

# サマースクール 土・水・生命環境とコロイド界面現象2016

## —コロイド物理、微生物と界面、 マイクロ流体、凝集—

Summer School

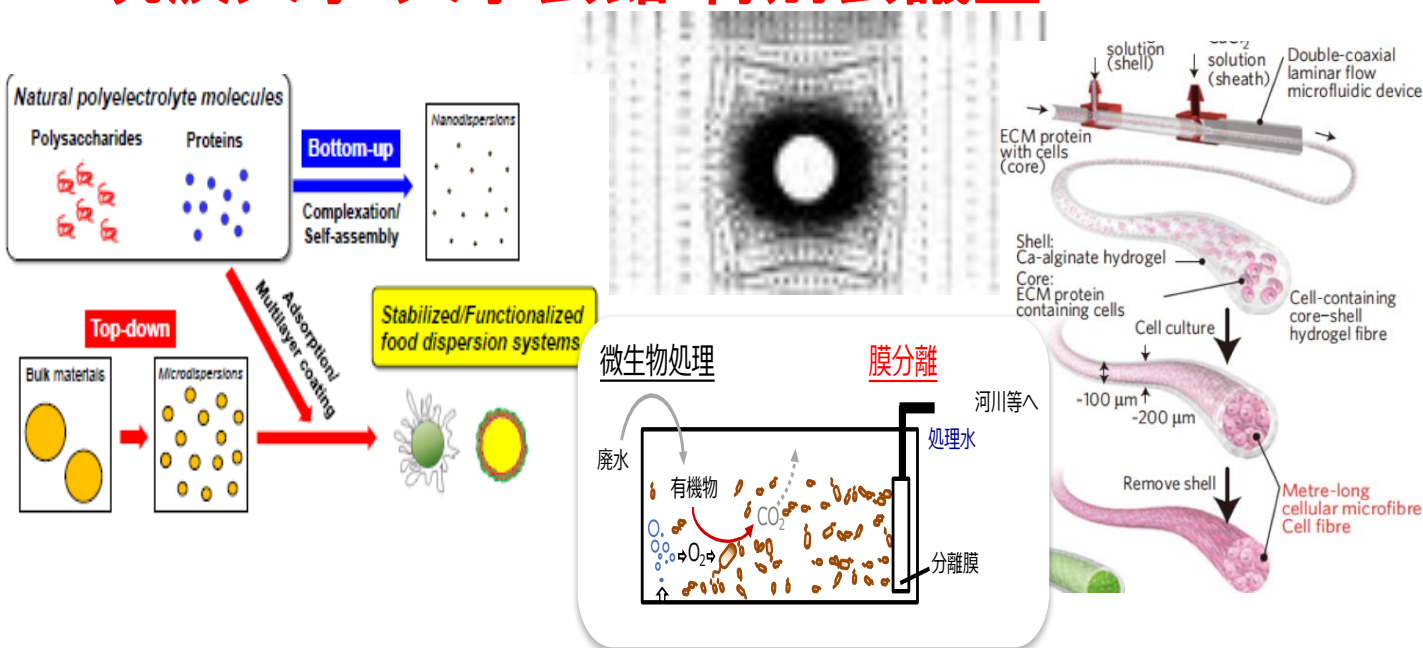
Soil, Water, Life-Environment and Colloid Science 2016

<http://www.envr.tsukuba.ac.jp/~colloid/summer16.html>

参加無料、事前登録が必要です。参加方法は上記HPをご覧ください。

**2016年7月29日(金) 9:30-17:45**

**筑波大学 学生会館 特別会議室**



主催：筑波大学リサーチユニット 生物資源コロイド工学

共催：界面動電現象研究会、筑波微粒子界面環境研究会、  
筑波大学生命環境系、地球人類共生学機構(コロイド工学部門)、  
JST-ERATO野村集団微生物制御プロジェクト、  
基盤研究(S)「フロクキュレーション解析に基づく環境界面工学の展開」

