

B & R



日本バイオロロジー学会
<http://www.biorheology.jp>

日バイレオ誌 (B & R, 電子版) 第23巻 第1号
J. Jpn. Soc. Biorheol. 23(1) (2009)

日本バイオレオロジー学会誌 (B & R, 電子版)
第 23 巻, 第 1 号, 2009

目 次

παντα ρει	・・・・・・・・・・ 望月 精一・・・・・・ 1	(1)
解説		
血小板と血小板代替物のマイクロバイオレオロジー	・・・・・・・・・・ 谷下 一夫・・・・・・ 2	(2)
研究室紹介		
早稲田大学梅津研究室におけるもう 1 つの EBM: ENGINEERING BASED MEDICINE の推進	・・・・・・・・・・ 岩崎 清隆, 梅津光夫・・・・・・ 7	(7)
学生会員のページ		
芝浦工業大学・生体組織工学研究室での試み	・・・・・・・・・・ 川崎 那緒人・・・・・・ 10	(10)
年会開催記		
第 32 回日本バイオレオロジー学会年会を開催して	・・・・・・・・・・ 土橋 敏明・・・・・・ 12	(12)
総会報告		
	・・・・・・・・・・ 谷下 一夫・・・・・・ 14	(14)
岡小天賞審査報告		
第 6 回岡小天賞	・・・・・・・・・・ 土橋 敏明・・・・・・ 20	(20)
会告・行事予定		
平成 22 年度日本バイオレオロジー学会岡小天賞候補者推薦のご案内		
平成 22 年度日本バイオレオロジー学会論文賞応募のご案内		
第 4 回バイオレオロジー・リサーチ・フォーラム案内		
第 5 回バイオレオロジー・リサーチ・フォーラム案内		
第 33 回日本バイオレオロジー学会年会案内		
第 6 回バイオレオロジー・リサーチ・フォーラム案内		
	・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21	(21)

電子版 B&R 誌の発行

望月 精一*

電子版の第1号の発行となりました。和文誌が昨年（平成20年）までで終了となり、今年から英文誌へ移行しましたが、やはり会員誌としての役割を担うものを残すべきとのご意見を多く頂き、この度の電子版発行に至りました。学会活動の報告、会員向けの年会やフォーラムなどの情報、会員間の情報交換などを通して学会の活性化に繋がたいと考えています。編集委員会に若手の先生方にもお入り頂き、いろいろと議論を重ねて参りました。その中で、これまでになかった記事としまして、「学生会員のページ」を設け、若い方々の参加を促すきっかけ作りをさせて頂こうと考えております。さらに、投稿頂ける原稿としては、「解説」と「ノート」を対象とし、その他、書評、研究（室）紹介、各種行事の予告などをカバーすることとしました。英文誌への投稿は勿論ですが、電子版にふさわしい原稿をご投稿頂ける方々は是非ご協力ください。投稿規定と原稿作成のためのテンプレートは、学会ホームページにアップさせて頂きます。まず、年2回の予定で発行し、状況に応じて見直すことにしております。

では、電子版が皆様方の本学会での活動の一助となりますよう、委員の先生方と共に精一杯努めさせて頂きます。ご協力のほどよろしくお願い致します。なお、電子版で取り上げたら良いと思われるトピックスがございましたら、ご連絡頂けますようお願い致します。

*川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床工学科 [〒701-0193 岡山県倉敷市松島 288]

血小板と血小板代替物のマイクロバイオリロジー

谷 下一夫 *

Micro-biorheology of Platelet and its Substitute

Kazuo TANISHITA

*慶應義塾大学 理工学部 システムデザイン工学科 [〒223-8522 横浜市港北日吉 3-14-1]

Department of System Design Engineering, Keio University

3-14-1 Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama-shi, Kanagawa

[Received: November 4, 2009]

The concentration of platelet becomes maximum near the vessel wall in the blood flow, and this is referred to as the “Near Wall Excess, NEW.” This excessive concentration of platelet near the wall plays a major role for the hemostasis process, and this concentration occurs by the repetitive interaction with red blood cells. In order to make the clinical application of artificial platelet successful, we need to know the microscopic motion of platelet or its substitute in the blood flow and to explore the way how to achieve the NWE of platelet. In this review, we will have a literature survey of the previous studies on the microscopic motion of platelet.

Key Words: platelet, micro-motion, biorheology, blood flow

1. はじめに

血小板の止血機構は、生化学現象であると同時に物理現象であり、血小板の微視的な運動が統合された結果として生じている。従って、血小板の止血機構を明らかにするためには、血小板表面に出現している種々の糖タンパクの粘着性の生化学的な側面と同時に血小板の微視的な運動と凝集過程という物理的な側面を明らかにすることが極めて重要である。近年、人工血小板の実用化が臨床医学の分野で要望されているが、臨床応用可能な人工血小板をデザインするためにも人工血小板の微視的な振る舞いを解析することが重要となる。そこで、本稿では血小板及び人工血小板の血流中での微視的な振る舞いに関して、これまでの研究成果を概観する。

2. 血小板の血流中の濃度分布の偏り

血流中での血小板の微視的な振る舞いに関しては、*in vivo*¹⁻²⁾および*in vitro*³⁻⁸⁾実験による観察が行われおり、血小板あるいは血小板と同じ大きさのラテックス粒子の濃度分布が、壁の近くに偏るという (Near-Wall Excess, NWE) 傾向が確認されている。

Tangelder ら¹⁾は、ウサギ腸間膜内細動脈 (径 21-35 μm) に acridine red を輸注して血小板を蛍光標識し、血管内の血小板分布を蛍光顕微鏡により測定した。そして、厚さ 5-7 μm の血管軸を含む薄い層を 6 つの領域において、高感度カメラの画像上で血小板の分布を調べた。その結果、壁近傍の濃度分布は、管軸付近の分布の約 2 倍を示すという結果を得ている。この現象は血小板と壁面および血小板同士の相互作用が促進されるため、特に血小板の粘着及び凝集機能が効率良く働くために重要な特徴である。

Woldhuis ら²⁾は、同様の手法を用いてウサギ腸間膜内の細動脈および細静脈 (15-33 μm) における血小板濃度分布をさらに詳細に測定し、両者を比較した。測定領域を管径方向に沿って 20 分割し、平均濃度で規格化した血小板濃度分布を調べたところ、管軸近傍では細静脈が細動脈の約 2 倍の分布を示していたのに対し、壁面近傍では細動脈の方が高濃度であることがわかった。彼らはこの結果に対して、せん断速度の違いによるものではなく、血小板の配向性あるいはヘマトクリットの違い、内皮細胞の特性の違いに起因するだろうとしている。また、白血球の

壁上のローリングをデキストラン硫酸塩で抑制し、血小板の濃度分布が壁面の白血球に影響を受けないことを確認している。

このような *in vivo* での観測では、血管を取り巻く環境が複雑で影響要因の識別が困難であるため、条件設定を明確に出来る *in vitro* 実験による観測も行われた。Tiles と Eckstein³⁾は、ヒト洗浄赤血球と蛍光ラテックス粒子を用いて、ガラス管内の粒子の濃度分布を測定し、粒子濃度の壁付近への偏りの様子を調べた。彼らの実験では、血小板の反応性を除去して考えるため、ラテックス粒子を用いた。Hct=0 では、粒子の濃度分布の偏りは生じない。ところが、Hct=15%以上で、偏りが現れており、赤血球の存在が粒子の濃度分布の偏りに重要な役割を演じていることが分かる。次にせん断依存性を示す結果では、粒子の分布の偏りはせん断速度が 430 sec^{-1} 以上で生じている。大変興味深い点は、分布の偏りが生ずるせん断速度では、赤血球が剛体的な振る舞いから変形する液体の振る舞いに移行する部分に相当する。段階的な半径方向の移動は後述するが、衝突の結果である。さらに粒子の大きさも重要な要因である⁴⁾。ここで注目すべきは、 $1 \mu\text{m}$ 以下では分布の偏りは生じていない。粒子の大きさが $2.2\text{--}5.2 \mu\text{m}$ の範囲で明確な偏りが生じている。赤血球との関わりが中心ではあるが、ちょうど血小板の大きさで偏りが生じているという結果は、血管内での止血機能を果たすために適切な大きさとして存在しているということになる。

Aarts ら⁵⁾は、血小板と赤血球ゴースト(ヘモグロビンを除去したもの)を懸濁した Hepes 緩衝溶液を内径 3 mm のガラス管に灌流した。そして、Laser-Doppler 法を用いて赤血球ゴースト及び血小板の管径方向分布を測定した。その結果、血小板は壁面近傍に集中して分布した。ヘマトクリット値を大きくすると、赤血球ゴーストの軸集中は進み、それに伴い血小板の壁面への濃度分布集中の傾向が強くなった。また、せん断速度を上昇させた場合も、ヘマトクリット値を大きくさせた時と同じように血小板の壁面近傍の濃度上昇が観察された。しかし、Aarts らは、ヘマトクリットやせん断速度が高まったことによる、血小板の壁面への粘着の増加は、壁面における血小板の濃度上昇による拡散だけでは十分説明できず、流れ場にある赤血球の回転運動によって更に、その拡散が助長されていると考えた。

