長 田中 正夫 (大阪大学)  
幹事 和田 成生 (北海道大学)  
委 員 安達 泰治 (神戸大学)  
小林 俊一 (信州大学)  
坂本 二郎 (金沢大学)  
竹森 利和 (大阪ガス)  
東藤 正浩 (大阪大学)  
中西 義孝 (大分大学)  
圓尾 樹生 (日機装)  
鷲尾 利克  
(産業技術総合研究所)

### 国際委員会

委員長 原 利昭 (新潟大学)  
幹事 安達 泰治 (神戸大学)  
委 員 石黒 博 (九州工業大学)  
酒井 直隆 (宇都宮大学)  
坂本 二郎 (金沢大学)  
笹川 和彦 (弘前大学)  
田辺 裕治 (新潟大学)  
中西 義孝 (大分大学)

松本 健郎 (東北大学)  
山本 憲隆 (立命館大学)  
山本 創太 (名古屋大学)  
和田 成生 (北海道大学)  
顧問 谷下 一夫 (慶応義塾大学)  
山口 隆平 (芝浦工業大学)

### 第一技術委員会(第14回バイオエンジニアリング講演会担当)

委員長 立石 哲也 (東京大学)  
幹事 牛田多加志 (東京大学)  
委 員 伊能 教夫 (東京工業大学)  
井街 宏 (東京大学)  
梅津 光生 (早稲田大学)  
大島 まり (東京大学)  
清水 優史 (東京工業大学)  
高久田和夫  
(東京医科歯科大学)  
高戸 毅 (東京大学)  
谷下 一夫 (慶応義塾大学)  
土肥 健純 (東京大学)  
中尾 政之 (東京大学)  
中村 耕三 (東京大学)  
久田 俊明 (東京大学)  
福林 徹 (東京大学)  
光石 衛 (東京大学)  
宮永 豊 (筑波大学)  
山田 幸生 (電気通信大学)  
山根 隆志  
(産業技術総合研究所)

### 第二技術委員会(第12回バイオエンジニアリング学術講演会・秋季セミナー担当)

委員長 山口 隆美 (名古屋工業大学)  
幹事 三木 一生 (豊田中央研究所)  
委 員 池田 忠繁 (名古屋大学)  
加藤 千春 (豊田中央研究所)  
佐野 明人 (名古屋工業大学)  
田中 英一 (名古屋大学)  
野方 文雄 (岐阜大学)  
藤本 英雄 (名古屋工業大学)  
松崎 雄嗣 (名古屋大学)  
森本 正治 (岡山理科大学)  
山本 創太 (名古屋大学)

### 事務局

増田 一夫  
(日本機械学会事業課)

### 編集後記

今期より部門組織が変更になりました。これまでの技術委員会が、部門講演会を担当する第一技術委員会、第二技術委員会と、部門講演会以外の企画全般を担当する企画委員会とに編成替えとなり、近い将来の国際会議主催を見据えた国際委員会も新たに設置された強力な布陣です。構造改革のなかで、広報委員会の役割は変わってありませんが、このニュースレターとウェブページとの二頭立てで、皆様の情報交換に貢献していきたいと思っております。登録メンバーに有用な情報を広く募集しております。お問い合わせ等は、広報委員会(委員長または幹事)まで。

### Bioengineering News No. 30

平成13年9月15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 田中正夫 tanaka@me.es.osaka-u.ac.jp

幹事 和田成生 wada@bfd.es.hokudai.ac.jp

事務局 増田一夫

(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