筑波大学リサーチユニット  
生物資源コロイド工学  
University of Tsukuba Research Unit  
Colloid Engineering in Bio-resources



筑波大学生命環境系  
Faculty of Life and  
Environmental Sciences  
University of Tsukuba

# サマースクール

## 「土・水・生命環境とコロイド界面現象 2016」

**主催：** 筑波大学リサーチユニット「生物資源コロイド工学」

**共催：** 筑波微粒子界面環境研究会、界面動電現象研究会、  
筑波大学生命環境系、JST-ERATO 野村集団微生物制御プロジェクト、  
基盤研究 (S)「フロクキュレーション解析に基づく環境界面工学の展開」、  
筑波大学 地球・人類共生科学研究機構 生命環境開発研究センター  
コロイド工学部門

**主旨：** サマースクールでは過去3年間コロイドの凝集をテーマに実施してきました。

「たかが凝集、されど凝集」のこだわりの感覚で、コロイドの凝集をレビューする中から何か新しいものが出せないか、様々な視点から凝集について勉強する機会を持ちました。その甲斐あって、一見、視野が狭いように見えても、凝集は、様々な問題に関わっていることが理解できるようになりました。おそらく、「凝集」は今後も重要なキーワードになると考えられます。

今年度は、「凝集」を念頭に置きながらも、動的界面の応用の立場から進歩の著しいコロイド物理とマイクロ流体について学ぶ機会をつくり、視野を広げた理解にもとづいて今後の展開をはかるきっかけを作ることを考え、

### サマースクール：土・水・生命環境とコロイド界面現象 2016 －コロイド物理、微生物と界面、マイクロ流体、凝集－

を企画しました。また、昼休み、コーヒブレイクを長めにとって、参加いただいている研究室や参加者の研究紹介をフラッシュとポスターを通して交流を深めていただくことにしました。

また、総合討論ではリサーチユニットの今後の運営にも、積極的に意見をいただければと思っております。また、最後になりますが、本年度の企画には野村プロジェクト特任准教授の Andy Utada 先生に全面的に協力いただきました。この場を借りて、この場を借りて Utada 先生はじめ、準備に協力いただきました皆様、協賛いただきました各団体にお礼申し上げます。活発な交流を期待します。

足立泰久

# Organizing Committee

## Executive committee

Chair:

Yasuhisa Adachi

Co-Chair:

Andrew S. Utada

Committee members:

Yuji Yamashita

Nobuhiko Nomura

Zhongfang Lei

Marcos A. Neves

Sosaku Ichikawa

Kazuyoshi Ogawa

Motoyoshi Kobayashi

Takeshi Nashima

---

Staff:

Atsushi Yamaguchi

Yuta Katsumata

Kakeru Ruike

Kaori Ishii

Yusuke Satoh

Hiroko Shimamura

Shinya Kawakami

Susumu Sakurai

# プログラム

	講演題目	講演者	座長
9:10	開場・総合司会	筑波大学生命環境系 山下 祐司	
9:30-9:40	(Opening remark) サマースクールの経緯と趣旨の説明	筑波大学生命環境系 足立 泰久	
【企画講演】			
9:40-10:40	From self-assembling colloids to self-organizing bacteria in biofilms	天津大学化学工学院 Prof. Kun Zhao	Andrew Utada
【休憩】	10:40～10:50		
10:50-11:40	生体由来高分子電解質の複合化現象を利用したナノ/マイクロ分散系の作製と安定化	東京都市大学 黒岩 崇	市川 創作
11:40-12:20	研究室紹介ポスターフラッシュ 筑波大学 生物海洋学研究室 北海道大学 土壤保全学研究室 東京理科大学 後藤了研究室 筑波大学 生物資源プロセス工学研究室 筑波大学 環境コロイド界面工学研究室 筑波大学 微生物機能利用学研究室(野村暢彦研究室) 筑波大学 生物反応工学研究室 筑波大学 生体模倣化学研究室 東京都市大学 高分子・バイオ化学研究室(機能性バイオ分子)	和田 茂樹 小杉 重順 和田 崇 類家 翔 山口 敦史 勝亦 雄太、島村 裕子 市川 創作 小川 和義 黒岩 崇	Andrew Utada 山下 祐司
【昼食(休憩)】	12:20～13:30		
【企画講演】			
13:30-14:20	非線形界面動電現象の基礎と、設計基盤の確立に向けて ～Strategies on improving the micro-fluidic devices using the nonlinear electro- and thermo-kinetic phenomena～	信州大学 工学部 杉岡 秀行	小林 幹佳
14:20-15:10	Microfluidic technology for fiber-shaped 3D tissue reconstruction	慶應義塾大学理工学部 尾上 弘晃	杉岡 秀行
【コーヒーブレイク】	15:10～16:00		
16:00-16:50	水処理再生と微生物の凝集	産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 稲葉 知大	Andrew Utada
【総合討論】			
16:50-17:45	JST-ERATO 野村集団微生物制御プロジェクトの紹介及びその中における界面科学の意味など  基盤研究(S)「フロクキュレーション解析に基づく環境界面工学の展開」の概要  講演に関する質問事項 リサーチユニットの活動報告と今年度の予定 界面動電現象研究会の活動報告と今年度の予定 参加者からの提案	筑波大学生命環境系 野村 暢彦  足立 泰久	市川 創作 山下 祐司
17:45	閉会		
【懇親会】	18:00～	スープファクトリー	

# From self-assembling colloids to self-organizing bacteria in biofilms

天津大学 化学工学院  
Kun Zhao

## Abstract

In this talk I show how mesoscopic physics can impact fields as diverse as colloid science and microbiology. In directed self-assembly of colloidal systems, particle shape can greatly drive structure formation. It is a promising way to precisely control self-assembly through shape-design of constituent particles. As an example, we show a new mechanism of glass formation revealed in a shape-designed glass-

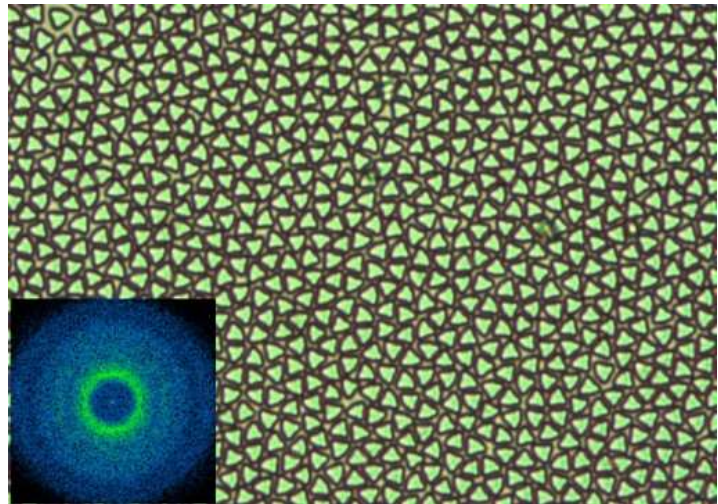


Fig 1. Glass states formed by kite-shaped micron-sized colloids.

former system—2D Brownian kite system, which is formed by roughness controlled depletion attractions.