Yeh ら⁶⁾は、血小板のモデルとして径 $2.5 \mu\text{m}$ の蛍光性ラテックス粒子を混入させた赤血球懸濁液

(beads の濃度は $1.5\text{--}2.2 \times 10^5 / \text{mm}^3$) を、径 $220 \mu\text{m}$ 程度のポリエチレン管に灌流させ、さまざまなヘマトクリット、せん断応力に対する粒子の濃度分布を調べた。測定方法は、まず液体窒素で円管を懸濁液ごと凍らせ、マイクロトームで切り出した測定部位を蛍光顕微鏡で観察し、さらにその視野を画像に取り込んだ。粒子像の重心と壁の最短距離を集計し、粒子の分布を測定した。ヘマトクリットの上昇に伴い、分布のピークが壁に寄る傾向は強くなった。また、せん断速度に関しても、せん断速度の違いにより濃度分布ピークの大きさが変わるものの、せん断速度が大きくなれば、必ずしも濃度分布のピークが壁によるというような関係は見られなかった。これらの他にも同様な傾向が *in vitro* 実験によって示されている⁷⁻⁹⁾。

これらの *in vivo*, *in vitro* 実験による結果では、血小板或いは血小板を模擬した微粒子の運動は、赤血球との相互作用によって管壁付近に偏りが生ずるというもので、血小板単独にはそのような偏りは生じない。管壁付近への偏りが血小板の粘着や凝集を容易に導入するものであるという合目的性があるとすれば、血小板の止血機構は赤血球との相互作用が本質的に重要である。

3. 赤血球の偏りとの関わり

赤血球の個々の粒子の存在の影響は管半径が小さくなると顕著になってくる。例えば、管内径が 0.5 mm 以下になると、次第に赤血球一個一個の存在による影響が浮き上がり、血液が一樣な流体と見る事が困難となる。とくに、比較的流量が大きく、管内径が約 $200 \mu\text{m}$ 以下になると、血液の見かけの粘性係数が管内径の減少に伴って低下する¹⁰⁾。ところが管内径が $4\text{--}6 \mu\text{m}$ 以下になると赤血球が単に押しつぶされることになり、逆に粘性係数が増加する。この現象は、フォーレウス・リンドクヴィスト効果として広く知られている。赤血球が管壁の近くから管軸の方向に移動し、管壁の近くには血漿のみの層 (plasma layer) が生ずるために、このような効果が現われると考えられる。この血漿のみの層の存在が血小板の分布の偏り (NWE) と深く関っており、赤血球が管壁から離れると、同時に血小板を管壁に押しやるような効果が生じている (margination)。血小板を管壁側に押しやるような現象が、血小板粘着を生じるために重要な役割を果たしているが、その詳細に関しては不明な点が多いが、最近、実験によって多少詳細なプロセスが明らかになってきた。

血小板の管壁への追い出し効果(margination)は、赤血球の運動との関わりによって生じる事が実験的に明らかになってきた。さらに、この追い出し効果は、剪断速度、剪断応力、ヘマトクリット、血小板の大きさや濃度、血管の形状によって変化する。Zhaoら¹¹⁾は、剪断応力による影響を詳細に調べるために、極端に大きな剪断応力 200 Pa まで増加させて、血小板の偏りを観測した。ガラスによる矩形管(断面が、100 μm の正方形で、長さ 2 cm) 内における牛血の赤血球サスペンション溶液に、2 μm の大きさ(血小板相当)の蛍光色素でラベルしたポリスチレン粒子を流して、その微視的運動を観測した。特に、Zhaoらは、剪断応力による影響に着目して、剪断速度を一定にした状態で、デキストラン(40 kD)を添加して、粘性係数を高めて、剪断応力を高めたところ、壁への移動現象は、剪断応力が低い時と比べて、顕著に増加する事がわかった。しかしながら、デキストランによる効果よりも赤血球の影響の方がはるかに大きく、血小板と赤血球との衝突によって、徐々に血小板が壁際に追い出されると解釈出来る事がわかった。

そこで、血小板と赤血球とがどのような相互作用をしているかを明らかにする必要がある。AlMonaniら¹²⁾は、血小板と赤血球との相互作用の理論モデルを立てて、数値計算を行っている。赤血球は、変形する楕円体で、血小板を堅い球と見なして、剪断流れにおける微視的な運動の解析を行った結果、赤血球同士と赤血球と血小板との衝突が起きて、次第に血小板の位置が壁際によってくる。そこで、赤血球の大きさを半分にした所、血小板の壁側への移動が起きなかった。従って、赤血球と血小板の大きさは、剪断流れにおいて衝突しながら血小板が偏る微妙な大きさと言える。

4. 粒子の半径方向拡散

血小板が赤血球サスペンションの中で、継続的に衝突を繰り返しながら、半径方向に移動している様子は、粒子の濃度分布の偏りを解釈する上で極めて重要な情報である。GoldsmithとTuritto¹³⁾は、赤血球ゴーストを用いて、2 μm の大きさのラテックス粒子と血小板の軌跡を観測した。粒子や血小板の移動は、半径の位置で 0.5R と 0.8R の領域で移動量が最大となっている。さらに、粒子の移動の割合をブラウン運動による拡散現象からのアナロジーで以下のような半径方向拡散係数(dispersion coefficient)を定義した。

$$D_r = \overline{\Delta r^2} / (2\Delta t)$$

ここで、 $\overline{\Delta r^2}$ は、 Δt の時間における粒子の移動距離の二乗平均である。半径方向における変動を伴う移動は、その場所の局所の速度勾配(せん断速度)、粒子の濃度と変形性などに依存して、粒子同士の衝突の繰り返しによるものと解釈できる。GoldsmithとTuritto¹³⁾は、実験的に粒子の移動の様子を観測して、拡散係数を求めた。

5. 血小板粒子の運動のモデル

EcksteinとBelgacem¹⁴⁾は、血小板の輸送を対流拡散現象と捕らえる従来の概念を拡張し、確率的な挙動を示すdrift termを導入した(1)式。Jはfluxで、その添え字 r は管径方向成分を示し、 V_{drift} がdrift term で血小板の管径方向の速度成分を示す。Dは拡散係数、c は血小板濃度(添え字 fd は流れが十分に発達したことを表す)をそれぞれ示す。また、血小板数の保存則から $J_r=0$ となり(2)式のように表すことができる。

$$J_r = -V_{drift}c_{fd} - D \frac{dc_{fd}}{dr} \quad (1)$$

$$-\frac{V_{drift}}{D} = \frac{1}{c_{fd}} \frac{dc_{fd}}{dr} = \frac{d(\ln c_{fd})}{dr} \quad (2)$$

このようなモデルを用いて Ecksteinらは極めて興味深いシミュレーションを行っている。図1は、そのシミュレーション結果で、血管壁への粒子の粘着と粒子の変動がどのような影響を与えるかを調べた。まず、A は全ての粒子の不可逆的な粘着と半径方向の変動を考慮にいった結果である。それぞれの曲線は上から管の入り口から流入し、管の軸方向位置での分布を示している。Bの結果は、半径方向の変動を考慮しない分布で、粒子の濃度分布の偏りが見られていない。Cの結果は、半径方向の変動はAと同じであるが、壁への粒子の粘着はAほど強固でなく、Aの半分程度の粘着の壁としている。これらのA,B,Cの場合の壁に粘着した粒子の数を軸方向でプロットしたものがDである。Dの図で明らかのように、半径方向の変動が無い(即ち拡散がない)場合は、粘着する粒子が最も少ない。ところが、半径方向に変動があり、且つ強固な粘着をする壁Aでは、粘着する粒子が最も多い。特に管の入り口付近ではその

