



日本バイオレオロジー学会の最近20年の歩み



日本バイオレオロジー学会

<http://www.biorheology.jp>

日バイレオ誌 (B & R, 電子版) 第31巻 第1号

J. Jpn. Soc. Biorheol. 31(1) (2017)

日本バイオレオロジー学会誌 (B & R, 電子版)
第31巻, 第1号, 2017
日本バイオレオロジー学会の最近20年の歩み

目 次

παντα ρει

脳動脈瘤とバイオレオロジー

..... 庄島 正明 1 (1)

総説

血液レオロジーからみた心原性脳塞栓症の発症機序と抗凝固療法の進歩

..... 丸山 徹, 深田 光敬 2 (2)

研究室紹介

長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科 海洋生体物質科学講座食品設計学研究室

..... 市川 寿 10 (10)

学生会員のページ

第39回日本バイオレオロジー学会年会優秀ポスター賞を受賞して

..... 岡本 理花 11 (11)

学会参加記

The 12th World Congress on Computational Mechanics, The 6th Asia-Pacific Congress on
Computational Mechanics に参加して

..... 山田 宏 13 (13)

日本バイオレオロジー学会の最近20年の歩み

..... 14 (14)

会告・行事案内

第40回日本バイオレオロジー学会年会のご案内

第30回バイオレオロジー・リサーチ・フォーラムのご案内

協賛学会などの予定

(岡小天基金寄付金納付者)

(新入会員)

(学会入会申込書)

(学会誌投稿規定)

(学会誌投稿票)

..... 21 (21)

脳動脈瘤とバイオレオロジー

庄島 正明*

動脈瘤とは血管径の 2 倍以上に拡張した部分のことであると慣例的に言われていますが、脳の血管にできた動脈瘤が脳動脈瘤です。かつては先天的な病変と考えられていた時期もありましたが、現在は後天的に出現する病変だとわかっています。動脈瘤は全身の血管に発生するのですが、なぜか脳外科医は他の外科医よりも動脈瘤に強い関心というか情熱を抱いています。

開頭による脳動脈瘤の手術は非常にドラマチックです。一度破れた動脈瘤は早急に処置しないと再出血してしまって命に関わります。クモ膜下出血により頭蓋骨の内部は血の海になっているのですが、手術は大胆かつ繊細に行われ、脳や神経を損傷せぬように血液を除去し、動脈瘤を露出します。大変な緊張感を伴う手術ですが、動脈瘤の入口にクリップがかかった瞬間に患者さんの命は救われ、どっと安心感が訪れます。このような手術に数多くの脳外科医が生きがいを感じてきました。他部位の動脈瘤とは異なって脳動脈瘤の壁は薄く、手術用顕微鏡下に観察すると、バクンバクンという拍動と内部に渦巻く血流が透見されます。このため古くから「流れ」と脳動脈瘤は密接に関連づけられており、1955 年には毎秒 64 枚撮像可能なハイスピードカメラを用いた脳動脈瘤に関する実験が発表されています。

現在、脳動脈瘤はカテーテルを用いて治療されるのが一般的になってきましたが、ますますレオロジーとの関連性を持つようになりました。カテーテル治療は、直視下ではなく X 線透視下で動脈瘤を観察するのですが、その際、造影剤を注入し、それが流れ過ぎる様子を連続撮影して動脈瘤の診断や治療を行うのです。いわば Dye injection 法による流れの可視化です。カテーテルで脳動脈瘤を治療している医者は、ほぼ毎日のように動脈瘤内の流れの可視化を行うレオロジストともいえるのです。

医用画像との相性の良さから医学研究のツールとして普及してきた CFD (Computational Fluid Dynamics) も脳動脈瘤から始まりました。多数のエンジニア・ドクター等の努力により進歩した CFD は、今後、医療現場で活用され始めようとしています。従来、CFD は新規性を求めて医学研究に導入されてきましたが、医療現場で求められるのは信頼性です。ここ数年以内に複数の CFD を活用した診療機器の開発が予想されることから、産学官が連携して CFD を応用した医療機器の信頼性を評価するための指標を作成する事業（次世代医療機器・再生医療等製品評価指標作成事業）も開始されました。バイオレオロジー学会は比較的小規模の学会であるにもかかわらず、この事業の血流解析シミュレーションソフトウェア WG における 8 名の委員のうち、3 名もが本学会の役員であることは、本学会の役割や意義の大きさを反映しているように感じました。

バイオレオロジー学会の役割や意義は時代とともに変化してきているとおもいますが、これからもますますの発展を祈念いたします。

* 東京大学脳神経外科 [〒113-8655 東京都文京区本郷 7-3-1]

総説

血液レオロジーからみた心原性脳塞栓症の
発症機序と抗凝固療法の進歩

丸山徹*, 深田光敬**

Cardioembolic Stroke from the Viewpoint of Hemorheology and
the Development of Oral Anticoagulation

Toru MARUYAMA* and Mitsuhiro FUKATA**

*九州大学 基幹教育院 [〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1]

**九州大学大学院 病態修復内科学

*Faculty of Arts and Science, Kyushu University

**Dept. of Medicine and Biosystemic Science, Kyushu University

Blood coagulation cascade consists of intrinsic, extrinsic and final common pathways forming fibrin network. Thrombus is divided into fibrin thrombus and platelet thrombus. The former is formed by low shear condition and treated by anticoagulants. The latter is formed by platelets activated by high shear stress in the stenotic arteries. The concept of Virchow's triad such as blood stasis, hypercoagulability and vascular injury is still available in considering clinical thrombogenesis. Atrial fibrillation becomes prevalent in older generation, and its major complication is cardioembolic stroke. This type of stroke is caused mainly by left atrial thrombus. Therefore, this stroke should be prevented by oral anticoagulants including vitamin K-dependent anticoagulant (warfarin) or direct oral anticoagulant (DOAC). Warfarin suppresses several steps of coagulation cascade, whereas DOAC inhibits thrombin (dabigatran) or factor Xa (rivaroxaban, apixaban, and edoxaban) directly and specifically. These agents of DOAC are characterized by short half-lives, more predictable pharmacodynamics and pharmacokinetics, less interaction with other drugs, and less frequent adverse effects of intracranial bleeding in comparison with conventional warfarin. Since critical step of final common pathway in coagulation cascade is inhibited directly by DOAC, these agents may impair the fibrin polymerization and mechanical clot stabilization. Although efficacy and safety of DOAC are recognized clinically, hemorheological effects of DOAC on thrombus formation, structure and property under the hydrodynamic blood flowing warrant future study.

Key Words: atrial fibrillation, cardioembolic stroke, direct oral anticoagulants, hemorheology

1. 緒言

レオロジー (rheology) とは物質の流動や変形についての科学であり, そのうち生命現象に関する領域をバイオレオロジー (biorheology) と称する. バイオレオロジーのなかでも血液の流動特性や循環中の血球の挙動に関連した領域は血液レオロジー (hemorheology) とよばれる.

る. 血液レオロジーは出血・凝固や様々な循環器疾患と関連する. とりわけ血栓症との関係は密接である. 今回, 近年増加している心房細動とこれによる心原性脳塞栓について, その治療薬である新規抗凝固薬の登場を含めて, 血液レオロジーの観点から概説する.

2. 血液の止血機構

ヒトの血液はさまざまな可溶性の高分子血漿タンパクや細胞成分が混在する非 Newton 流体であり，出血とは何らかの原因により血管が損傷して血液の全成分が血管外に逸脱する病態である．これに対する止血機構は生体防御機構として重要であることはいままでのない．止血の三大要素は血管・血小板・凝固因子である．出血が起るとまず局所の血管が収縮して出血を最小限にする．また出血で血管内皮細胞が傷害されると，血小板は露出した内皮下組織のコラーゲンなど細胞外基質で活性化される．活性化した血小板は出血箇所に凝集して栓子となり，出血部位に接着・凝集することで応急的な止血をもたらす（一次止血）．さらに血小板を足場として凝固系も活性化されるため，凝固系の最終産物であるフィブリンが局所で生成される．フィブリン網は血小板栓子や赤血球などの細胞成分を捕捉して血栓を安定化させる（二次止血）．

生理的な止血機構が障害された病態は出血傾向とよばれる．血小板の減少やその機能異常では一次止血が障害される．血小板栓子が形成されないために少量の出血（点状出血や斑状出血）が生じるものの，凝固系は作用するために大出血は少ない．一方，凝固因子の異常では二次止血が障害され，血小板栓子が出来てもフィブリンにより安定化されないために栓子は崩壊し，再出血を繰り返すことで関節内出血や筋肉内出血など比較的大きな深部出血をきたしやすい．このように，出血箇所の性状は出血傾向の検査を進める上で重要である．出血傾向の臨床検査として出血時間や血小板数，血小板の機能検査は一次止血の評価に，凝固時間やプロトロンビン時間（PT），活性化部分トロンボプラスチン時間（APTT）は二次止血の評価に有用である．

3. 血液の凝固系

血液凝固系は止血機構に不可欠である．凝固系は初期反応で産生された活性化凝固因子が最終的にトロンビンを大量に産生する増幅系であり，各凝固因子が酵素前駆体としてパートナー基質を酵素的に活性化するカスケード型でもある．凝固系は血管損傷部位にのみ局限して，止血の終了まで限定的に活性化される．このようなオンデマンドの凝固反応には種々の調節機構が備わっている．凝固系は内因系と外因系にわけられ，外因系は血管内皮下組織の組織因子（tissue factor: TF）と活性化第 VII 因子（第 VIIa 因子）が複合体を形成することで開始される．一方の内因系は血液中の異

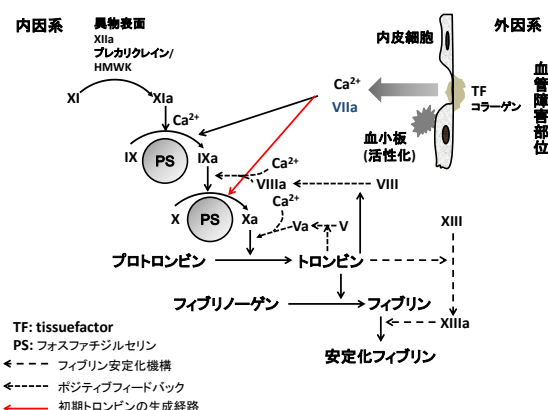


図1. 血液凝固カスケード（文献1より引用改変）

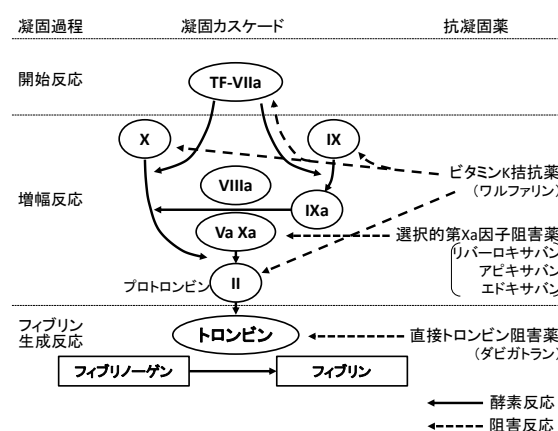


図2. 凝固過程と抗凝固薬の作用機序（文献2より引用改変）

物と凝固因子の接触のみで活性化されるので，第 XI，第 XII 因子は接触因子と呼ばれる（図1）．内因系と外因系の共通経路では活性化血小板膜（リン脂質であるフォスファチジルセリン：PS）上で，第 IX 因子，第 X 因子，プロトロンビンが連鎖反動的に活性化される（トロンビンバースト）．生理的な止血機構は即時的で限局的であるが，これが誤作動すると血管内に血栓が形成され（病的血栓），それが血流に流されて遠位の血管を閉塞すると血行障害が引き起こされる（血栓塞栓症）¹⁾．