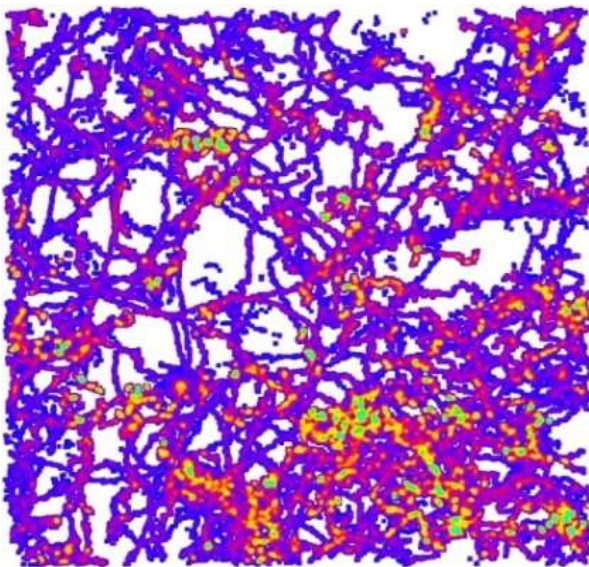


Fig 2. Visit frequency map of *Pseudomonas Aeruginosa* showed a power-law distribution approximately, which indicate the bacterial community self-organizes through a ‘rich-get-richer’ mechanism at the early stages of biofilm.

The same classes of colloid physics techniques can lead to transformational progress in bacterial biofilms, which are self-organized communities of bacteria on surfaces that can cause major problems in human health, such as lethal infections in cystic fibrosis. Despite sustained effort, much of biofilm development is still poorly understood. The first social step in organizing a structured biofilm is the

formation of microcolonies, which are assemblies of 50-100 cells. By translating video microscopy movies into searchable databases of bacterial trajectories by adapting algorithms from colloid physics, we show why bacteria form microcolonies for the first time, using *Pseudomonas aeruginosa* as a model system.

References:

1. Kun Zhao and T. G. Mason. "Shape-designed frustration by local polymorphism in a near-equilibrium colloidal glass", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **112(39)**, 12063-12068 (2015)
2. Kun Zhao, B. S. Tseng, B. Beckerman, F. Jin, M. L. Gibiansky, J. J. Harrison, E. Luijten, M. R. Parsek and G. C. L. Wong. "Psl trails guide exploration and microcolony formation in *Pseudomonas aeruginosa* biofilms", *Nature* **497**, 388-391 (2013)



# 生体由来高分子電解質の複合化現象を利用した ナノ/マイクロ分散系の作製と安定化

東京都市大学工学部エネルギー化学科

黒岩 崇<sup>†</sup>

タンパク質、多糖類および核酸などの生体高分子の多くは、その分子内にアミノ基、カルボキシ基、リン酸基、硫酸基といった解離性基を多数有し、水溶液中でポリカチオンまたはポリアニオンを生じる高分子電解質である。その構造の多様性から、これらの物理的・化学的挙動は非常に複雑であるが、他の成分と共存することでユニークな現象が見られることもあり、生分解性や生体適合性を活かした新規素材開発あるいは既存素材の機能強化につながる点で魅力的な系が多い。演者らの研究グループでは、生体由来の高分子電解質、特に可食性の多糖類やタンパク質を中心として、異種成分との複合化現象により作製したナノ/マイクロ分散系に関する基礎および応用研究を行っている<sup>1)</sup>。本講演では、生体由来の高分子電解質を基盤とする分散系の作製と安定化およびその特性について、以下の話題を中心に研究例を紹介する。

## 1. イオン性多糖を利用したエマルジョンの安定化<sup>2,3)</sup>

水と油のように、互いに混じり合わない液体の一方（連続相）に、もう一方（分散相）の液体が分散した状態であるエマルジョン（乳化懸濁液）の安定性は、食品、化粧品、塗料など、様々な製品の実用において重要な因子である。エマルジョンの分散相液滴は、一般に、エマルジョン構成成分により正または負に帯電しており、その界面動電特性はエマルジョンの安定性に大きな影響を及ぼす。本検討では、マイクロチャネル乳化法により均一径エマルジョンを作製し、このエマルジョン液滴表面に多糖類を静電的に吸着させることで液滴の凝集・合一挙動が顕著に変化することを明らかにした（図1）。