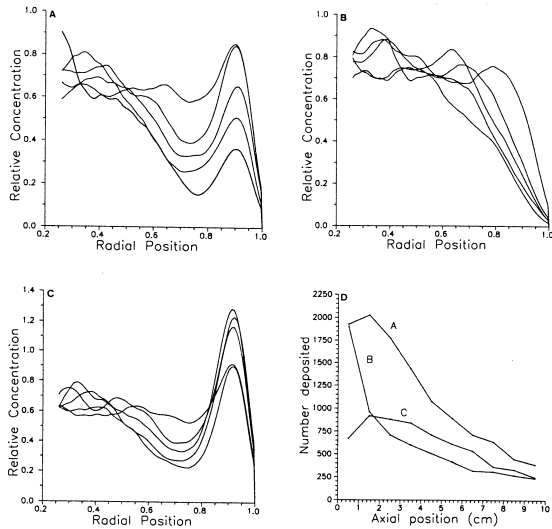


図1 血管壁への粒子粘着のシミュレーション¹⁴⁾

差が大きい。このシミュレーション結果は、血小板の血流中の運動と管壁への粘着との関わりを示しているという点で、極めて重要な意義を持っている。

6. おわりに

既に、幾つかの人工血小板のプロトタイプが開発され、その管壁における粘着のせん断依存性などの様子が明らかにしている¹⁵⁻¹⁷⁾。従って、血小板粒子が管壁に無事着陸して粘着するプロセスが繰り返されることで、壁面での凝集塊が成長し、止血効果が現れるためには、血流から如何に粒子を管壁面に送り込むかが重要なプロセスとなる。血小板粒子が赤血球が存在している血流中では、極めて特異な微視的な運動を展開しており、その特異な微視的運動により粒子が壁面に送り込まれ、壁への粘着現象を促進していることも解釈できる。従って、人工血小板が生体の血管内で血小板機能を代替するためには、単に人工血小板表面の糖タンパクの粘着性のみならず、血流中での赤血球との相互作用の結果生じる濃度分布の偏りと半径方向の拡散を如何に維持するかが極めて重要な課題となり、実験的なアプローチにより微視的運動の解明が進んでいる¹⁸⁻²⁰⁾。さらに、剪断速度だけではなく、剪断速度の勾配に応じて、血小板の凝集が生じるメカニズムをマイクロ粒子近傍の微視的な観察によって明らかにしている²¹⁾。従って、血小板の凝集は、流れによる剪断速度の構造に極めて鋭敏に反応する事が明らかになり、マイクロレオロジーによるアプローチが重要となっている。

文 献

1. Tangelder, GJ, Slaaf, DW, Teirlinck, HC, Alewijnse, R, Reneman, RS, Localization within a thin optical section of fluorescent blood platelets flowing in a microvessel, *Microvasc Res*, 1982; 23: 214-230.
2. Woldhuis B, Tangelder GJ, Slaaf DW, Reneman RS, Concentration profile of blood platelets differs in arterioles and venules, *Am J Physiol*, 1992; 262: H1217-H1223.
3. Tilles AW, Eckstein EC, The near-wall excess of platelet-sized particles in blood flow: Its dependence on hematocrit and wall shear rate, *Microvasc Res*, 1987; 33: 211-223.
4. Eckstein EC, Tilles AW, Millero FJ, Conditions for the occurrence of large near-wall excesses of small particles during blood flow, *Microvasc Res*, 1988; 36: 31-39.
5. Aparts PAMM, van den Broek SAT, Prins GW, Kuiken GDC, Sixma JJ, Heethaar RM, Blood platelets are concentrated near the wall and red blood cells, in the center in flowing blood, *Arteriosclerosis*, 1988; 8: 819-824.
6. Yeh C, Eckstein EC, Transient lateral transport of platelet-sized particles in flowing blood suspensions, *Biophys J*, 1994; 66: 1706-1716.
7. Bilsker DL, Waters CM, Kippenhan JS, Eckstein EC, A freeze-capture method for the study of platelet-sized particle distribution, *Biorheology*, 1989; 26: 1031-1040.
8. Waters CM, Eckstein EC, Concentration profiles of platelet-sized latex beads for conditions relevant to hollow-fiber hemodialyzers, *Artif Organs*, 1990; 14: 7-13.
9. Eckstein EC, Koleski JF, Waters CM, Concentration profiles of 1 and 2.5 μm beads during blood flow: hematocrit effects, *Trans Am Soc Artif Intern Organs*, 1989; 35: 188-190.
10. Gaehtgens P, Flow of blood through narrow capillaries: rheological mechanisms determining capillary hematocrit and apparent viscosity, *Biorheology*, 1980; 17: 183-189.
11. Zhao R, Kameneva MV, Antaki JF, Investigation of platelet margination phenomena at elevated shear stress, *Biorheology*, 2007; 44: 161-177.
12. AlMomani T, Udaykumar HS, Marshall JS, Chandran KB, Micro-scale dynamics of

- erythrocyte-platelet interaction in blood flow, *Ann Biomed Eng*, 2008; 36: 905-920.
13. Goldsmith HL, Tritto VT, Rheological aspects of thrombosis and haemostasis: basic principles and applications, *Thromb Haemost*, 1986; 55: 415-435.
 14. Eckstein EC, Belgacem F, Model of platelet transport in flowing blood with drift and diffusion terms, *Biophys J*, 1991; 60: 53-69.
 15. Ikeda Y, Murata M, Goto S, Von Willebrand factor-dependent shear-induced platelet aggregation: basic mechanisms and clinical implications, *Ann N Y Acad Sci*, 1997; 811: 325-336.
 16. Nishiya, T, Murata, M, Handa, M, Ikeda, Y, Targeting of liposomes carrying recombinant fragments of platelet membrane glycoprotein Ib α to immobilized von Willebrand factor under flow conditions, *Biochem Biophys Res Commun*, 2000; 270: 755-760.
 17. Takeoka, S, Teremura, Y, Ohkawa, H, Ikeda, Y, Tsuchida, E, Conjugation of von Willebrand factor-binding domain of platelet glycoprotein Ib α to size-controlled albumin microspheres, *Biomacromolecules*, 2000; 1: 290-295.
 18. Fujita, H, Tsuji, T, Tabata, T, Takeoka, S, Ikeda, Y, Tanishita, K, Motion of artificial platelet in the model arteriole, *Proc Summer Bioengineering Conference*, 2003; CD-ROM.
 19. Tsuji, T, Takeoka, S, Okamura, Y, Sudo, R, Ikeda, Y, Tanishita, K, Motion of polymerized albumin articles in a model arteriole in the presence of red blood cell, *J Biorheology*, 2009; 23: 29-34.
 20. Tanishita, K, Fujita, K, Tsuji, T, Tabata, T, Takeoka, S, Ikeda, Y, Observation of microscopic motion of artificial platelets in the model arteriole, *Proc IX Int Symp on Blood Substitutes*, 2003.
- Nesbitt WS, Westein E, Tovar-Lopez FJ, Tolouei E, Mitchell A, Fu J, Carberry J, Fouras A, Jackson SP, A shear gradient-dependent platelet aggregation mechanism drives thrombus formation, *Nat Med*, 2009; 15: 665-673.

早稲田大学梅津研究室におけるもう1つの EBM: ENGINEERING BASED MEDICINE の推進

岩崎清隆*, 梅津光生**

*早稲田大学 高等研究所 [〒162-8480 東京都新宿区若松町 2-2 TWIns 03C204]

**早稲田大学 創造理工学部総合機械工学科

*Waseda Institute for Advanced Study, Waseda University

**Dept. of Modern Mechanical Engineering, Waseda University

1. はじめに

早稲田大学梅津研究室では、機械工学を基盤として、医療への貢献を目指した学際領域研究を一丸となって推進している。梅津研究室は、学部は創造理工学部総合機械工学科、大学院は先進理工学研究科生命理工学専攻に属している。また、研究拠点としては、2007年に開設した新宿区の東京女子医科大学隣接地の通称ツイنز（図1）、正式には東京女子医科大学・早稲田大学連携先端生命医科学研究教育施設（両校の頭文字の“T”と“W”，および Joint Institution の Ins を組み合わせて TWIns）で研究を展開している。現在、博士課程7名、修士課程26名、学部4年生11名の計44名の学生と筆者ら梅津光生教授、岩崎清隆准教授と、銭逸客員教授、八木高伸助手、朴栄光助手、坂口勝久助手の約50名弱が15テーマを国内外の臨床医の先生方や研究者、そして医療機器メーカーと一緒に研究を推進している。

2. 研究内容の紹介

『Evidence Based Medicine』という言葉が医療従事者の間で広く認知されている。これは、これまでの臨床結果または必要な場合には新たな臨床研究を行い、それらのデータを疫学や統計学等を使ってできるだけ客観的に治療の安全性や有効性を明らかにして治療を行うことである。医療の安全・安心が叫ばれる中で、梅津研究室では非臨床で医療の安全性・有効性を実験的また解析的に評価する方法論の確立に関する研究を推進してきており、これをもう1つの