最近 TF は血管外組織のみならず，単球や血小板膜上にも微量発現していることが報告され，内因系と外因系は厳密には区別しにくくなっている．したがって最近では凝固系が活性化される経路の違いより活性化の経過に注目した簡便な分類も使用される²⁾．すなわち①凝固系を内皮下組織の TF が血中に微量存在する第 VIIa 因子と複合体を形成して，第 Xa 因子から初期トロンビンを産生（図1の赤線）する開始反応（初期ト

ロンビンはフィブリノゲンをフィブリンへと変換するには微量で、血小板の活性化に利用される。生体内では血管の屈曲やねじれなどで血管内皮に軽微な損傷が加わるため外傷はなくとも初期トロンビンは生成され得る)、②TFと第VIIa因子の複合体が第IX因子と第X因子を活性化し、第V因子や第VIII因子がポジティブフィードバック(図1の破線)をかける増幅反応、③プロトロンビン(第II因子)からフィブリンが生成されるフィブリン生成反応の三つのステップに大別するという考えも提唱されている(図2)。

4. 血栓の種類

血液が閉鎖循環系を流動する中で凝固系が亢進すると病的な血栓を形成して血流障害を引き起こす。血栓はその形成部位により大きく動脈血栓と静脈血栓に分けられ、異なる特徴を示す(表1)。

動脈血栓は活性化された血小板を主体として動脈の狭窄部位に形成されるのに対して(血小板血栓・白色血栓)、静脈血栓は血流のうっ滞箇所にフィブリンや赤血球を主体に形成される(フィブリン血栓・赤色血栓)。しかし実際には両者が混在した血栓も多く、血栓の色や性状から両者を判別することは困難な場合もある。

一般的に動脈血栓の形成を抑制するには抗血小板薬が使用され、静脈血栓の場合には血液凝固過程のいずれかのステップを抑制する抗凝固薬が使用される。

5. Virchowの3徴

19世紀の病理学者Rudolf C. Virchowは病的血栓の形成要因として、①血流の変化(stasis, うっ滞)、②血管壁の異常(vascular injury, 血管障害)、③血液性状の変化(hypercoagulability, 過凝固状態)を挙げている。この概念は現在の血栓止血学にも引き継がれ、分子生物学的な裏付けがなされつつある。実際にこれら三つの要因に該当する病態を表2に示す。これらは互いにオーバーラップすることも多く、動脈血栓では②や③が主要な原因になりやすく、静脈血栓は主に①や③を背景に発症しやすい。

6. 心房細動と心原性脳塞栓症

6・1 心房細動の病態 心房細動は古くから知られる不整脈のひとつで、原因・病態・発症経過や持続期間からさまざまな分類がなされる。心房細動では左右の心房は規則的な電気的興奮と律動的な機械的収縮

表1. 静脈血栓と動脈血栓の違い

	静脈血栓	動脈血栓
血栓の主体	フィブリン	血小板
血流速度	遅い	速い
病因	傷害・うっ滞	動脈硬化
血栓の色	赤色	白色
血液粘度	影響大	影響小
病態	心房内血栓症 深部静脈血栓 肺塞栓症など	脳血栓症 バージャー病 心筋梗塞など

表2. 血栓症の三大要因 (Virchowの3徴)

① 血流の変化
血液のうっ滞(手術・外傷・妊娠・心房細動) 血液粘度の増加(脱水・多血症・降圧利尿剤)
② 血管壁の異常
動脈硬化 (高血圧・肥満・ストレス・喫煙・加齢など) 炎症(さまざまな血管炎) 酸化ストレス(糖尿病など)
③ 血液性状の変化
凝固制御因子(プロテインC・プロテインS・アンチトロンビン・トロンボモデュリン)の低下 (さまざまな先天性血栓素因)
凝固因子(フィブリノゲンなど)の増加 (炎症・妊娠・悪性腫瘍・経口避妊薬など)
線溶因子(t-PA, プラズミノゲン)の低下 抗線溶因子(PAI-1)の増加 血小板の量的増加・質的異常 (血小板増多症, 発作性夜間血色素尿症など)
t-PA: 組織プラスミノゲン・アクチベーター PAI-1: プラズミノゲン・アクチベーターインヒビター-1

を失い不規則で無秩序になるため脈拍は強さも間隔も全く不規則となり(絶対性不整脈)、心拍出量も減少して心不全の原因となる。心房細動を引き起こす心疾患として従来から心臓弁膜症が知られていた。リウマチ性心臓弁膜症はその発症や弁置換術など治療の経過中に心房細動が多くみられた。しかし最近になり高齢化や生活習慣の変化から心臓弁膜症に起因しない心房細動に遭遇する機会が増えており、これらは非弁膜症性心房作動といわれる。

6・2 心房細動と易血栓性 心房細動では同期的な心房収縮がないために、心房内でも特に心耳で血液がうっ滞する。血液がうっ滞すると活性化した凝固因子が希釈されにくくなり局所的に凝固亢進状態となる。

貝原らは内因系の凝固因子である第 IX 因子を活性化する赤血球膜酵素を同定し（エリスロエステラーゼ-IX），血流うっ滞によるその活性化がトリガーとなって引き起こされる凝固反応に注目している³⁾。エリスロエステラーゼ活性は個人差が大きく，ヘマトクリットが高いほど，また高齢者ほど，さらに血流のずり速度が小さいほど活性が高くなる。また心内膜は血流によるずり応力に応答して抗血栓性のトロンボモデュリンや t-PA を発現させる。心房細動では心房内血流が低下してこれらの抗血栓活性も低下している。また非弁膜症性心房作動は炎症を背景に発症しやすいために心内膜は形態学的にも障害され血栓が付着しやすくなる。以上より高齢者に多い心房細動では易血栓性となり，とりわけ左心耳は血栓の好発部位となる¹⁾。

6・3 心原性脳塞栓の問題点 脳梗塞の発症は加齢とともに増加し，高齢化社会を迎えた我が国では脳梗塞の社会的影響がますます大きくなっている。脳梗塞は動脈硬化を基盤とするアテローム血栓性脳梗塞，穿通枝に生じるラクナ梗塞，心房細動が深く関係する心原性脳塞栓に大きく分けられる。心原性脳塞栓は近年の治療法の進歩にもかかわらず，脳梗塞のなかでも死亡率が高く，機能予後も不良である。心房細動に起因する心原性脳塞栓は栓子が大きく梗塞範囲が広い。また突然発症して短時間で梗塞が完成することが多く，側副血行路の発達も不十分で重症化しやすい。広範な梗塞部位が脳浮腫を起こすと脳ヘルニアをきたして致死的となることもある。このため心原性脳塞栓は予防が重要であり，非弁膜症性心房細動では心原性脳塞栓の発症リスクを層別化する目的で，臨床的に CHADS₂ スコアが用いられている。これはうっ血性心不全（congestive heart failure: C で 1 点），高血圧（hypertension: H で 1 点），加齢（aging: A は 75 歳以上で 1 点），糖尿病（diabetes: D で 1 点），脳梗塞の既往（stroke: S で 2 点）をスコア化して，心原性脳塞栓の発症を抑制するために抗凝固療法を行う目安とするものである（合計スコアは最大で 6 点）。

7. 抗血栓療法

7・1 抗血小板療法 抗血栓療法には抗血小板療法と抗凝固療法があり，一般に動脈血栓に対しては抗血小板療法が，静脈血栓に対しては抗凝固療法がおこなわれる。血流速度が速くずり応力が大きい動脈系では狭窄や分岐部で血小板が活性化されやすい。血小板はアラキドン酸カスケード，イノシトール脂質系，cAMP 系のいずれかの経路により最終的に細胞内 Ca²⁺が

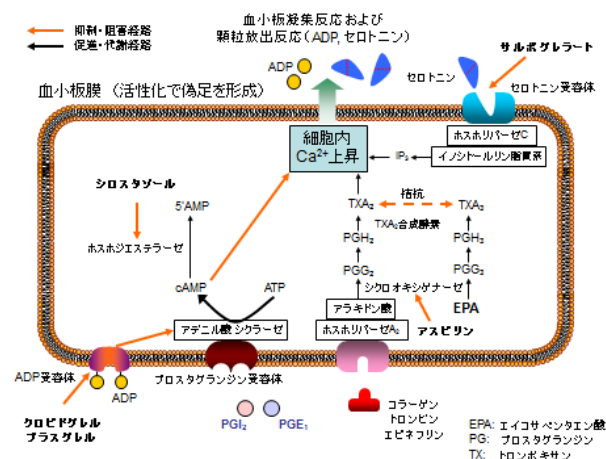


図 3. 抗血小板薬の作用機序

上昇することで活性化される。抗血小板薬はこのいずれかの経路を抑制することで血小板の活性化を抑制し，心筋梗塞や脳梗塞（アテローム血栓性梗塞やラクナ梗塞）の予防に用いられる。アスピリン（シクロオキシゲナーゼ阻害剤），クロピドグレル（ADP 受容体阻害剤），シロスタゾール（ホスホジエステラーゼ阻害剤），多価不飽和脂肪酸のエイコサペンタエン酸（アラキドン酸カスケードで代謝拮抗）などが代表である（図 3）。

7. 2 従来の抗凝固療法 静脈血栓塞栓症や心房細動にともなう心原性脳塞栓に対しては抗凝固療法が重要である。古くから抗凝固療法に使用される抗凝固薬としてワルファリンが知られている。ワルファリンはビタミン K と拮抗し，ビタミン K 依存性の凝固因子（プロトロンビン，第 VII 因子，第 IX 因子，第 X 因子）の肝臓での産生を抑制する。凝固カスケードの複数のポイントを抑制し（図 2 の点線），プロトロンビンの産生も減少することから，トロンビンバーストが抑制され強力な抗凝固作用を発現する。しかし，ワルファリンは消失半減期が長いので，凝固因子は半減期の短い第 VII 因子，次いで第 IX 因子，第 X 因子，最後に第 II 因子（プロトロンビン）の順に抑制される。さらに抗凝固活性を持つプロテイン C は最も早期に抑制されるために，投与開始や中止の際には効果が不安定になる（ワルファリンジレンマ）。