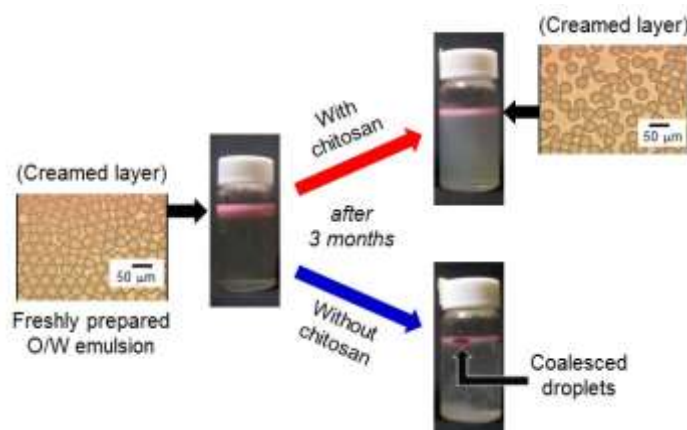


図1. 修飾レシチンを乳化剤として作製した水中油滴型(O/W)エマルジョンの液滴安定性に対するキトサンの添加効果<sup>1)</sup>.

## 2. キトサンと脂質分子の複合化によるサブミクロン微粒子の作製<sup>4,5)</sup>

高分子電解質と界面活性剤のように、形状や性質が全く異なる分子どうしが自発的に複合化すると、個々の分子にはない新しい性質を示す分子複合体が得られることがある<sup>6)</sup>。本研究では、海洋性バイオマスとして高度利用が期待される高分子キトサンと、動植物由来の脂質分子の溶液を混合するだけという極めてシンプルな方法で均一性の高いサブミクロンサイズの微粒子が得られ

ることを見出した (図 2)。食品素材としての展開を目指して本微粒子分散系のキャラクターゼーションを行った結果を紹介する。

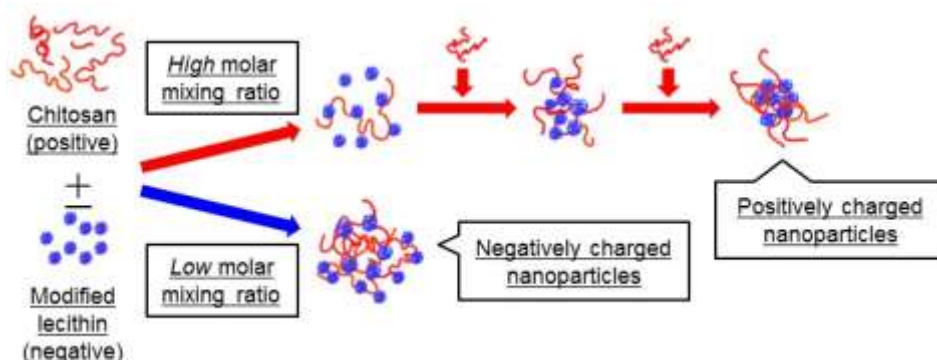


図 2. キトサンと修飾レシチンからなる微粒子形成の模式図<sup>4)</sup>。

### 3. 多糖の多重被覆層を有するマイクロスフィアの作製と徐放特性<sup>7,8)</sup>

熱刺激や pH 変化に応答して性質を変える外場応答性を有する高分子マイクロスフィアは、環境条件に応じて物質の取り込みと放出を制御できるキャリア材料として医療分野をはじめ食品、化粧品など様々な応用が期待されている。本研究では、これらの用途に適した生体適合性の高い高分子マイクロスフィアの作製を目指し、多糖類またはタンパク質のゲルからなるマイクロスフィアにイオン性多糖を多層被覆し (図 3)、その表面特性ならびに物質内包・徐放特性の制御を試みた。本講演では、マイクロチャンネル乳化法によるマイクロスフィア径の制御と、静電積層法による多糖被覆層の形成を組み合わせたマイクロスフィアの精密作製とその特性について概説する。