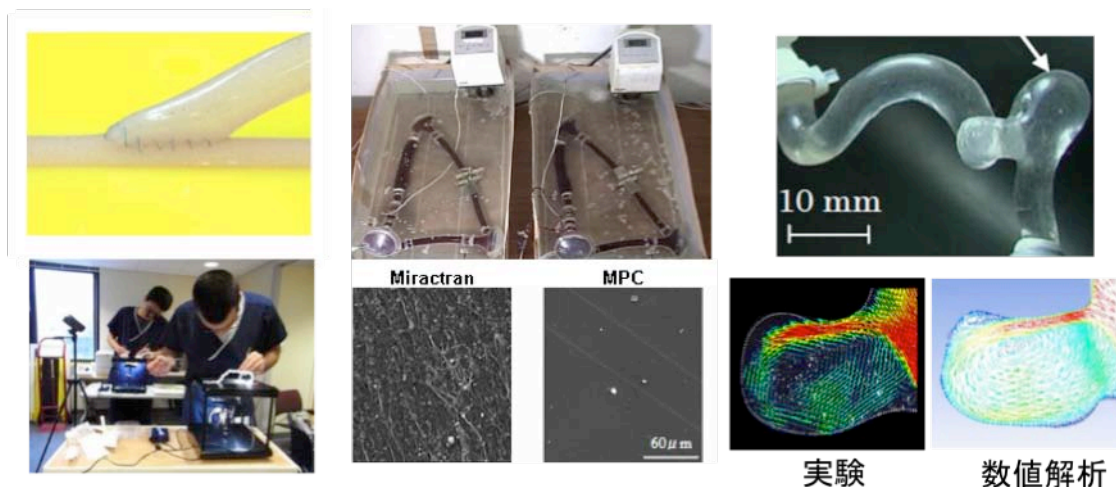
EBM『Engineering Based Medicine』と呼び始めている¹⁾。Randomized Controlled Trial（無作為比較対象試験）が行いにくく、また大規模臨床試験データを取得しにくい我が国において、実臨床を高度に再現したシミュレータを駆使して取得した定量的データを臨床現場に提供することで、Evidence Based Medicine にエンジニアが少しでも貢献できればと考えている。



図1 ツインズの全景



図2 梅津研究室の学生の間接発表での集合写真：東大名誉教授の井街宏先生など多くの先生に参加いただきコメントをいただいている。



(A) 血管モデル（上）による冠動脈バイパス手術トレーニング。定期的に計100回以上練習した医師では、顕著に縫合部の流れの圧力損失が減少することが判明。心臓拍動下での縫合練習が可能（下）。

(B) 抗血栓性を拍動流下で検証する装置を開発（上）。完全空気非接触で血液性状を保持。1時間の実験で、拍動型人工心臓にコーティングした2種類の材料の優劣を明確化することに成功（下）。

(C) 患者実形状の脳動脈瘤をCT画像から再構築し（上）、血流を実験及び数値解析の両面から比較検討。破裂した瘤では未破裂瘤と比較して瘤内のエネルギー損失が顕著に大きいことが判明。

図3 外科技能の定量評価，医療機器の効果の定量評価，医療情報の可視化評価の3本柱でもう1つのEBMを推進

具体的には，図3に示すように，(1)外科技能の研修支援や匠の技を定量化する外科技能評価技術の開発，(2)続々と日進月歩で開発されてくる治療機器の安全性・有効性を血行力学，耐久性，血液適合性の3つの面から統合的に検証する実臨床に適合した実験シミュレータの開発，(3)臨床診断画像等をもとに，解析・実験・生体モデリングを通じて医療情報を可視化する技術の開発の3つのテーマを行っている。

図3(A)は，冠動脈バイパス手術のトレーニング装置である²⁾。開胸時の手技スペースに合わせられるように装置が設計されており，また，心拍動下でバイパス手術の練習ができるようになっている。吻合後に冠循環シミュレータで実験的に圧力損失を計測でき，手技の出来栄を数値で示すことができる。図3(B)は，完全空気非接触でありながら生体内左心系の左心房圧のような低圧，および大動脈のような平均が100

mmHgで脈圧幅が40 mmHgといった拍動圧を1つの回路内で再現でき，実践的拍動血流下で人工臓器の抗血栓性を評価する試験回路である³⁾。新鮮血液にヘパリンを加えて血液活性凝固時間を人工心肺駆動時より低い240秒程度に保ったブタ血液で試験を行っている。この実験系でわずか1時間血液を循環させることで，拍動型人工心臓にコーティングした2種類の抗血栓性材料の効果の差異を比較検証できる。図3(C)は，東京慈恵会医科大学脳血管内治療部の村山雄一教授，高尾洋之医師との共同研究で患者の脳動脈瘤のCT画像をもとに，実形状の弾性脳動脈瘤を製作し，数値解析及びPIVによる流れの可視化の両面から破裂する脳動脈瘤に特徴的な血行力学的因子を検討する研究である⁴⁾。経過観察後に破裂した瘤では，未破裂瘤と比較して瘤内でのエネルギー損失が顕著に大きいことが明らかとなっている⁵⁾。

3. まとめ

早稲田大学梅津研究室とその研究を紹介させていただいた。すべて網羅することは紙面の都合上できなかったが、雰囲気伝われば幸いである。最近では、医師や社会人が大学院生として入学するケースもある。梅津教授の『壁を低く』をモットーに、学際領域研究に機械工学を基盤として果敢に挑戦している。

謝 辞

本紙面で紹介した研究は、厚生労働科学研究費補助金（H20—医工—一般—001）のご支援を得て行った。

文 献

- 1) 梅 津 光 生 : もうひとつの EBM: Engineering-Based Medicine, 日本医事新報, 2008; 4405: 1.
- 2) Park Y, et al: Quantitative evaluation for anastomotic technique of coronary artery bypass grafting by using in vitro mock circulatory system, Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS, 2007; 2705-2708.
- 3) Iwasaki K, et al: An inexpensive pulsatile blood pump: Fabrication strategies and in vitro reliable methodology to evaluate blood compatibility, Proceedings of the 11th International Conference on Biomedical Engineering, 2002; CD-ROM.
- 4) Kamoda A, et al: Biomedical engineering analysis of the rupture risk of cerebral aneurysms: Flow comparison of three small pre-ruptured versus six large unruptured cases, Proceedings of the 13th International Conference on Biomedical Engineering, 2008; 1600-1603.
- 5) Qian Y, et al: Computational risk parameter analysis and geometric estimation for cerebral aneurysm growth and rupture, Abstracts from the 2008 International Stroke Conference, Stroke, 2008; 39: 646.

芝浦工業大学・生体組織工学研究室での試み

川崎 那緒人*

生体組織工学研究室には大学院生7名（うち留学生1名）と学部生10名の計17名が在籍しています。大きな特色は全員が機械工学出身者であることで、この17名が18畳程度の部屋に押し込められて生体工学という新たな研究分野で悪戦苦闘しています。指導教員の工藤奨先生が芝浦工業大学で研究室を発足されてから8年目をむかえましたが、研究設備が整ってきたことに加えて博士課程に進学する学生や海外からの留学生、さらには他大の研究室からも学生が訪れるなど徐々に先端の研究を手掛ける準備が整ってきたと思います。

1. 研究内容—生体組織工学研究室の特色—

当研究室は血管の血流調節機構について明らかにすることを目標として活動しています。血流調節機構のような生体のメカニズムについて明らかにするためには分子・細胞レベル、組織レベル、生体レベルそれぞれのスケールでの検証が重要であると考え、それぞれのレベルで研究チームを編成し、並行して研究を進めています。例えば温度刺激による血管径の不規則な収縮・拡張について明らかにするために、生体内の血流量を生体計測によって測定するチームと血管内の細胞が放出する血管拡張因子の量を分子生物学的手法で測定するチームが存在しています。各チームのデータの関連について調査することで複雑な生体のメカニズムの解明を目指しています。

このように多様なスケールを扱う研究室の中で私は培養細胞内での分子の移動・拡散に着目して研究を進めています。血管内壁を覆う血管内皮細胞という細胞の中での物質移動・拡散が細胞機能に及ぼす影響について研究しています。いま着手している研究では細胞と血液の境界となる細胞膜の表面の物質の拡散が血流から受けるずり応力の影響を受けるかどうかについて調べています。細胞内の物質を観察

するために光転換型蛍光タンパク質という新しい蛍光タンパク質を使って物質の移動の軌跡を自由に可視化できるように工夫しています。

このように当研究室ではタンパク質活性測定などの生化学的分析や遺伝子工学を用いた生細胞イメージング、さらには生体計測などと多様な計測技術を併用することで異なるスケールで発生している生体内現象について調査できるように設備が整備されています。

2. 研究生活における苦勞と問題

機械工学は1つの現象を運動方程式の形で記述し、それを解くことで現象を理解する計算主体の研究です。しかし生体内の現象は運動方程式のような一般化ができない場合が多く、当研究室での実際の作業は複雑な現象を細分化して1つ1つ丁寧に実験、検証するというものです。これまで数式を解くことで答えを探してきた機械工学出身の学生がバイオ分野で研究するためには研究に対するスタンスを変える必要があり、多くの学生は苦勞します。ただこれには1つ良い点がありました。それは学問の壁を乗り越えることの抵抗感がなくなったことです。研究において多くの学問の複合的なアプローチを求められる昨今、当研究室での研究した経験は学生たちの後の人生に役立つのではないかと考えております。

ところで最近日常の研究に加えてさらに学生を苦しめることがあります。それは研究で疲弊した心身をリフレッシュする環境が無いことです。東京の豊洲という都会の雰囲気を持つ土地はリフレッシュしようにも物価は高く、心安らぐ自然もありません。運動の機会を求めて学校のバスケットコートに行くと、近所の子供たちに占領されていてなかなかチャンスはありません。多くの大学で見かける卓球台は人目につくので利用しにくく、結局、運動の機会に