また，ワルファリンはビタミン K と拮抗するため，ビタミン K を含有する食品（納豆や緑黄色野菜など）の摂取により効果が減弱したり，他の薬剤との相互作用が無視できない。出血の危険性のある血中濃度域に対する抗凝固作用を示す血中濃度比を安全域とした場合，ワルファリンは安全域が狭いためプロトロンビン時間によって抗凝固能をモニターし，これを指標にワルファリンの投与量を頻繁に調節する必要がある。加

えて催奇形性があり、ワルファリンに抵抗性を示す症例（ワルファリンレジスタンス）もあり、臨床的には使用法が煩雑な薬剤であるといえる。

抗凝固療法は病的血栓の発生を予防する目的で行われる。しかし病的血栓の発生機序は生理的な止血機構と大きな違いがない以上、抗凝固薬は出血性の有害事象と不可分である。ワルファリンは古くから使われてきた抗凝固薬であるが、最大の欠点は脳出血という副作用にある。脳出血は時に致命的であり、脳は自身の出血予防のため生理的に TF を豊富に含有しているが、ワルファリンは TF と複合体を形成して外因系の凝固系をスタートさせる第 VII 因子を抑制する（図 2 の点線）。このためいったん脳出血を起こすと止血機構が作動することなく、出血巣が拡大しやすい。このためワルファリンによる抗凝固療法は塞栓予防と出血予防のリスクとベネフィットを考慮して、CHADS₂ スコアの 2 点以上で推奨されることが日本循環器学会の抗凝固療法ガイドラインで示されている（図 4）³⁾。

7・3 新たな抗凝固療法 このような状況に対して近年ビタミン K に依存しない新たな経口抗凝固薬が次々と登場している。これらは当初 new oral anticoagulant, novel oral anticoagulant, non-vitamin K oral anticoagulant（いずれにしても NOAC と略される）などとよばれたが、最近では direct oral anticoagulant (DOAC) とよばれている。第 Xa 因

子はプロトロンビンをトロンビンへ変換し、内因系と外因系の合流点を共通系へと移す重要な凝固因子である。DOAC はこの共通系にある一因子のみを標的としてこれを直接阻害する分子標的薬である。2011 年 3 月に直接トロンビン阻害薬であるダビガトランが発売され、経口 Xa 因子阻害薬として 2012 年 4 月にリバーロキサバンが、2013 年 2 月にアピキサバンが発売された。2011 年 7 月に静脈血栓塞栓症に対する治療薬として発売された Xa 因子阻害薬エドキサバンも 2014 年 9 月に非弁膜症性心房細動に対して効能追加がなされた。これらにより、心房性脳塞栓症に対する経口的な抗凝固療法は従来からあるワルファリンをも含めて多剤選択の時代に入ったといえる。

8. DOAC の作用機序

ワルファリンは複数のビタミン K 依存性凝固因子の肝臓での産生を抑制する。これに対して DOAC は凝固カスケードの特定のステップを分子標的として、これを特異的に阻害する。Xa 因子阻害薬はタンパク分解酵素（セリンプロテアーゼ）である第 Xa 因子の活性部位を選択的、競合的、可逆的に阻害する。一分子の第 Xa 因子は約 1,000 分子のトロンビンを産生することから、第 Xa 因子を阻害するとトロンビン（凝固因子としては IIa 因子）の爆発的な生成が間接的に抑制される。ま

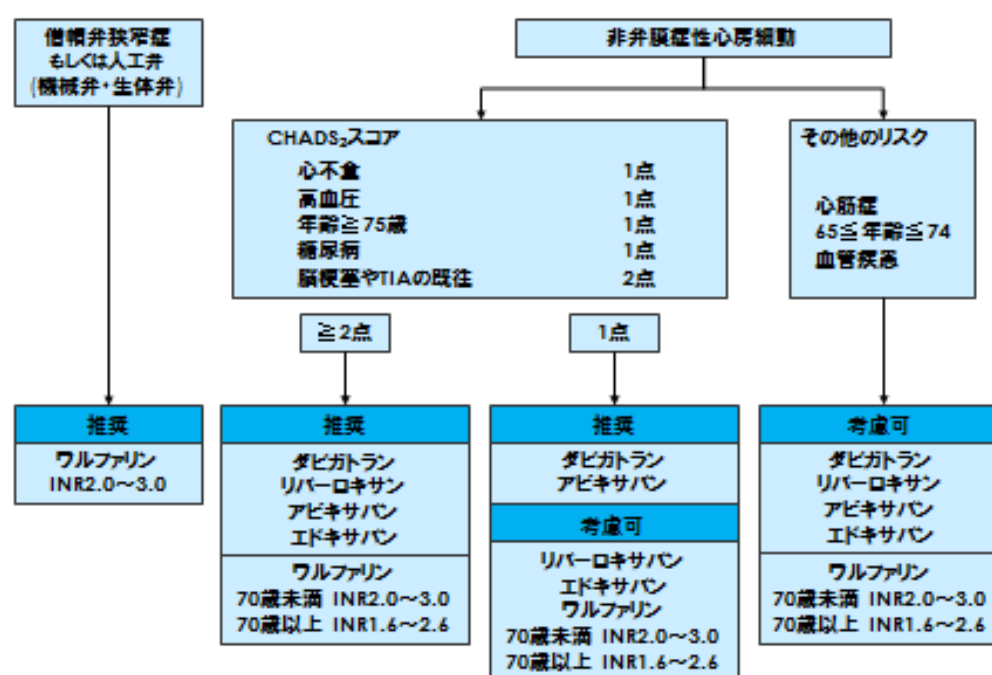


図 4. 心房細動における抗凝固療法（文献 3 より引用）

たダビガトランは直接的トロンビン阻害薬であり、トロンビンの活性部位に競合的かつ可逆的に直接結合することによってトロンビン活性を抑制し、フィブリノゲンをフィブリンに変換する触媒反応を阻害する（図 2 の破線）。凝固系は単純なカスケードではなくさまざまな調節系を持つ。したがって凝固系の分子標的薬である DOAC が作用してもこれらの調節系が過度な抗凝固作用への抑止力として作用する。フィブリノゲンはトロンビンによりフィブリンへと変換され、トロンビンにより活性化された第 XIIIa 因子はフィブリン間を架橋することで、フィブリン血栓を安定化させる（図 1 の点線）。Xa 因子阻害薬（リバーロキサバン・アピキサバン・エドキサバン）はトロンビンの作用を直接阻害するものではなく、第 Xa 因子を阻害することでトロンビンの生成を抑制する。したがってフィブリンと結合したトロンビンは抑制されず、残余トロンビンによる止血機構は保持される。一方の直接的抗トロンビン薬（ダビガトラン）では残余トロンビンによる止血機構は期待されないが、トロンビンとトロンボモデュリンの複合体へも作用して抗血栓性のプロテイン S の生成が低下することで過度な抗凝固作用が抑止される。いずれの DOAC も適度な歯止めを持った抗凝固薬といえる。

9. DOAC の有用性

DOAC はいずれもワルファリンより有効性（心原性脳塞栓の予防）と安全性（脳出血などの有害事象の抑制）において少なくとも同等か（臨床統計学では非劣性）より優れている。これらはワルファリンを対照とした複数の大規模な第 III 相国際共同試験で明らかにされた。これによって 2013 年に改訂された日本循環器学会における心房細動薬物療法ガイドラインでは、DOAC の適応が CHADS₂ スコアの低スコアにも広がった⁴⁾。具体的に CHADS₂ スコア 1 点ではワルファリンのリスク（脳出血などの出血性事象）とベネフィット（脳塞栓の予防効果）が拮抗するために、従来ワルファリンの適応はなかった。しかし DOAC の有効性と安全性により、改訂ガイドラインではこれらの症例でもダビガトランとアピキサバンが推奨されるようになった（図 4）。また、心房内血栓と同様に静脈血栓塞栓症もフィブリン血栓が主体で、従来ワルファリンしか治療薬はなかった。DOAC のうちアピキサバンとエドキサバンは非弁膜症性心房細動における心原性脳塞栓の予防のみならず、静脈血栓塞栓症の治療に対しても適応が追加された。

ワルファリンと比較した場合、DOAC に共通した利点として薬物代謝の半減期が短く投薬の開始や休薬による効果の発現と消失が迅速であること、内服方法が容易であること、抗凝固能のモニター（定期的な採血）が不要であること、脳出血イベントが少ないこと（起きても軽症であること）などがある。日本人を含むアジア人は脳出血の発症率が欧米人より高いので、DOAC がワルファリンに比べて脳出血イベントを抑制した点は大きなメリットといえる。DOAC に脳出血が少ない要因として、上記の凝固抑制に対する歯止めがあり、消失半減期が短く血中濃度に最大値（ピーク）と最小値（トラフ）があること、安全域（出血用量/抗血栓用量）が広いこと（DOAC は 4～5 でワルファリンは 1.3 程度）、脳に豊富な TF と結合して外因系凝固カスケードを開始させる第 VII 因子を DOAC は抑制しないので出血しても外因系の凝固カスケードが働いて止血されやすいことなどが挙げられる。トロンビンには血小板の活性化作用もあるために DOAC はある程度の抗血小板作用も期待される。しかし一方で、腎排泄性のものが多いため投薬の適応や投薬量に腎機能（一部には年齢や体重）の制約があること、中和剤（ダビガトランに対する idarucizumab や Xa 因子阻害薬に対する andexanet alpha）の市場化が遅れており出血性合併症に対する対策が万全ではないこと、薬価が高価であること、などの問題点も持つ。また DOAC は非弁膜症性心房細動における心原性脳塞栓の予防を目的に使用されるが、弁膜症性心房細動には適応がなく従来通りワルファリンのみが使用される⁴⁾。

10. DOAC と血栓の性状

血液凝固は連鎖的な酵素反応のみが注目されるが、血液レオロジーではフィブリン間の分子架橋による血栓の安定化や、血栓の増大・融合、その後の線溶系の活性化による血栓の溶解、脆弱化や崩壊が重要である。微小血栓の表面にも第 Xa 因子やトロンビンが存在する。第 Xa 因子は血栓表面でトロンビンを生成し、トロンビンは血栓表面で活性化した血小板を吸着し、フィブリンを生成する。これらを繰り返すことで血栓は次第に増大・発育する。したがって第 Xa 因子やトロンビンを直接阻害する DOAC は、血栓形成の予防と同時に治療の役割も持つ。DOAC を投与中に左房内血栓が消失する例は臨床的にもしばしば経験される。また増大しない血栓にはかかる流圧も小さく、塞栓症を起こす危険性は小さくなる。万一塞栓