*芝浦工業大学大学院機能制御システム専攻 [〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5]

も恵まれないのが現状です。大学側で何とかしてもらいたいところです。運動設備や自然を肌で感じられるような環境は研究者には必須であると切に感じるところです。

3. マレーシアの留学生から受けた刺激

冒頭でご紹介しましたが、当研究室には現在留学生が在籍しています。マレーシアから来日して5年目の女子学生ですが、日本語が堪能で日常のコミュニケーションはすべて日本語です。彼女はとても頭脳明晰で、なおかつ努力家です。そしてなにより困難にぶつかっても諦めない姿勢が彼女にはあります。ある時期に私と留学生の彼女の2人で実験をしていた時期がありました。その実験は培養細胞にせん断応力と温度刺激を加えた後にサンプルを回収しタンパク質の活性を測定するものですが、1系列6サンプルを取るためには朝から休まず手を動かしたとしても最低3日はかかるという割に泥臭い実験です。いつも先にバテてしまう私を、私よりもずっと体の小さな彼女が「がんばりましょうよ」と引っ張ります。なぜそんなに頑張れるのかを聞くと「だってしょうがないじゃないですか」と笑って言います。別の機会に同じ質問をすると、「神様の存在を信じていると、辛いこととかは神様がくれた運命なのかな、と思えて気が楽になるのですよ」と教えてくれました。こういった感性はとても素晴らしいと感じますし、いまの若い日本の学生に必要なことだと、是非見習って欲しいと思います。

イスラム教徒の習慣で毎年8月中旬から9月中旬にかけて断食（ラマダン）の習慣がありますが、今年ラマダンの直前に彼女が研究室で母国のマレーシア料理を振舞ってくれました。10人以上を用意する必要があったかと思うのですがとても慣れた様子でした。マレーシアの人はこういったもてなしを友人同士でよくやるそうです。とても色鮮やかで味も申し分なく、とても美味しく頂きました（写真1）。マレーシア料理は赤いものは少し辛く、緑色のもの

が特別辛いです。残念ながら辛いものが苦手な学生は手がつけれなかったようです。

4. 現在の新たな試み

2008年度より大学内に設置されている先端工学研究機構棟に工藤奨先生が代表でバイオトランスポートセンターが設立されました。このセンターは組織・細胞層以下のマイクロ・ナノレベルで生じる複雑な物質輸送機構を解明するため、生物学的手法に加えて工学的なアプローチを使って生体内輸送現象をとらえることをコンセプトにしています。機械工学、化学工学、電気・電子工学、材料工学を基盤として生物学、生体組織工学を統合した総合的な研究組織が組織されています。

さらには数年前からラットの脳スライスを使った脳組織内の血流調整機構の解明への挑戦も始まっています。機械工学から生物学を経て電気生理学まで発展した研究室というのはなかなか無いのではないかと思います。

このような学際的研究を扱う研究室にふさわしい成果を生み出せるよう日々研鑽を重ねていきたいと思う次第です。



写真1 マレーシア料理美味しく頂きました。1番左が工藤奨先生。右前列が留学生のKamariah.

第32回日本バイオレオロジー学会年会を開催して

年会長 土橋 敏明*

平成21年6月4日、5日の両日、桐生市市民文化会館で第32回日本バイオレオロジー学会年会を開催させていただきました無事終了することができました。本年会を組織・運営するに当たりご支援、ご協力をいただきました関係各位に厚くお礼を申し上げます。お引き受けしたときは、北関東の片田舎にあり交通の便が決して良いとは言えない桐生での開催ということで、多くの研究者に参加していただけるかどうか心配しておりましたが、会員非会員合わせて175名の参加があり、一般講演とオーガナイズドセッションを合わせて86件の発表がなされ盛会の年会となったことは、皆様のご協力の賜物と思われまふ。

本年会の実施に当たり、以下のようないくつかの新しい試みを行ないました。

1. 年会にあわせて、バイオレオロジー・リサーチ・フォーラムを開催する。
2. 昼休みを利用して、著名な先生のご講演をお聞きするランチョンセミナーを開催する。
3. 今後を担う若手研究者のために、異分野を結ぶテーマでモーニングセッションを開催する。
4. 口頭発表での講演についてはポスターセッションにも参加することをお願いし、聴講者のさらなる理解と会員同士の交流の促進を目指す。
5. オーガナイズドセッションについては、バイオレオロジーの主流である血液、血管の話題だけでなく、周辺領域からの話題も積極的に提供する。

1については、年会前日の6月3日の理事会の後に、第2回バイオレオロジー・リサーチ・フォーラムを行い、食品関係の分野から最近のトピックにかかわるレオロジーの問題を取り上げました。講師の一杉正仁先生（獨協医科大学）には、「食生活と血栓症の予防－ナットウと血液レオロジーについて－」と題して、先生の取り組まれてきた研

究の具体例をもとにしたお話をしていただきました。瀧上昭治先生（群馬大学）には、「コンニャクグルコマンナンの改質とレオロジー」と題して、古くから日本人の食生活に取り入れられてきたコンニャクの改質とそのレオロジーに関する最近の発展を紹介して頂きました。講師の先生方からは、現在の問題点の指摘もあり、年会の限定された講演時間の中ではできない内容の濃い討論がなされました。

2については、1日目は、「流体力学と血管内外科」というテーマで、大島まり先生（東京大学）からは「脳血管障害に関する医用画像に基づくマルチスケール・フィジックス解析」と題して、先生が開発された優秀な汎用解析プログラムについてのご講演があり、兵頭明夫先生（獨協医科大学）からは「脳卒中に対する血管内治療－一切らずに治す脳血管障害の手術－」と題して、脳神経外科の最新の技術が紹介された。2日目は、「バイオレオロジーの視点から見た筋タンパク研究の新展開」というテーマで、若林克三先生（大阪大学）からは、「レオロジーの視点から見た筋収縮」と題して、シンクロトロン小角X線に基づく詳細な解析から理解される筋収縮の描像が示され、小濱一弘先生（群馬大学）からは、「血管平滑筋の収縮制御」と題して、薬理学の立場から血管平滑筋の収縮がどのように制御されるかについての最新の研究が紹介されました。

3については、「医学・農学・工学を結ぶバイオレオロジー」というテーマで、山田功先生（群馬大学）からは、「柔らかいものをつかむ」と題してカイコ取り出しロボットを例として柔らかい材料の制御には何が必要かを分かりやすくお話頂き、岩崎清隆先生（早稲田大学）からは、「医工融合による再生する心臓弁・小口径動脈血管の開発」と題して、最近ご自身が開発された優れた人工臓器のお話を頂きました。

*群馬大学工学研究科応用化学・生物化学専攻 [〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1]

4については、ポスター会場で51件のポスターが発表され、非常に活発な討論が行なわれ、終了時間になっても議論が尽きない風景が多く見られました。

5については、バイオレオロジー学会では比較的馴染みのないと思われる分野からの講師をお招きしました。特別講演は馬光輝中国科学院副所長に「ソフト微粒子の医療応用」という演題で糖尿病治療に用いられる高分子マイクロスフィアに関するお話をいただきました。教育講演は大森玲子先生（宇都宮大学）に「生活習慣と動脈硬化」という演題で抗酸化作用のある食品と動脈硬化との関係についての研究をご講演いただくとともに、現在取り組んでおられる食育についての考え方についてお話いただきました。

なお、学会会期中に行なわれる表彰式では、上智大学と東京電機大学で医用電子工学の立場からバイオレオロジーに多大な貢献をされた金井寛先生に岡小天賞が授与されました。論文賞には該当者がありませんでしたが、学術奨励賞応募者講演には9件の応募があり、村本祐一氏（慶応大）、成田貴行氏（佐賀大）、高橋克宗氏（東京理科大）の3名が学術奨励賞を授与されました。審査委員の先生方からは、9件の発表はいずれも甲乙付けがたい立派な内容であったとのお話を伺いました。

今回は氏家弘先生を年会長として行なわれることが決まっておりますが、海外からも著名な研究者を招待する計画と聞いており、今年以上の盛会となるものと思います。来年の6月にまたお会いできることを楽しみにしております。

日本バイオレオロジー学会 平成20年度総会議題（平成20年1月1日～12月31日）

谷下一夫*

日時：平成21年6月3日（水）14：00～15：50

場所：群馬県桐生市市民文化会館4階第1会議室

会員の動向（平成21年6月1日現在）

会員： 266名（うち学生会員42名）（昨年度 262名（うち学生会員33名））

役員： 名誉会員 7名（7名）、理事 39名（37名）、 監事 2名（2名）

賛助会員： 2社（5社）

1. 平成20年度（H20.1.1～H20.12.31）事業報告

- 1) 第31回年会開催：H20.6.5～6.6 東京大学・小柴ホール（東京都）
- 2) 第31回総会開催：H20.6.6. 東京大学・小柴ホール（東京都）
- 3) 共催
 - ・第56回レオロジー討論会（日本レオロジー学会・日本バイオレオロジー学会主催）H20.10.6～H20.10.8 朱鷺メッセ（新潟コンベンションセンター、新潟市）
 - ・第10回レオロジー・フォーラム（日本レオロジー学会・日本バイオレオロジー学会主催）H20.10.7 朱鷺メッセ（新潟コンベンションセンター、新潟市）
- 4) 協賛、後援
 - ・食品ハイドロコロイドセミナー2008・第19回食品ハイドロコロイドシンポジウム H20.5.20、21 日本教育会館（東京都千代田区）
 - ・講習会：第7回技術としての分散系レオロジー H20.7.11 ティーアールシービル17階大会議室（東京都中央区）
 - ・日本混相流学会年会講演会2008・第27回混相流シンポジウム H20.8.8～8.10 会津大学（福島県会津若松市）
 - ・第12回日本医療情報学会春季学術大会（シンポジウム2008 in 秋田） H20.5.30～5.31 アトリオン・秋田総合生活文化会館（秋田市）
 - ・日本流体力学会年会講演会2008および40周年記念講演会 H20.9.4～7 神戸大学六甲台キャンパス（神戸市灘区六甲台町）
 - ・第28回医療情報学連合大会（第9回日本医療

情報学会学術大会）H20.11.23～25 パシフィコ横浜会議センター（横浜市）

- 5) 学会誌（日本バイオレオロジー学会誌 第22巻1号、年会抄録号、2, 3号発行）

- 6) Journal of Biorheology 発刊準備

平成20年6月に英文ジャーナル発刊が承認され、具体的な準備を開始した。発行・印刷はSpringer社に依頼し、2009年に英文ジャーナルJournal of Biorheologyを創刊する事とした。編集組織は以下の通りである。

Editor-in-Chief:

Naoki Sasaki

Associate Editor:

Hiroshi Ujiie, Toru Maruyama, Makoto Kaibara, Toshiaki Dobashi, Emiko Sato, Kazuo Tanishita

Editorial Board:

Hisashi Ichikawa, Isao Uchimura, Nobuhiro Uyesaka, Yoji Suzuki, Yoshiharu Toyama, Nobusada Funabashi, Takeo Matsumoto, Motomu Minamiyama, Seiichi Mochizuki, Hatuse Moritaka, Keita Odashiro, Masako Seki, Kimiko Yamamoto, Masaaki Sato, Takami Yamaguchi, Mian Long (China), Roger Kamm (MIT, USA), Juan R. Cebral (George Mason U, USA), X. Edward Guo (Columbia U, USA), Tudor Griffith (Wales, UK), Nicos Stergiopoulos (Lausanne, Switzerland), C. Teck Lim (Singapore)

Advisory Board:

Yukihide Isogai, Fumihiko Kajiya, Akira Kamiya, Motoaki Sugawara, Eiichi Fukada,

*慶應義塾大学 理工学部 システムデザイン工学科 [〒223-8522 横浜市港北日吉 3-14-1]

Shu Chien (UCSD, USA), Larry V. McIntire (Georgia IT, USA), Edgar A. O'Rear (Oklahoma, USA)

投稿や査読などは全て Springer 社の Editorial Manager によって Web 上で行う。オンライン投稿の詳細な手順を学会のホームページに掲載した。

7) 電子版 B&R 発刊の計画

従来、学会誌に掲載されている会告などをホームページで掲載する事としたが、体裁を整えた方が会員が見やすいという観点で、電子版 B&R を発行し、Web 上で見れる形を取る事にした。

8) 理事会幹事会 4 回開催、B&R 編集委員会 6 回、JBR 編集委員会 4 回

2. 平成 20 年度決算報告 (資料 1)

酒本監事、伊藤監事により監査され、内容的に問題ない事が確認された。

3. 平成 21 年度事業計画 (H21.1.1~H21.12.31)

1) 第 1 回バイオレオロジーリサーチフォーラム開催: H21.3.4 慶應義塾大学日吉キャンパス来往舎 (神奈川県横浜市)

1. 赤血球レオロジーの分子的背景と医学的意義; 前田信治 (愛媛大学)
2. 微小血管の血液流れと物質輸送: 関眞佐子 (関西大学)

2) 第 2 回バイオレオロジーリサーチフォーラム開催: H21.6.3 桐生市民文化会館 (桐生市)

1. 食生活と血栓症の予防: 一杉正仁 (獨協医科大学)
2. コンニャクグルコマンナンの改質とレオロジー: 瀧上昭治 (群馬大学)

3) 第 32 回年会開催: H21.6.4.~6.5 桐生市市民文化会館 (桐生市)

4) 第 33 回総会開催: H21.6.5 桐生市市民文化会館 (桐生市)

5) 学会誌 (日本バイオレオロジー学会誌 第 22 巻 4 号、及び年会抄録号) の発行

6) 英文誌 Journal of Biorheology の発刊

7) 電子版日本バイオレオロジー学会誌 eB&R の発刊

8) 第 3 回バイオレオロジーリサーチフォーラム開催: H21.9 月、脳動脈瘤のバイオレオロジー (東京女子医科大学)

9) 第 4 回バイオレオロジーリサーチフォーラム開催: H21.11 月または 12 月、血管生物学とバイオレオロジー (場所未定)

10) 共催

・第 57 回レオロジー討論会 (日本レオロジー学

会・日本バイオレオロジー学会主催) H21.10.5~10.7 宇部全日空ホテル (宇部市)

・第 11 回レオロジーフォーラム H21.10.6 (日本レオロジー学会・日本バイオレオロジー学会主催) H21.10.5~10.7 宇部全日空ホテル (宇部市)

1 1) 協賛・後援

・第 21 回バイオエンジニアリング講演会 H21.1.23~1.24 札幌コンベンションセンター (札幌市)

・第 28 回混相流シンポジウム H21.8.8 熊本大学 (熊本市)

1 2) 理事会: 1 回開催予定、理事会幹事会 4 回開催予定、JBR 編集委員会 4 回開催予定

1 3) その他

4. 平成 21 年度予算案 (資料 2)

5. 協議事項

1) 次回 (平成 22 年度)、次々会 (平成 23 年度) の年会開催に関する件

次回年会 (平成 22 年度) の年会長には氏家弘先生 (東京女子医科大学) が選出されており、準備が進んでいる。平成 23 年度の年会長:

2) 日本バイオレオロジー学会論文賞応募要項の変更

1. 応募できる条件

1) 日本バイオレオロジー学会会員であること。

2) 過去 4 年間程度に本学会年会で発表 (特別講演、シンポジウム、一般講演を含む) した事があるか、B&R 及び JBR 誌に原著論文又はノートを掲載されたことがあること。

2. 応募に必要なもの

1) 応募申請書、略歴書、共著者全員の承諾書 (本学会指定の用紙を使用、学会ホームページよりダウンロード、コピーして下さい。)

2) 応募締切期日より過去 3 年間程度に、学術誌 (和・欧どちらでも良い) に掲載 (あるいは受理された原著論文) の別刷あるいはコピーを 1 部 (論文は連名可、ただし first author であること) 提出のこと。論文は我が国で、行った研究の成果に関するものに限定する。また、応募論文に関連した既発表の論文がある場合は、2 編以内 1 部提出のこと。

3) 定款の変更

定款変更認証の変更前後対比表

特定非営利活動法人 日本バイオレオロジー学会

条文及び変更箇所	変更前	変更後
第13条(1) 「役員に関する事項」について理事の定数を変更。	理事 3人以上10人以内	理事 3人以上
第23条各号 「会議に関する事項」について総会の権能における(2)と(3)を(2)に統合。(10)を(3)にし、(6)を補填。(4)、(7)、(8)、(9)を削除。	(2)解散 (3)合併 (4)事業計画及び収支予算並びにその変更 (7)入会金及び会費の額 (8)借入金(その他事業年度内の収入をもって償還する短期借入金を除く。第50条において同じ。)その他新たな義務の負担および権利の放棄 (9)事務局の組織及び運営 (10)会員の除名	(2)解散及び合併 (3)会員の除名 (4)事業報告及び収支決算 (5)役員の選任又は解任、職務及び報酬 (6)解散における残余財産の帰属先 (7)その他運営に関する重要事項
第25条3 「会議に関する事項」について総会の招集を書面の他にホームページ、メール等電磁的方法でもできるよう変更。	総会を招集するときは、会議の日時、場所、目的及び審議事項を記載した書面をもって、少なくとも5日前までに通知しなければならない。	総会を招集するときは、会議の日時、場所、目的及び審議事項を記載した書面又は電磁的方法により、開催の日の少なくとも5日前までに通知しなければならない。
第29条2 「会議に関する事項」について総会の表決権等を書面の他にホームページ、メール等電磁的方法でもできるよう変更。	やむを得ない理由のため総会に出席できない正会員は、あらかじめ通知された事項について書面をもって表決し、又は他の正会員を代理人として表決を委任することができる。	やむを得ない理由のため総会に出席できない正会員は、あらかじめ通知された事項について書面又は電磁的方法をもって表決し、又は他の正会員を代理人として表決を委任することができる。
第34条3 「会議に関する事項」について理事会の招集を書面の他にホームページ、メール等電磁的方法でもできるよう変更。	理事会を招集するときは、会議の日時、場所、目的及び審議事項を記載した書面をもって、少なくとも7日前までに通知しなければならない。	理事会を招集するときは、会議の日時、場所、目的及び審議事項を記載した書面又は電磁的方法により、開催の日の少なくとも7日前までに通知しなければならない。
第37条2 「会議に関する事項」について理事会の表決権等を書面の他にホームページ、メール等電磁的方法でもできるよう変更。	やむを得ない理由のため理事会に出席できない理事は、あらかじめ通知された事項について書面をもって表決することができる。	やむを得ない理由のため理事会に出席できない理事は、あらかじめ通知された事項について書面を又は電磁的方法をもって表決することができる。