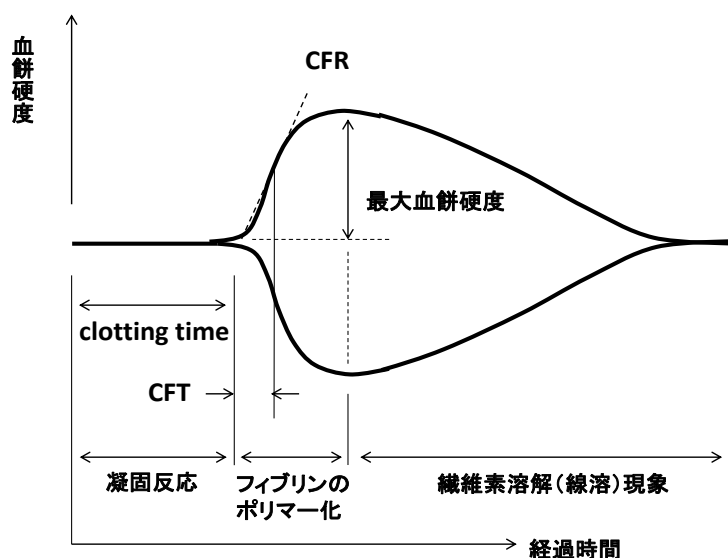
症を起こしても、栓子が小さければ流血中で溶解される可能性も大きい。

In vitro で全血を攪拌しながらビンとキュベットの間で血餅が形成される過程を経時的にモニターする検査がトロンボエラストグラムである(図5)。血液凝固時間・血餅形成時間・最大血餅硬度・線溶系による血餅の溶解過程などを総合的に評価する動的粘弾性測定法として臨床応用される⁵⁾。Dias らはDOAC(ダビガトラン、リバーロキサバン、アピキサバン)の存在下で健常者の血餅形成過程をトロンボエラストグラムを用いて比較検討している⁶⁾。血餅が形成されるまでの凝固時間と血餅形成時間はいずれのDOACでも対照に比べて用量依存的に延長したが、ダビガトランはXa阻害薬に比べてより低濃度から凝固時間と血餅形成時間を延長させ、延長の程度も著しかった。また血餅硬度の増加率もダビガトランにより低下したが、Xa阻害薬では変わらなかった。これらのトロンボエラストグラムの結果は、凝固カスケードという酵素反応で生成されたフィブリンの非酵素的な架橋形成やフィブリン網の力学的性質がXa阻害薬より直接抗トロンビン薬によってより修飾されやすいことを示唆している。トロンビンには第Va因子を介したポジティブフィードバック機構や、第XIIIa因子を介したフィブリン血栓

の安定化機構があるが(図1)、直接抗トロンビン薬はこれらのフィブリンの生理作用を抑制する点がトロンボエラストグラムの結果に反映された可能性もある。以上はin vitro で全血が血餅収縮する過程へのDOACの影響を観察したものであり、血管や心房内での血栓形成過程ではないが、血栓そのもののソフトマターとしての性状にもDOACが影響する可能性や、その影響が各DOACによって違いがある可能性を示すものである。

1.1. DOACの今後の課題

DOACは市場化されて日が浅く市販後調査がされている状況である。止血機構や血栓形成は感染・炎症・免疫系の制御とも関係する。プロトロンビン(第II因子)から第Xa因子により産生されるトロンビン(第IIa因子)は増幅経路の最後に位置する重要な凝固因子であるが、凝固系に関与するだけでなく、血小板を活性化して好中球を出血箇所に浸潤させる急性効果や、血管内膜や平滑筋を増殖させる長期的効果も報告されている⁷⁾。止血後の創傷治癒や組織修復を一連の生体防御反応と考えるとトロンビンの凝固以外の生理作用は合目的である。この点はDOACが凝固に連動した炎症・免疫反応にも何らかの影響をおよぼす可能性を示している。DOACは静脈血栓塞栓症



clotting time: clot(血餅)が形成され始めるまでの時間

CFT(clot forming tme): 血餅形成時間

CFR(clot forming rate): 血餅硬度の増加率

図5. トロンボエラストグラムの模式図(文献6より引用改変)

や心原性脳塞栓の予防や治療に広く使用されつつあり、長期的に服用する薬物である。DOAC が慢性的な炎症反応の結果としての動脈硬化や心房細動の発生自体にどのように多面的な影響を及ぼすのかについては今後の検討が必要である。

12. 結言

血液凝固は複雑であるが、最終的には①トロンビンがフィブリノゲンをフィブリンに変換するまでの酵素反応の連鎖と、②それ以降のフィブリンの重合によるゲル化と網目構造の形成からなる。病的血栓が生理的な止血機構を利用して形成される以上、抗凝固薬は出血という有害事象と不可分である。最近、血液凝固の共通系の一因子のみを標的にこれを直接阻害する分子標的薬として DOAC が市場化されて以降、静脈血栓塞栓症や非弁膜症性心房細動における心原性脳塞栓症（ともにフィブリン血栓）に対する抗凝固療法にはパラダイムシフトが起きつつあるといえる。血液レオロジーの観点からは酵素反応としての凝固反応が終わり、非酵素的なフィブリンの安定化やゲル化を DOAC がどのように修飾するかが重要である。この点は、DOAC を含む抗凝固薬が血栓の予防薬であると同時に治療薬（血栓の消失）にもなり得ることに対して貴重な示唆を与える。血栓や止血が感染や炎症の制御、免疫系の誘導にも関連する生体防御機構である以上、DOAC もこれらに何らかの影響をおよぼす可能性が示唆されるが、詳細は今後の研究を待たねばならない。

利益相反

COI 開示: エーザイ (株) より研究費と講演料, 日本ベーリンガーインゲルハイム (株), バイエル薬品 (株), 第一三共 (株) より講演料。

文 献

- 1) 丸山 征郎: 抗凝固療法の基礎, 臨床と研究, **90**, 1186-1190, 2013.
- 2) Umer Usman, M. H., Raza, S., Raza, S. and Esekowitz, M.: Advancement in antithrombotics for stroke prevention in atrial fibrillation. *J. Interv. Card. Electrophysiol.*, **22**, 129-137, 2008.
- 3) 循環器病の診断と治療に関するガイドライン 2012 年度合同研究班: 心房細動治療 (薬物) ガイドライン (2013 年改訂版), http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2013_inoue_h.pdf
- 4) Kaibara, M., Iwata, H., Ujiie, H., Himeno, R. and Kaibara, M.: Rheological analyses of coagulation of blood from different individuals with special reference to procoagulant activity of erythrocytes. *Blood Coagul. Fibrinolysis*, **16**, 355-363, 2005.
- 5) 貝原 眞: 血液凝固のレオロジー, 「バイオレオロジー」, 貝原 眞, 坂西 明郎編, 米田出版, 1999, pp. 83-102.
- 6) Dias, J. D., Norem, K., Doorneweerd, D., Thurer, R. L., Popovsky, M. A. and Omert, L. A.: Use of thromboelastography for detection of new oral anticoagulants. *Arch. Pathol. Lab. Med.*, **139**, 665-673, 2015.
- 7) 浦野 哲盟: 凝固・線溶系の多彩な生理作用, 「血栓形成と凝固・線溶-治療に生かせる基礎医学」, 浦野 哲盟, 後藤 信哉編, メディカル・サイエンス・インターナショナル, 2013, pp. 18-114.

研究室紹介：長崎大学大学院 水産・環境科学総合研究科 海洋生体物質科学講座 食品設計学研究室

市川 寿*

長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科海洋生体物質科学講座は、食品学、食品衛生学、微生物学、栄養学、食品製造学を専門とする教員 10 名が所属する大講座で、博士前期及び後期課程水産学専攻の大学院生並びに水産学部水産学科物質科学講座の学部生を預かっている。筆者の携わる食品設計学研究室は、昭和 24 年に長崎大学水産学部が設置されて以降、研究室名称を、水産製造学から水産化学、食品化学、水産利用学、そして食品設計学へと変遷させてきた。その課程において、昭和 40 年代後半、食品化学～水産利用学研究室の時代に、田端義明先生が九州大学農学部より食品物性学の研究手法を導入され、以後は、食品化学と食品物理学の両分野にまたがりながら“主として水産物の食品科学を教育研究する体制”を維持している。食品設計という用語は、食品素材を知り様々な食品製造法を考えるのみならず、食品中の有用成分（栄養素のみではなく機能性成分も含めて考える）が効率的に体に摂取され、有効に機能するまでの手法を考えるという意味を持たされている。これは、1980 年代からアメリカで癌征圧を目途に実施された“デザイナーフーズ プログラム”に由来して生まれた定義である。疾病予防を図る食品づくりを後押しし、また、高齢化社会に対応させた食品の品揃えを拡大してゆく事もこの食品設計の課題になっている。

一方、私共が携わる研究分野に要求される今後

の課題をグローバルな視点で見越してみると、現在に至る爆発的な世界人口増は食糧供給量（生産と分配）の拡大に成功を重ねた結果に基づいている訳で、現在のところ、約 70 億人の世界人口が、欧州、米州、アフリカ、アジアの各地域に 1:1:1:4 の割合で居住し生活している状況に至っている。そして今後、食糧生産と分配が継続して成功してゆけば、2050 年頃には総人口が 90 億人程度に増加し、上述の割合は 1:1:2:5 となる事が予測されている。このことから、グローバルな食の問題は、特にアジアとアフリカに於ける若年層の増加に対処すべき事が求められるのである。この状況に鑑み、私共は、長崎大学が長年にわたり取組んでいるアフリカ、ケニア共和国における医療分野での協働的研究活動に付加される形で新たに設けられた“水産食糧資源の持続的な獲得と利活用手法の効率化、多次元化を促す研究”に参画をしてきた。この研究活動の概要は長崎大学国際連携研究戦略本部（CICORN）のホームページなどで紹介されているので、ご覧頂ければ幸いである。現地に立ってみると、社会的弱者の飢餓と富裕層の過栄養が同居する複雑な食環境にある状態が認知でき、一人一人が質の良い食糧を必要だけ得る事の難しさも再認識できた。研究室における今後の約十年は、食資源の掘り起こしと食品化を、食品の二次機能（感覚機能）の制御と最適化を見据えながら進展させていくつもりである。

*長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科[〒852-8521 長崎市文教町 1-14]

第39回日本バイオレオロジー学会年会優秀ポスター賞を受賞して

岡本 理花*

1. はじめに

この度は、第39回日本バイオレオロジー学会年会におきまして、優秀ポスター賞を受賞する荣誉に預かり、大変光栄に感じております。本紙面をお借りして受賞となった研究内容をご紹介します。

2. 研究内容

細胞の同期現象や脂質膜のゲル-液晶相転移に見られるように、水溶液中で観測される生体分子・天然分子の転移現象は生体内の機能に深く関わっていると考えられています。この度受賞となりました研究は、水溶性多糖シゾフィランが水溶液中で起こす秩序-無秩序転移について、側鎖を過よう素酸、亜塩素酸によって化学修飾した際の影響を調査したものです。

シゾフィランは水溶性の天然多糖です。この多糖の三本の主鎖は剛直な三重らせんを形成し、側鎖は三重らせんの外側を向いています。低温では、水分子との水素結合により側鎖は秩序ある溶媒和構造を形成し、昇温でその溶媒和が無秩序となることで転移が起こります。この転移における側鎖の役割をより明確にするために、選択的に酸化反応を行える過よう素酸酸化に注目しました。過よう素酸酸化は、多糖の化学構造の推定や、水、有機溶媒への溶解性の向上を目的として行われています。また、機能性の官能基を導入した多糖の合成のための第1ステップの反応として用いられています。多糖の化学修飾はドラッグデリバリーシステムへの応用や免疫機能への効果の変化を利用した生体材料への利用が行われており、生体内の変形と流動を扱うバイオレオロジーとの関連にお

いても、今後大きな発展の可能性があると考えられます。その意味で、化学修飾に対する多糖鎖の分子形態や物理化学的性質への影響についての基礎的検討を行うことは非常に重要であると考えられます。

シゾフィランの酸化反応に用いた過よう素酸酸化は、側鎖グルコースの隣接ジオールを持つ炭素-炭素結合のみを開裂し、アルデヒド型の誘導体を生成します。この反応で生じたアルデヒド基を亜塩素酸によってカルボキシ基へ酸化し、中性のシゾフィランとは異なるイオン性の誘導体であるカルボン酸型シゾフィラン(Sclerox)を合成できます。現在、私たちは反応条件を十分に検討し、酸化度の異なる試料を合成しています。図1はScleroxの化学構造です。

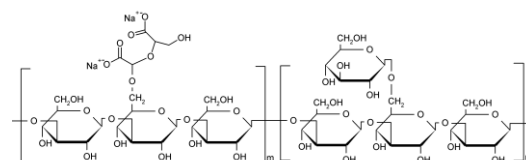


Fig. 1 Chemical structure of carboxylated schizophyllan.

Sclerox 水溶液の秩序-無秩序転移を調べるために旋光度と示差走査熱量測定(DSC)を行いました。また、合成した試料についてはサイズ排除クロマトグラフィーに光散乱検出器を繋げたSEC-MALS法で分子量を測定し、合成した試料が三量体であることを確認しました。DSC測定の結果、シゾフィランでは17℃付近に現れたピークが酸化した試料では低温に移動し、そのピーク温度はScleroxの酸化度の増加とともに低温に移動していること

*群馬大学大学院理工学府理工学専攻 [〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1]

がわかりました。転移エンタルピー ΔH_f を求めると酸化度の増加に伴い ΔH_f の減少が観察されました。また、旋光度測定では、転移に伴い旋光度が大きく変化しました。この変化は DSC 測定で得られたデータと一致することがわかりました。シゾフィランの秩序-無秩序転移の解釈のために用いた統計力学理論を適用することで、酸化反応により三量体中に末端と同じ働きをするユニットが生じ、秩序構造の長さが減少することでこれらの実験データを説明できることがわかりました。

Sclerox の水和構造の理解とそれから得られる構造制御の方法論により、ドラッグデリバリーなどの応用における分子設計がより精密になることが期待されます。

3. 優秀ポスター賞を受賞して

今回このような賞を頂くことができ、大変光栄です。現在は溶媒を変えたときの Sclerox の水和構造の変化を調べる研究を行っています。今後はさらに研究を進め、新しい成果が得られるよう努めたいと思います。

4. 謝辞

本研究を行うにあたり、ご指導・ご助言頂きました群馬大学大学院理工学府の土橋敏明教授と吉場一真助教にこの場をお借りして感謝申し上げます。

The 12th World Congress on Computational Mechanics, The 6th Asia-Pacific Congress on Computational Mechanics に参加して

山田 宏*

2016 年 7 月 24 日～29 日の 6 日間、韓国のソウルにあるコンベンション・センターCoex で計算力学の国際会議が開催された。会議では数多くのミニシンポジウムが 10 分野で企画され、Biological Systems という分野では次の 21 のミニシンポジウムが企画されていた（末尾の括弧内は演題数）。

[MS001] Advances in Modeling and Simulation of Population Dynamics and Tumor Growth (6), [MS003] Bio, Nano and Micro Mechanics and Materials (10), [MS004] Biofluids (12), [MS005] Biomechanical Modelling for Cell and Tissue Mechanics (6), [MS006] Brain Mechanics (6), [MS007] Computational Bio and Bio-inspired Mechanics from Nano to Micro (11), [MS009] Computational Biology and Its Applications (6), [MS010] Computational Biomechanics (23), [MS011] Computational Biomechanics in Speech and Swallowing (6), [MS012] Computational Biomechanics of Impact and Injury (7), [MS013] Computational Cell Mechanobiology (10), [MS014] Computational Mechanics and Systems Biology in Mechanobiology (6), [MS016] Computational Mechanobiology of Bone (11), [MS017] Computational Modeling of Biological Growth: Morphology, Pattern Formation and Tumor Growth (10), [MS018] Computational Modelling and Experimental Quantification of Mechanobiological Systems (11), [MS019] Computational Nanomedicine: From in Silico to in Vivo (6), [MS020] Continuum Mechanical Models of Coupled Phenomena in Biological Tissue (5), [MS022] Direct and Inverse

Methods for Cardiovascular and Pulmonary Biomechanics (10), [MS024] Modeling of Arteries in Health and Disease (10), [MS025] Nonlinear Cardiac Dynamics and Multiphysics Coupling (3), [MS029] The Synergy of Mechanics-Based Imaging (5).

バイオレオロジーに関係のある分野として Computational Fluid Dynamics や Fluid-Structure Interaction and Contact があり、生体計測では個体差が見られるので Error Estimation and Uncertainty Quantification も関係があると言えよう。計算力学の大家の Prof. Thomas J.R. Hughes による Closing Lecture では生体関連の研究が含まれていた。また、Semi Plenary では Prof. Yuan Tong Gu が赤血球の変形能と加齢に関して講演した。

会議は Plenary (Opening, Closing) Lecture 13 件, Semi Plenary Lecture 24 件のほか、口頭発表（ミニシンポジウム）とポスター発表からなっていた。通常、午前には 8 時半から Plenary Lecture 3 つ, Parallel Session 1 つがあり、午後は 2 時から 7 時近くまで Semi Plenary 2 つ, Parallel Session 1 つ, Poster Session 1 つ, Parallel Session 1 つがあった。

私自身は連日基調講演を聴くことで計算力学に関する様々な手法や応用について知ることができた。また、生体関連のミニシンポジウムは、計算力学の観点からじっくり考えるよい機会であった。

Coex の広い区画には大きな会議・展示場から小さな会議室があり、さらに商業施設もあって便利だった。その分、基調講演の会場と他の講演室は離れていてよく歩いた。余談だが、会期の 7 月 27 日は暑気払いで滋養食を食べる日に当たっていて、偶然入った店で私もその食事を楽しめた。

*九州工業大学大学院生命体工学研究科 [〒808-0196 福岡県北九州市若松区ひびきの 2-4]

日本バイオレオロジー学会の最近20年の歩み

1997年から2016年までの20年間に渡る本学会の歩みを記しました。1997年以前については「日本バイオレオロジー学会の歩み」（本誌第10巻第4号，1996年12月25日発行）をご参照ください。

学会の設立

1977年12月17日（会則発行日）

会長・理事長，事務局長・事務局担当，事務局の所在地

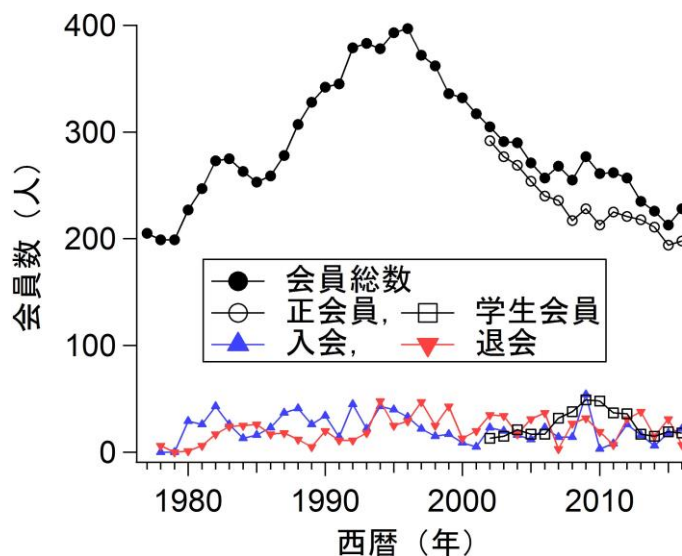
年度		会長・理事長	事務局長・事務局担当	事務局所在地
1997	平成 9	谷口 興一（群馬県立循環病センター）	事務局長 大島茂（群馬県立循環病センター）	群馬県前橋市亀泉町甲 3-12 県立循環器病センター内
1998	平成 10			
1999	平成 11			
2000	平成 12	貝原 眞（理化学研究所）	幹事会を組織	埼玉県和光市広沢 2-1 理化学研究所 超分子科学研究室内
2001	平成 13			
2002	平成 14			
2003	平成 15			
2004	平成 16	内村 功（東京医科歯科大学）		東京都文京区湯島 1-5-45 東京医科歯科大学 内分泌・代謝内科内
2005	平成 17			
2006	平成 18			
2007	平成 19			
2008	平成 20	谷下 一夫（慶應義塾大学）	谷下 一夫（慶應義塾大学）	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
2009	平成 21			
2010	平成 22		土橋 敏明（群馬大学）	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 高分子物理研究室内
2011	平成 23			
2012	平成 24			
2013	平成 25	土橋 敏明（群馬大学）	丸山 徹（九州大学）	福岡県春日市春日公園 6-1 九州大学基幹教育院 キャンパスライフ・健康支援センター内
2014	平成 26			
2015	平成 27	関 眞佐子（関西大学）		
2016	平成 28			

2000年度から事務局長は置かないことにした。また，2010年度から副理事長一名が事務局を担当することにした。

会員数の推移

年度		入退会者数		会員数		
		入会	退会	正会員	学生会員	合計
1977	昭和 52					205
1978	昭和 53	0	6			199
1979	昭和 54	0	0			199
1980	昭和 55	29	1			227
1981	昭和 56	26	6			247
1982	昭和 57	43	17			273
1983	昭和 58	26	24			275
1984	昭和 59	13	25			263
1985	昭和 60	16	26			253
1986	昭和 61	23	17			259
1987	昭和 62	37	18			278
1988	昭和 63	41	12			307
1989	平成 1	26	5			328
1990	平成 2	34	20			342
1991	平成 3	14	11			345
1992	平成 4	45	11			379
1993	平成 5	22	18			383
1994	平成 6	43	48			378
1995	平成 7	40	25			393
1996	平成 8	33	29			397
1997	平成 9	22	47			372
1998	平成 10	15	25			362
1999	平成 11	17	43			336
2000	平成 12	9	13			332
2001	平成 13	5	20			317
2002	平成 14	23	35	292	13	305
2003	平成 15	20	34	277	15	291
2004	平成 16	16	17	269	21	290
2005	平成 17	12	31	254	17	271
2006	平成 18	23	37	240	17	257
2007	平成 19	14	3	236	32	268
2008	平成 20	14	27	217	38	255
2009	平成 21	54	32	228	49	277
2010	平成 22	3	19	213	48	261
2011	平成 23	8	7	225	37	262
2012	平成 24	26	31	221	36	257
2013	平成 25	16	38	218	17	235
2014	平成 26	6	15	211	15	226
2015	平成 27	18	31	194	19	213
2016	平成 28	22	7	198	18	228*

*総会開催時点.