第49条 「事業年度」の変更。	この法人の事業年度は、毎年1月1日に始まり同年12月31日に終わる。	この法人の事業年度は、毎年5月1日に始まり翌年4月30日に終わる。
第53条 「解散に関する事項」に関連する残余財産の帰属先の追加変更。	この法人が解散（合併又は破産手続き開始の決定による解散を除く。）したときに残余財産は、法第11条第3項に掲げる者のうち、国に譲渡するものとする。	この法人が解散（合併又は破産手続き開始の決定による解散を除く。）したときに残余財産は、法第11条第3項に掲げる者のうち、 <u>国又は当法人と同一事業を持った特定非営利活動法人</u> に譲渡するものとする。

4) 役員構成変更の件

1. 評議員の設置：最大数は50名。選出方法などを含めた規約は、さらに検討して22年の理事会・総会で議決する。
2. 名誉顧問の設置：バイオレオロジー分野で功績のある著名な方に、名誉顧問に就任して頂き、学会の運営や活性化に関して、大所高所からアドバイスを頂く。特に理事会には参加して頂き、ご意見を頂く。選出方法など含めた規約は、さらに検討して22年の理事会・総会で議決する。
3. 理事の数：定款では3名以上として、最大数を記載しない。これは会計事務所からのアドバイスで、最大数を定款で記載しなければ、将来の役員構成変更の際に定款の変更なしで、その時点での理事の数の増減に柔軟に対応が可能であるためである。定款の変更には、手間、時間と経費がかかるために、なるべく定款の変更を最小限にして、学会運営を円滑に出来るようにしたいという理由からである。ただ、細則で、最

大数を30名とする。細則は、22年の理事会・総会で議決する。

4. 名誉会員：現在のままで継続

5) 理事の業務分担

理事の先生には、以下のどこかの業務を分担して頂けませんでしょうか。

学会の活性化には、多くの理事の先生方のご協力が不可欠です。

- ・幹事会（会長、副会長、各理事の代表者）
- ・庶務理事：役員選出、会員増強
- ・財務理事：会計
- ・編集理事：JBR、電子版 B&R
- ・企画理事：年会、リサーチフォーラム、国際シンポジウム
- ・広報理事：広告

6) その他

6. 報告事項

- 1) 岡小天賞の件
- 2) その他

資料 1. 平成 20 年度決算

平成20年度決算報告 平成20年1/1～平成20年12/31まで)

収入	平成20年度予算	平成20年度決算	増減	適用
先年度からの繰越金	¥2,261,919	¥2,261,447	¥-472	修正済(編集費返金額の修正)
正会員会費	¥1,931,000	¥1,364,000	¥-567,000	正会員x169名、学生員x4名
20年度以前の会費		¥53,000	¥53,000	
賛助会費	¥250,000	¥150,000	¥-100,000	
協賛金・寄付	¥0	¥469,000	¥469,000	
論文別刷り代	¥186,000	¥96,000	¥-90,000	
広告掲載料	¥1,329,000	¥2,260,000	¥931,000	
会誌売上	¥155,800	¥229,516	¥73,716	
預金利子	¥2,000	¥1,987	¥-13	
			¥0	
合計	¥6,115,719	¥6,884,950	¥769,231	

支出	平成20年度予算	平成20年度決算	増減	適用
会誌印刷費・送料	¥1,733,000	¥902,733	¥830,267	
その他印刷費	¥0	¥0	¥0	
その他送料	¥0	¥4,000	¥-4,000	切手代
会誌原稿料	¥20,000	¥0	¥20,000	
事務費	¥500,700	¥364,400	¥136,300	給与、交通費
HP作成管理維持費	¥491,520	¥504,000	¥-12,480	HPメンテナンス
雑費	¥83,000	¥164,902	¥-81,902	封筒等、銀行振込送金料
会誌編集費	¥470,000	¥0	¥470,000	
年会補助金	¥300,000	¥300,000	¥0	
会合費	¥685,000	¥677,760	¥7,240	
学会賞	¥200,000	¥200,000	¥0	
NPO法人化経費	¥393,960	¥571,310	¥-177,350	
予備費	¥0	¥0	¥0	
合計	¥4,877,180	¥3,689,105	¥1,188,075	
繰越金		¥3,195,845		

平成20年度貸借対照表

借方		貸方		
科目	金額	科目	金額	
現金	¥18,729	繰り越し金	¥3,195,845	
郵便振込口座	¥16,000	未払い金 * 1	¥147,250	給与、HP更新料の一部
銀行	¥3,308,366	前受け金 * 2	¥0	
合計	¥3,343,095			

岡小天基金 平成20年度決算報告 (平成20年1/1～平成20年12/31)

単位:円

収入		支出	
先年度からの繰越金	¥3,592,624	メダル作成費	¥220,920
利息	¥5,726	送金手数料	¥210
		計	¥221,130
計	¥3,598,350	繰越金	¥3,377,220

資料2. 平成21年度予算
予算

平成21年度(21.1.1から21.12.31まで)

単位:円		
収入	平成21年度予算	適用
先年度からの繰越金	¥3,195,845	正会員224名、学生42名 226万円は繰越金内
正会員会費	¥1,918,000	
賛助会費	¥0	
協賛金・寄付	¥250,000	
論文別刷り代	¥0	
JBR広告	¥740,000	
会誌売上	¥0	
預金利子	¥1,000	
その他		
合 計	¥6,104,845	
単位:円		
支出	平成21年度予算	適用
会誌印刷費・発送料	¥3,360,000	抄録集印刷など 事務連絡 60,000/月 第32回年会(桐生) 論文賞
その他印刷費	¥400,000	
その他送料	¥100,000	
会誌原稿料	¥0	
事務費	¥720,000	
HP作成管理維持料	¥189,000	
雑費	¥100,000	
JBR編集費	¥100,000	
年会補助金	¥300,000	
会合費	¥200,000	
学会賞	¥200,000	
NPO法人化経費	¥300,000	
予備費	¥200,000	
支出合計	¥5,969,000	
繰越金	¥135,845	

岡小天賞審査報告

第6回岡小天賞

委員長 土橋 敏明*

バイオレオロジーに関する学術あるいは関連の事業に対し、特別な功績があり、その功績が顕著である方に送られる岡小天賞は、昨年度まで5回の選考が行なわれておりますが、受賞者はいずれも日本のバイオレオロジー研究分野を開拓されてきた著名な研究者であり草分け的な存在ばかりであり感銘を受けます。

第6回選考では、昨年10月から12月まで推薦を受け付け、締め切りまでに1名の推薦をいただきました。選考は、日本バイオレオロジー学会岡小天賞選考規程に従って、10名の審査委員会を構成し、慎重な審議により行いました。その結果、被推薦者である金井寛先生が岡小天賞に相応しいとの結論に至りました。審査結果は選考委員長から学会長に報告された後、理事会に提案され、承認されました。

金井寛先生は上智大学および東京電機大学の教授として教育研究に携わり、多くの人材を育成されました。研究面においては、医用電子工学領域において、第一人者として多くの業績を挙げられました。バイオレオロジーの発展に対しても、この領域の知見を導入した新しい発見と洞察により多くの寄与をなされました。特に、先生は、ずり流動場中での血液あるいは硬化赤血球懸濁液について力学測定と電気測定を同時に行なう手法を開発され、レオロジカルな挙動の解析から赤血球の変形の影響を詳細に分析した研究は、この現象の物理的な理解の深化を図る上で貴重な一里塚となりました。

先生は、日本バイオレオロジー学会の創始者のお一人として研究会時代から学会創設にもご尽力され、その後も理事として学会の発展に多大な貢献をなされました。金井先生のバイオレオロジー関連分野での研究業績、バイオレオロジー学会を含む理工学分野でのリーダーとしての実績、および現在でも研究を継続され、学会活動に参加されていることは、まさしく若手研究者の手本であります。以上の数々の功績は岡小天賞受賞に値するとの評価がなされました。