年会

回	会期	年会長 (所属)	場所	発表 件数
20	1997.6.5-6	増田 善昭 (千葉大・医)	千葉大学けやき会館 (千葉市)	49
21	1998.6.11-13	前田 信治 (愛媛大・医)	エスポワール愛媛文教會館 (松山市)	38
22	1999.6.10-11	貝原 眞 (理研)	理化学研究所 鈴木梅太郎記念ホール (和光市)	44
23	2000.6.8-9	辻岡 克彦 (川崎医大)	倉敷公民館 (倉敷市)	38
24	2001.6.7-8	谷下 一夫 (慶應義塾大)	慶應義塾大学理工学部矢上キャンパス (横浜市)	51
25	2002.6.6-7	大橋 俊夫 (信州大)	信州大学旭会館 (松本市)	40
26	2003.6.5-6	西成 勝好 (大阪市立大)	大阪市立大学学術情報総合センター (大阪市)	48
27	2004.6.10-11	内村 功 (東京医歯大)	東京医科歯科大学特別講堂 (東京)	51
28	2005.7.7-8	佐藤 正明 (東北大)	東北大学マルチメディア教育研究棟 (仙台市)	43
29	2006.6.15-16	丸山 徹 (九州大)	九州大学 医学部・コラボステーション (福岡市)	36
30	2007.6.14-15	佐々木 直樹 (北海道大)	北海道大学 学術交流会館小講堂 (札幌市)	58
31	2008.6.5-6	安藤 譲二 (東京大)	東京大学 理学部 小柴ホール (東京)	43
32	2009.6.4-5	土橋 敏明 (群馬大)	桐生市市民文化会館 (桐生市)	87
33	2010.6.3-4	氏家 弘 (東京労災病院)	理化学研究所 鈴木梅太郎記念ホール (和光市)	76
34	2011.6.3-4	関 眞佐子 (関西大)	関西大学 100 周年記念会館 (吹田市)	107
35	2012.5.31-6.2	佐藤 恵美子 (新潟県立大)	新潟市 朱鷺メッセ (新潟市)	77
36	2013.6.6-8	工藤 奨 (九州大)	九州大学 西新プラザ (福岡市)	68
37	2014.6.5-6	大島 まり (東京大)	大宮ソニックシティビル 4F 市民ホール (さいたま市)	94

38	2015.6.6-7	吉田 雅幸（東京医歯大）	学術総合センター（東京）	64
39	2016.6.18-19	後藤 信哉（東海大・医）	東海大学校友会館（東京）	86

発表件数は、特別講演、シンポジウム、一般講演を含む。

シンポジウム・討論会

- レオロジー討論会（主催：日本レオロジー学会，日本バイオレオロジー学会）

回	会期	場所
45	1997.10.7～9	宮崎厚生年金会館（宮崎市）
46	1998.8.29～31	酪農学園大学（江別市）
47	1999.10.20～22	大阪大学 コンベンションセンター（吹田市）
48	2000.9.25～27	高知大学 朝倉キャンパス（高知市）
49	2001.10.24～26	神戸大学神戸百年記念館及び瀧川学術交流会館（神戸市）
50	2002.10.9～11	長岡グランドホテル（長岡市）
51	2003.9.17～19	奈良女子大学（奈良市）
52	2004.9.22～24	弘前大学（弘前市）
53	2005.11.28～30	豊橋技術科学大学（豊橋市）
54	2006.10.4～6	九州大学筑紫キャンパス（春日井市）
55	2007.11.1～3	金沢大学角間キャンパス南地区 自然科学本館（金沢市）
56	2008.10.6～8	朱鷺メッセ（新潟市）
57	2009.10.5～7	宇部全日空ホテル（宇部市）
58	2010.10.4～6	仙台国際センター（仙台市）
59	2011.10.6～8	桐生市市民文化会館（桐生市）
60	2012.9.26～28	名古屋大学 東山キャンパス（名古屋市）
61	2013.9.25～27	山形大学 工学部（米沢市）
62	2014.10.15～17	福井市地域交流プラザ（AOSSA）（福井市）
63	2015.9.23～25	神戸大学 工学部（神戸市）
64	2016.10.28～30	大阪大学 豊中キャンパス（豊中市）

- バイオレオロジー・リサーチ・フォーラム

担当：山本 希美子（東京大学）

回	開催日	オーガナイザー	講演者	場所	テーマ
1	2009.3.4	村田 忠義	前田 信治（愛媛大）， 関 眞佐子（関西大）	慶應義塾大学日吉 キャンパス	血液のレオロジー と微小循環
2	2009.6.3	土橋 敏明（群馬大）	一杉 正仁（獨協医科大）， 瀧上 昭治（群馬大）	桐生市市民文化会 館（第32回年会）	食生活のレオロジ ー
3	2009.9.29	氏家 弘（東京 労災病院）	氏家 弘（東京労災病 院），島野 健仁郎（東京 都市大）	東京女子医大	脳外科医療とバイ オレオロジー
4	2009.12.3	山本 希美子 （東京大）	須藤 亮（慶應義塾大 学），西村 智（東京大学）	東京大学本郷キャ ンパス	血管生物学とバイ オレオロジー

5	2010. 3.13	貝原 眞(理化学研究所)	林 義人 (ソニー(株)マテリアル研究所), 喜多 理王 (東海大)	慶應義塾大学日吉キャンパス	バイオレオロジー関連分野の測定法の基礎とその応用
6	2010. 9.9	森高 初恵(昭和女子大)	神山 かおる (食品総合研究所), 西成 勝好 (大阪市立大)	東京医科歯科大学	食品のレオロジー特性とテクスチャーコントロール
7	2010. 12.2	福井 彰雅(北海道大)	細谷 浩史 (広島大), 小畑 秀一 (北里大)	東京大学本郷キャンパス	細胞の挙動とレオロジー
8	2011. 3.8	一杉 正仁(獨協医科大)	岡崎 登志夫 (北里大), 渡邊 英明 (自治医科大)	東京大学本郷キャンパス	血液レオロジーと臨床医学への応用
9	2011. 6.2	須藤 亮(慶應義塾大)	松永 行子 (東京大), 益田 泰輔 (名古屋大)	関西大学 (第 34 回年会)	微細加工技術とバイオレオロジー
10	2011. 9.8	吉田 雅幸(東京医科歯科大)	三田 智也 (順天堂大), 岸田 晶夫 (東京医科歯科大)	東京医科歯科大学湯島キャンパス	血管炎症反応の解明とバイオレオロジー
11	2011. 12.2	外山 吉治(群馬大)	窪田 健二 (群馬大), 林 史夫 (群馬大)	東京大学本郷キャンパス	分子集合とバイオレオロジー
12	2012. 3.8	望月 精一(川崎医療福祉大)	永井 豊 (日本光電工業(株)), 山本 智幸 (フクダ電子(株))	東京大学本郷キャンパス	バイオレオロジー系ME機器の開発
13	2012. 5.31	佐藤 恵美子 (新潟県立大)	神山 かおる (農業・食品産業技術総合研究機構), 船見 孝博 (三栄源エフ・エフ・アイ(株))	朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター (第 35 回年会)	バイオレオロジーと食品テクスチャー
14	2012. 9.8	山本 希美子 (東京大)	成瀬 啓治 (岡山大), 曾我部 正博 (名古屋大)	名古屋大学東山キャンパス (第 60 回レオロジー討論会)	急速展開するメカノバイオロジー
15	2012. 11.30	佐々木 直樹 (北海道大)	斉藤 充 (東京慈恵会医科大)	慶應義塾大学三田キャンパス (35 周年記念シンポジウム)	骨とバイオレオロジー
16	2013. 3.8	大橋 俊朗(北海道大)	東藤 貢 (九州大), 田中 賢 (山形大)	東京大学本郷キャンパス	バイオマテリアルと細胞応答
17	2013. 6.6	工藤 奨(九州大)	木戸秋 悟 (九州大), 山西 陽子 (芝浦工業大)	九州大学西新プラザ (第 36 回年会)	細胞操作技術の新展開
18	2013. 9.27	牧野 真人(山形大)	古川 英光 (山形大), 田中 賢 (山形大)	山形大学工学部 (第 61 回レオロジー討論会)	生体界面にフィットするソフト材料
19	2013. 12.5	岩崎 清隆(早稲田大)	村松 剛毅 (東京女子医科大), 佐伯 壮一 (大阪市立大)	早稲田大学先端生命医科学センター TWIns	先端材料の生体応と非侵襲計測法
20	2014. 3.7	田地川 勉(関西大)	中村 真人 (富山大), 繁富 (栗林) 香織 (北海道大)	関西大学東京センター 会議室	バイオアッセンブラ、バイオファブリケーション

21	2014. 6.5	山本 希美子 (東京大)	東 浩介 (順天堂大), 増田 弘毅 (雄勝中央病 院)	大宮ソニックシテ ィビル・市民ホール	病理学的視点から 広がる新たなバイ オレオロジー
22	2014. 10.15	佐藤 恵美子 (新潟県立 大)	高橋 智子 (神奈川工科 大), 金田 勇 (酪農学 園大)	福井市地域交流プ ラザ (第 62 回レオ ロジー討論会)	人間と生体関連ソ フトマターのレオ ロジーのかかわり
23	2014. 12.2	一杉 正仁 (滋 賀医科大)	今井 豊 (島津製作所), 渡邊 修 (東京慈恵会医 科大)	東京大学本郷キャ ンパス	非侵襲的脳血流検 査法 (NIRS) の基礎 と臨床応用
24	2015. 3.6	関 眞佐子 (関 西大)	美谷 周二朗 (東京大学 生), 山本 健 (関西大)	関西大学東京セン ター 会議室	波動現象と物性計 測
25	2015. 6.6	吉田 雅幸 (東 京医科歯科 大)	菅 武雄 (鶴見大), 谷 真理子 (東京医科歯科 大)	学術総合センター (第 38 回年会)	食とバイオレオロ ジー
26	2015. 9.23	丸山 徹 (九州 大)	岩永 善高 (近畿大), 三好 亨 (岡山大)	神戸大学工学部 (第 63 回レオロジー討 論会)	レオロジーから見 た冠血流予備量比
27	2016. 6.6	岩崎 清隆 (早 稲田大)	久田 俊明 (東京大), 田村 典子 (東海大)	関西大学東京セン ター 会議室	生体の制御機構
28	2017. 3.6	山本 希美子 (東京大)	花崎 逸雄 (東京農工大), 吉村 建二郎 (芝浦工業 大)	東海大学校友会館 (第 39 回年会)	細胞膜のメカノバ イオロジー
29	2016. 12.2	古澤 和也 (北 海道大)	新井 健生 (大阪大), 金子 真 (大阪大)	大阪大学豊中キャ ンパス (第 64 回レ オロジー討論会)	超高速バイオアセ ンブラ

- 日本バイオレオロジー学会 30 周年記念市民公開講座, 2007.12.1, 東京医科歯科大学.
- 第 1 回国際シンポジウム (The First International Symposium of Biorheology), 2010.6.2, 理化学研究所 鈴木梅太郎記念ホール.
- 日本バイオレオロジー学会 35 周年記念シンポジウム, 2012.11.30, 慶應義塾大学三田キャンパス北館ホール.

会誌・会報

- 日本バイオレオロジー学会誌 (B & R) (各巻 4 号, 冊子体)
 - ・ 第 1 巻第 1 号 (1987 年 3 月発行) ~ 第 11 巻第 4 号 (1997 年 12 月発行)
編集委員長: 貝原 眞 (理化学研究所)
 - ・ 第 12 巻第 1 号 (1998 年 3 月発行) ~ 第 16 巻第 4 号 (2002 年 12 月発行)
編集委員長: 池本 卓 (東京慈恵会医科大学)
 - ・ 第 17 巻第 1 号 (2003 年 3 月発行) ~ 第 22 巻第 4 号 (2008 年 12 月発行)
編集委員長: 佐々木 直樹 (北海道大学)
- 日本バイオレオロジー学会誌 (B & R, 電子版) (第 25 巻以降は各巻 3 号)

- ・ 第 23 巻第 1 号 (2009 年 11 月発行) ～第 29 巻第 2 号 (2015 年 6 月発行) (第 23 巻は 1 号, 第 24 巻は 1, 2 号を発行)
編集委員長: 望月 精一 (川崎医療福祉大学)
- ・ 第 29 巻第 3 号 (2015 年 10 月発行) ～第 30 巻第 3 号 (2016 年 10 月発行)
編集委員長: 山田 宏 (九州工業大学)
(注) 会報 (1978, 1982, 1984, 1985 年) と学会誌への掲載論文・記事を J-STAGE に搭載. 第 23 巻以降の各号は学会ホームページで公開. 第 25 巻以降の第 2 号は年会抄録集. 第 10 巻第 4 号は創刊 10 周年記念号, 第 20 巻第 4 号は創刊 20 周年記念特集号, 第 30 巻第 3 号は創刊 30 周年記念特集号.
- Journal of Biorheology
- ・ Vol. 23, No. 1 (July 2009), No. 2 (Dec. 2009)
Editor-in-Chief: Naoki Sasaki (Hokkaido University)
- ・ Vol. 24, No. 1-2 (Dec. 2010), Vol. 25, No. 1-2 (Dec. 2011), Vol. 26, No. 1-2 (Mar. 2013), Vol. 27, No. 1-2 (Nov. 2013)
Editor-in-Chief: Kazuo Tanishita (Keio University, Waseda University)
- ・ Vol. 28, No. 1 (Nov. 2014), Vol. 29, No. 1 (Sep. 2015), Vol. 30, No. 1 (Oct. 2016)
Editor-in-Chief: Toshiro Ohashi (Hokkaido University)
(注) Vol. 23–Vol. 27 は冊子体で Springer 社から発行. Vol. 28 以降は電子版で J-STAGE に搭載.

関連国際会議

- 5th Pacific Rim Conference on Rheology, August 1-6, 2010, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido, Japan (共催).
- The XVIIth International Congress on Rheology (ICR2016), August 6-13, 2016, Kyoto TERRSA, Kyoto, Japan (共催).
- The International Congress of Biorheology (ICB), The International Conference on Clinical Hemorheology (ICCH)

ICB 回	ICCH 回	会期	場所	国際会議会長	ポアズイユメダル 受賞者
10	3	1999.6.18-22	Pécs, Hungary	Gerard B. Nash (ISB) Kalman Toth (ISCH)	Giles R. Cokelet
11	4	2002.9.22-26	Antalya, Turkey	Edgar O' Rear (ISB) Oguz K. Baskurt (ISCH)	Shu Chien
12	5	2005.5.30-6.3	Chongqing, China	Shu Chien (ISB) Fulong Liao (ISCH)	Yukihide Isogai
13	6	2008.7.9-13	State College, Pennsylvania, USA	Herbert H. Lipowsky (ISB) Herbert J. Meiselman (ISCH)	Herbert J. Meiselman
14	7	2012.7.4-7	Istanbul, Turkey	Cheng Dong (ISB) Oguz K. Başkurt (ISCH)	Herbert H. Lipowsky
15	8	2015.5.24-28	Seoul, Korea	Herbert H. Lipowsky (ISB) Sehyun Shin (ISCH)	Geert W. Schmid-Schönbein

ISB: The International Society of Biorheology, ISCH: The International Society for Clinical Hemorheology.

行事予定

第 40 回日本バイオレオロジー学会年会のご案内

日本バイオレオロジー学会会員の皆様

皆様方におかれましては、益々ご清栄のこととお慶び申し上げます。

前号でもお知らせしましたように第 40 回日本バイオレオロジー学会年会を平成 29 年 5 月 27 日（土）・28 日（日）の 2 日間、川崎祐宣記念講堂（岡山県倉敷市）にて下記の要領で開催させて頂くことになりました。メインテーマを「40 年を振り返り、そして未来に向けて」とさせて頂きました。バイオレオロジーに関連する生命科学、臨床医学、食品科学、生体医工学など多方面からのご発表とご討論を頂き、バイオレオロジーの更なる発展に繋がる有意義な機会として頂ければと存じます。さらに今回は「創立 40 周年記念シンポジウム：これからのバイオレオロジーへの期待 ～40 年を振り返り、未来を見通す～」も企画しており、梶谷文彦先生、谷下一夫先生、西成勝好先生にシンポジストをお願いしています。また例年通り優秀な演題に対して、学会奨励賞と優秀ポスター賞を授与させて頂くことにしております。

多くの皆様からご演題をご登録頂きまして、実りある年会になるよう準備を進めておりますので、ご支援とご協力のほど宜しくお願い申し上げます。なお、懇親会は観光地としても大変人気があります白壁の屋敷が立ち並ぶ「倉敷美観地区」近くで開催致します。

年会事務局スタッフ一同、皆様のご参加、ご発表を心よりお待ちしております。

第 40 回日本バイオレオロジー学会年会

会長 望月 精一

（川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床工学科）

記

- 会 期 平成 29 年 5 月 27 日（土）・28 日（日）
- 会 場 川崎祐宣記念講堂（〒701-0193 岡山県倉敷市松島 288；川崎医療福祉大学に隣接）
- 学会HP <https://i.kawasaki-m.ac.jp/birheo40/>
- アクセス J R 中庄駅から徒歩 15 分（岡山駅から在来線 13 分、倉敷駅から 5 分）
 ※宿泊は、懇親会場からも近い J R 倉敷駅から倉敷美観地区周辺の地域が便利です。
- 参加費 会員：5000 円（正会員）、3000 円（学生）、15000 円（非会員）
- 懇親会 平成 29 年 5 月 27 日（土）19:00～（予定）
 倉敷ロイヤルアートホテル（〒710-0055 岡山県倉敷市阿知 3-21-19）
- 連絡先 川崎医療福祉大学 医療技術学部 臨床工学科
 第 40 回日本バイオレオロジー学会事務局（事務局長 小野淳一）
 〒701-0193 岡山県倉敷市松島 288
 Tel: 086-462-1111（内線 54657）
 E-mail: birheo40@gmail.com

行事報告

第30回バイオレオロジー・リサーチ・フォーラムのご案内

第30回バイオレオロジー・リサーチ・フォーラムを下記の通り開催いたします。身近なハエが医学の領域で大きく貢献していることをご存知でしょうか？様々な疾患で壊死した組織に対して、血流改善と組織の再生をきたし、切断を免れます。このように、ハエが血流改善に役立つことをご紹介します。多数の皆さまのご参加をお待ちしております。

主 催：日本バイオレオロジー学会

日 時：平成29年3月6日（月） 15：30~16：25（講演1）. 16:30~17:25（講演2）.