*群馬大学工学研究科応用化学・生物化学専攻 [〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1]

会告

平成22年度日本バイオレオロジー学会岡小天賞候補者推薦のご案内

日本バイオレオロジー学会では、バイオレオロジー分野の先駆的開拓者故岡小天先生のご遺族であられる樋口陽子氏のご意向に基づいて、岡小天賞を設け、次に該当する方に賞状およびメダルを授与いたしております。

バイオレオロジーに関する学術あるいは関連の事業に対し、特別の功績があり、その功績が顕著である日本バイオレオロジー学会会員（賛助会員を除く）。

つきましては、岡小天賞に相応しい候補者を以下のような要領にてご推薦頂きたくお願い申し上げます。

岡小天賞選考委員会

委員長 土橋敏明（群馬大学大学院工学研究科）

推薦書（A4用紙1ページ以内）

- （1）推薦者氏名
- （2）推薦者所属・連絡先
- （3）被推薦者氏名・略歴
- （4）被推薦者所属・職・連絡先
- （5）推薦理由
- （6）代表的な著書・論文のリスト（5編）

【推薦書送付先】

〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1

群馬大学大学院 工学研究科 応用化学・生物化学専攻 土橋敏明

【推薦書送付締め切り】

平成21年12月25日（金）

尚、選考は日本バイオレオロジー学会岡小天賞選考規程に基づいて行います。

以上、何卒宜しくお願い申し上げます。

会告

平成22年度日本バイオロロジー学会論文賞応募のご案内

バイオロロジーに関連する研究で、独創的かつ優れた成果をあげた日本バイオロロジー学会会員を顕彰する論文賞の応募規定は下記の通りです。(http://www.biorheology.jp/award.html#ronbun)

日本バイオロロジー学会

会長 谷下一夫

【応募要項】

応募できる条件

- ① 日本バイオロロジー学会会員であること.
- ② 過去4年間に本学会年会で発表(特別講演, シンポジウム, 一般発表を含む)した事があるか, B&R, JBR 誌に原著論文又はノートを掲載されたことがあること.

応募に必要なもの

- ① 応募申請書, 略歴書, 共著者全員の承諾書(HP からダウンロードして下さい).
- ② 応募締切期日より過去3年間程度に, 学術誌(和・欧どちらでも良い)に掲載(あるいは受理された原著論文)の別刷あるいはコピーを1部(論文は連名可, ただし first author であること)提出のこと. 論文は我が国で, 行った研究の成果に関するものに限定する. また, 応募論文に関連した既発表の論文がある場合は, 2編以内1部提出のこと.

応募締切期日

上記の書類を揃えて, 平成22年1月29日(金)までに学会事務局に郵送(必着).

選考結果の通知

平成22年3月下旬に郵送にて知らせる(なお, 応募書類等は返却しません).

表彰

表彰は平成22年6月の本学会年会で行う.

受賞者の義務

平成22年6月の本学会年会で受賞講演を行うこと. JBR 誌(英文)に総説あるいは解説を投稿のこと.

【応募先および問い合わせ】

〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1

慶應義塾大学 理工学部 システムデザイン工学科 谷下研究室内

日本バイオロロジー学会事務局

TEL/FAX: 045-566-1733

行事予定

第4回バイオレオロジー・リサーチ・フォーラム案内

日本バイオレオロジー学会会員の皆様

第4回バイオレオロジー・リサーチ・フォーラムを平成21年12月3日（木）に東京大学医学部で開催いたします。第4回リサーチ・フォーラムでは、バイオレオロジー研究を血管生物学の観点からすすめておられる講師をお招きする機会を得ました。慶應大学の須藤 亮先生からは流体システムと細胞を組み合わせた組織構築モデルに関して、また、東京大学の西村智先生からは独自に構築されましたイメージング手法を駆使した生体内動態に関して、ミクロレベルからマクロレベルに及ぶ最新のご研究について、ご講演いただきます。

多数の皆様の参加をお待ちしております。

日 時：平成21年12月3日（木）16時～18時

場 所：東京大学本郷キャンパス

医学部教育研究棟13階 第6セミナー室

司 会：山本 希美子 （東京大学大学院医学系研究科）

講 演：

1. マイクロ流体システムによる血管新生モデルと肝細胞三次元培養モデルの融合

慶應義塾大学 理工学部 須藤 亮

2. 生体内イメージングでみる細胞動態とリモデリング

東京大学 医学系研究科 西村 智

参加費：無料

問い合わせ先：土橋 敏明 dobashi@chem-bio.gunma-u.ac.jp

行事予定

第5回バイオレオロジー・リサーチ・フォーラム案内

日本バイオレオロジー学会会員の皆様

第5回バイオレオロジー・リサーチ・フォーラムを「バイオレオロジー関連分野の測定法の基礎とその応用」のテーマで、慶応義塾大学（日吉キャンパス）で開催します。バイオレオロジーの測定によって、生体あるいは生体を構成する物質のレオロジー的性質と構造や機能等に関する情報を得ることができます。しかし、バイオレオロジーのような境界領域の研究では、複雑な現象の中から本質的な部分を抽出し一層の理解を深めるために、いろいろな測定手段を用いて解析することが重要です。そこで、本フォーラムでは誘電分光法および光散乱法についてご講演いただくことにしました。これらの測定法によってどのような情報が得られるのか、最新の研究成果を中心に、測定原理や測定例を含めてわかりやすく解説していただきます。

多数の皆様の参加をお待ちしております。

日 時：平成22年3月13日（土）16時～18時

場 所：慶応義塾大学 日吉キャンパス 来往舎2階 大会議室

テーマ：バイオレオロジー関連分野の測定法の基礎とその応用

司 会：貝原 真（理化学研究所）

講 演：

1. 誘電分光法と生体分子や血液のダイナミクス

ソニー（株） マテリアル研究所 ライフサイエンス研究部 林 義人

2. 光散乱法による高分子とゲルの分子ダイナミクス

東海大学 理学部 物理学科 喜多 理王

参加費：無料

問い合わせ先：土橋 敏明 dobashi@chem-bio.gunma-u.ac.jp

行事予定

第33回日本バイオロロジ学会年会案内 第6回バイオロロジ・リサーチ・フォーラム案内

日本バイオロロジ学会会員の皆様

第33回日本バイオロロジ学会年会を平成22年6月3日(木)、4日(金)に、そして平成22年6月2日(水)には第6回バイオロロジ・リサーチ・フォーラムを、理化学研究所(埼玉県和光市)鈴木梅太郎記念ホールで行います。医工学の連携に主眼を置き、シンポジウムや教育講演を組んでいきたいと考えております。またリサーチ・フォーラムは、国内外から招待演者を招き、1日かけて行う計画を進行させております。

たくさんの皆さまのご参加そしてご発表をお待ちしております。

日 時：平成22年6月3日(木)、4日(金) (リサーチ・フォーラムは、6月2日(水))

場 所：理化学研究所 鈴木梅太郎記念ホール(埼玉県和光市)

年会長：氏家 弘(東京労災病院 脳神経外科)

編集後記

電子版となり最初の学会誌が発行でき、編集委員の一人として安堵しております。この電子版は会員の皆様が、より手軽に情報を入手でき、そして日頃の実務研究活動に役立てて頂けるように構成しています。

さて、近年の医学の進歩を支えてきたのは理工学技術といっても過言ではありません。医用機器や各種検査装置の実用化、創薬技術やロボット技術の進歩など多々挙げられます。これらの研究をより理想的にすすめるためには、理工学系でも医学・医療関係の知識が必要であり、また、医学系にも理工学関係の知識が必要です。基本的に理工学系と医学系は教育の過程から別々で、さらに研究も個別に行われることがほとんどです。したがって、実際に接してみると、お互いに極めて単純なことを知らないことがあります。特にバイオレオロジーに関する医工連携あるいは産学連携は、将来、日本の重要な産業に発展する可能性があります。したがって、まず、理工学に携わる方が医学における現象や医学的ニーズを知り、また、医学に関わる方が、理工学や産業技術を理解することが重要だと思います。

そのためにも、本学会誌に多くの情報や技術そして医学における事例などを投稿して下さい。そして、理想的な産学連携や医工連携のツールとしてB&R 電子版をご利用頂ければ幸いです。

(一杉正仁)

編集委員会

編集委員長 望月 精一

編集委員 市川 寿 喜多 理王 工藤 奨 坂元 尚哉
櫻井 秀彦 一杉 正仁 山田 宏 山本 徳則

日本バイオレオロジー学会誌 (B & R, 電子版) 第23巻 第1号

2009年11月18日発行

編集者 望月精一

発行者 谷下一夫

日本バイオレオロジー学会事務局

〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉3丁目14番1号

慶應義塾大学 理工学部 谷下研究室内

TEL/FAX 045-566-1733

E-MAIL office@biorheology.jp