場 所：東京大学 本郷キャンパス

医学図書館3F 333会議室

http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01_02_01_j.html

〒113-8654 文京区本郷7-3-1

講演1：救肢に一生を得る難治性創傷に対する再生医療を利用したシームレス集学的治療
-マゴットセラピーも含めて-

宮元 正章 先生

日本医科大学付属病院 循環器内科教授

気圧酸素治療室室長

講演2：こんなにもあるハエを生かした事情いろいろ

高瀬 仁志 先生

株式会社バイオセラピーメディカル 代表取締役社長

座長：一杉 正仁（滋賀医科大学 社会医学講座）

お問い合わせ先：東京大学医学系研究科システム生理学

bme@m.u-tokyo.ac.jp

行事予定

協賛学会などの予定

以下、協賛しています学会・シンポジウムなどの予定をお知らせ致します。

(1) 第28回食品ハイドロコロイドシンポジウム

主 催：食品ハイドロコロイド研究会

日 時：平成29年5月16日（火）

場 所：国立大学法人 東京海洋大学楽水会館大会議室（港区港南4-5-7）

ホームページ： <http://www.kaiyodai.ac.jp/info/37/38.html>

(2) 食品ハイドロコロイドセミナー2017

主 催：食品ハイドロコロイド研究会

日 時：平成29年5月17日（水）

場 所：国立大学法人 東京海洋大学楽水会館大会議室（港区港南4-5-7）

ホームページ： <http://www.kaiyodai.ac.jp/info/37/38.html>

(3) 講話「レオロジー・クラシック」2017

主 催：一般社団法人 日本レオロジー学会

日 時：平成29年6月30日（金）

場 所：京都タワーホテル 8階 「桜寿の間・寿洛の間」（京都市下京区）

ホームページ： <http://www.srj.or.jp/index-j.html>

(4) 日本混相流学会混相流シンポジウム2017

主 催：日本混相流学会

日 時：平成29年8月19日（土）～21日（月）

場 所：国立大学法人 電気通信大学（東京都調布市）

ホームページ： <http://www.jsmf.gr.jp/mfsymp2017/>

(5) 日本流体力学会年会2017

主 催：一般社団法人日本流体力学会

日 時：平成29年8月30日（水）～9月1日（金）

場 所：東京理科大学 葛飾キャンパス（東京都葛飾区）

ホームページ： <http://www.nagare.or.jp/download/noauth.html?d=nenkai2017.pdf&dir=146>

(6) 第37回レオロジー講座「基礎と測定法」

主 催：一般社団法人 日本レオロジー学会

日 時：平成29年12月7日（木）～8日（金）

場 所：京都リサーチパーク4号館2階 ルーム2（京都市下京区）

ホームページ：<http://www.srj.or.jp/pdf/2017/37reoroujikouza%20pannhu.pdf>

岡小天基金 寄付金納付者

以下，平成２８年１０月～平成２９年３月に岡小天基金へご寄付頂きました方々のお名前です．この場を借りまして，厚くお礼申し上げます．

磯貝 行秀 梶谷 文彦 金井 寛 庄島 正明

西成 勝好 一杉 正仁

(敬称略)

新入会員

以下，平成２８年１０月～平成２９年２月に新たに会員になられた方々のお名前です．

松本 知博 廣田 徹 畦西 克己 高尾 洋之 米山 繁

朱 曉冬 佐々木 宗洋 安西 眸 伊藤 朋晃

(計９名)

E-mail : office@biorheology.jp

§ 事務局記入

申込み日 年 月 日

[illegible]

※学生会員として申し込む方は、在学証明書と指導教員の情報を必ずご記入ください。

在学証明書 学生証のコピーを直接お貼りください。	所属研究室名 指導教員	
	特定非営利活動法人 日本バイオレオロジー学会事務局 〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1 九州大学基幹教育院キャンパスライフ・健康支援センター内 TEL : 092-583-7863 FAX : 092-592-2866 E-mail : office@biorheology.jp	

日本バイオレオロジー学会誌（B & R, 電子版）投稿規定

（平成 21 年 10 月制定，平成 27 年 7 月改定，平成 27 年 9 月改定，平成 28 年 3 月改定）

1. 投稿資格

本誌への投稿責任者（連名の場合は，1 名以上）は，日本バイオレオロジー学会会員でなければならない。ただし，依頼原稿の場合はこの限りではない。

2. 投稿原稿の種類

投稿できる原稿は，「総説」，「解説」，「原著論文」，「ノート」および「その他」とする。英語の論文（Original articles, Brief communications, Review articles）については，日本バイオレオロジー学会英文誌の Journal of Biorheology（URL: <http://www.biorheology.jp/jb.html>）への投稿を勧める。

2. 1. 総説

「総説」は，バイオレオロジーとそれに関連した分野における特定の研究や主題について，資料や文献を付して総括的に論述するものである。「総説」の長さは，仕上がりで 10 ページ以内とする。表題頁の左上には「総説」と明示する。

2. 2. 解説

「解説」は，バイオレオロジーとそれに関連した分野における諸課題や最近の進歩，有用な概念・手法などについて解説するものである。「解説」の長さは，仕上がりで 10 ページ以内とする。表題頁の左上には「解説」と明示する。

2. 3. 原著論文

「原著論文」は，バイオレオロジーとそれに関連した分野における独創的研究で，他誌に未発表の論文とする。「原著論文」の長さは，仕上がりで 10 ページ以内とする。英文要旨は 200 words 以内とする。表題頁の左上には「原著論文」と明示する。

2. 4. ノート

「ノート」は，前項の「原著論文」とするほどまとまった形ではないが，バイオレオロジーとそれに関連した分野における独創性，有用性，速報性のいずれ

かを有する研究で、研究方法に関するユニークなアイデア、実験で得られた興味深いデータ、臨床的に貴重な症例などを対象とする。「ノート」の長さは、仕上がりで4ページ以内とする。英文要旨は100 words 以内とする。表題頁の左上には「ノート」と明示する。

2. 5. その他

「掲載原稿に対する意見」、「書評」、「研究（室）紹介」、「各種行事（国内外学会など）の予告」などは、編集委員会が会員に役立つと認めた時に掲載される。

3. 執筆要領

「原稿テンプレート」のフォーマットに従って和文で作成し、フォーマットは変更しない。本誌は電子版であるため、最終原稿がそのまま PDF ファイルとして掲載される。

4. 倫理規定

ヒトを対象とした研究データが含まれる場合は、ヘルシンキ宣言に準拠して被験者の人権やプライバシーに十分配慮すること。動物を対象とする実験においても、動物福祉の面に十分配慮が求められる。原稿中には、倫理規定に準拠し、所属施設の倫理委員会あるいはこれに準ずる機関の承認を得て行った研究であることを明記すること。

5. 利益相反

「原著論文」と「ノート」については、著者全員を対象として本文末に利益相反の有無を明記すること。利益相反のある場合には、利害関係のある企業等との関係を記載すること。

6. 投稿原稿の採否

投稿原稿の採否は、編集委員会が委嘱する複数の査読者の審査に基づき、編集委員会が決定する。再投稿の期限は、返送の日より6ヶ月以内とする。なお、総説については、明確な観点から会員にわかり易く記述されているか、解説については、明確な論理で会員にわかり易く解説されているか、それぞれ査読する。

7. 著者校正

掲載前にフォーマットなどの再確認が必要な場合のみ、編集委員会から連絡する。

8. 掲載料

掲載料は、「原著論文」では2万円、「ノート」では1万円、「総説」と「解説」では無料とする。

9. 別刷り

本誌は電子版（PDF）であるため、別刷りは取り扱わない。

10. 掲載号の公開

掲載号は、まず学会ホームページに掲載し、次年度に J-STAGE のバイオレオロジー学会誌欄 (<https://www.jstage.jst.go.jp/browse/jpnbr/-char/ja/>) にも掲載する。掲載号の公開は、会員には発行と同時にパスワードを設けて行い、一般には発行日の1年後に行う。

11. 著作権

掲載された記事（「総説」、「解説」、「原著論文」、「ノート」および「その他」）についての著作権は、日本バイオレオロジー学会に属する。また、年会で投稿された抄録の著作権については、記事と同じ規定を適用する。

著者は、他者（個人、団体）が著作権を有する文章および図表を記事に利用する場合、投稿に先立って著作権者から利用許諾を得ておかなければならない。

著者は、第三者からの掲載記事の利用許諾の要請に対し、これを本学会が認めれば著者も同じく認めることにつき、記事の投稿の時点で同意したものとする。

著者は、著作権法第30条の範囲内で私的使用する場合、もしくは私的使用以外で非営利目的である場合は、本学会へ許諾申請することなく、記事の全文または一部の複製、翻案、翻訳を行うことができる。ただし、掲載記事の全文を複製して他の著作物に利用する場合、出所を明示しなければならない。

12. 原稿の提出先

本誌は電子版であるため，基本的に電子メールによる．原稿は，投稿票と一緒に，日本バイオレオロジー学会誌（B & R，電子版）編集委員長 山田宏宛にメールに添付して送信する．必ず，メールの **Subject**（件名）欄に「日本バイオレオロジー学会誌原稿」と記入する．なお，ファイルのサイズが大きすぎると送受信できない場合があるので，ファイルを添付せずに投稿した旨を知らせるメールも送信する．また，休日を除いて7日以内に受信の連絡がなければ，問い合わせること．

〒808-0196 福岡県北九州市若松区ひびきの 2-4

九州工業大学 大学院生命体工学研究科 生体機能応用工学専攻

山田 宏

E-mail: yamada@life.kyutech.ac.jp

日本バイオレオロジー学会誌投稿票

(投稿規程に従い原稿を作成し、本票にご記入の上、一緒に提出してください)

1. 表題

(和文) _____

(英文) _____

2. 著者全員の氏名 (漢字及びローマ字で書き、会員番号も併記する。非会員は000と記入)

(会員番号 _____)

(会員番号 _____)

(会員番号 _____)

(会員番号 _____)

(必要に応じて行を追加して下さい)

3. 投稿責任者の連絡先 (郵便番号、住所、氏名、電話番号、Fax 番号、e-mail アドレス)

4. 原稿区分

☐ 総説

☐ 解説

☐ 原著論文

☐ ノート

☐ その他 (_____)

※その他には、掲載原稿に対する意見、書評、研究(室)紹介、各種行事(国内外学会など)の予告、学生会員のページ欄などが該当します。

5. 本原稿は、全体で (_____) ページ

6. 編集委員会への連絡事項

※原稿の作成には、編集委員会が作成したテンプレートを使用してください。

編集後記

昨年で本誌は創刊30周年を迎え、第30巻第3号を「創刊30周年記念特集号」としました。皆様いかがでしたでしょうか。今号はそれに引き続き、特集のデータ編として「バイオレオロジー学会の最近20年の歩み」を掲載しました。この記録から本学会の歴史の重みを感じていただけると幸いです。

本学会が毎年活動を積み重ねてきたことにより、年会については今年で第40回を迎え、本誌の年会のご案内にもありますように5月27、28日に川崎祐宣記念講堂にて開催される予定で、創立40周年記念シンポジウムも併催されます。また、2009年からバイオレオロジー・リサーチ・フォーラムが始まり、本誌の行事報告にありますように今年の3月6日に第30回のフォーラムが開催されました。

データをまとめるにあたり、事務局を始め多くの方にご協力いただきました。深く感謝申し上げます。

(山田 宏)

編集委員会

編集委員長 山田 宏

編集委員 市川 寿

田地川 勉

喜多 理王

西田 正浩

坂元 尚哉

一杉 正仁

庄島 正明

望月 精一

日本バイオレオロジー学会誌 (B & R, 電子版) 第31巻 第1号

2017年4月11日発行

編集者 山田 宏

発行者 関 眞佐子

特定非営利活動法人 日本バイオレオロジー学会・事務局

〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1

九州大学基幹教育院 キャンパスライフ・健康支援センター内

TEL 092-583-7863

FAX 092-592-2866

E-MAIL office@biorheology.jp

© copyrighted 2017, by Japanese Society of Biorheology