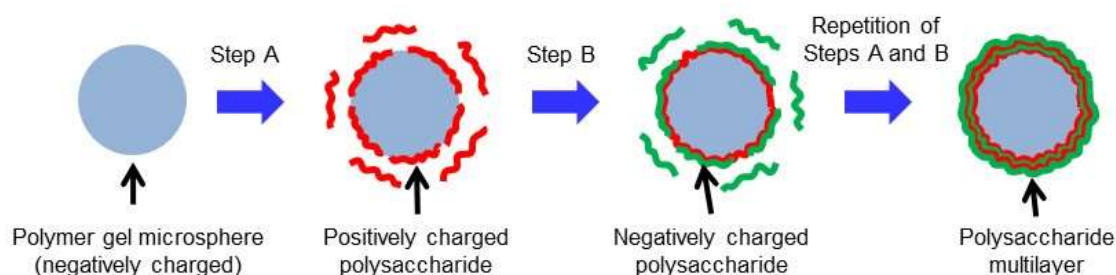


図 3. 静電積層法による高分子マイクロスフィアへの多糖被覆層形成の概略。

#### 参考文献

1. Kuroiwa *et al.*: *Adv. Colloid Interf. Sci.*, **226A**, 86-100 (2015).
2. Chuah *et al.*: *Food Hydrocolloids*, **23**, 600-610 (2009).
3. Chuah *et al.*: *Colloids Surf. A: Physicochemical and Engineering Aspects*, **440**, 136-144 (2014).
4. Chuah *et al.*: *J. Food Sci.*, **74**, N1-N8 (2009).
5. 河内ほか: 第 63 回高分子討論会予稿集, p. 4951 (2014).
6. Thünemann: *Prog. Polym. Sci.*, **27**, 1473-1572 (2002).
7. Kuroiwa *et al.*: *Abstract 10<sup>th</sup> IHC*, p. 88 (2010).
8. Fujii *et al.*: *Proc. WECC2015*, No. PS 7-3-3 (2015).

<sup>†</sup>Takashi Kuroiwa

Department of Chemistry and Energy Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo City University  
Tel: 03-5707-0104 (Ext. 3807); Fax: 03-5707-1171 (Ext. 5800); E-mail: tkuroiwa@tcu.ac.jp



# 非線形界面動電現象の基礎と、設計基盤の確立に向けて

～Strategies on improving the micro-fluidic devices using the nonlinear electro- and thermo-kinetic phenomena～

信州大学 工学部機械システム工学科 複雑熱流体システム研究室 杉岡 秀行

E-mail: [hsugioka@shinsu-u.ac.jp](mailto:hsugioka@shinsu-u.ac.jp);

HP1: <http://soar-rd.shinshu-u.ac.jp/profile/ja.gpkmbUkh.html>;

HP2: <http://www.mech.shinshu-u.ac.jp/laboratories/v/index.html>;

## I. はじめに

水または電解液中に置いた導電体に電界を印加すると、電界の二乗に比例した強い流れが発生する非線形界面動電現象が発生することが知られている。非線形界面動電現象では、1 V 程度の低電圧印加で 1mm/s 程度の高流速を発生できるうえ、流路と金属ポスト及び電極等の単純な構成で様々な機能を実現できる可能性があるため、もし実現できれば、小型血液診断システムや小型遺伝子診断システム等への応用が期待される。言い換えれば、“ $\mu$  TAS (micro-Total Analysis Systems)” や “Lab-on-a-chip” の用語で語られるマイクロ流体技術を利用した近未来システムの性能と小型化を飛躍的に向上させ、真のイノベーションをもたらすことが期待できる。しかしながら、非線形界面動電現象の理論的基礎を固めていく過程で、この現象は当初考えられた標準的な理論だけでは説明できない点を多く含み、基礎的に解明すべき多くの基本問題があることが認識されてきた。

本講演では、非線形界面動電現象の基礎を説明するとともに、“非線形界面動電現象の基礎と、設計基盤の確立に向けて” の筆者の近年の研究を紹介する[文献 1:H. Sugioka, “Strategies on Improving the Micro-Fluidic Devices using the Nonlinear Electro- and Thermokinetic Phenomena”, *adv. Colloid Interface Science* 226 44-53, 2015 他]。

## II. 界面イオン問題の基礎の確立に向けて

この節では、まず、ポアソン・ボルツマン (PB) 式とポアソン・ネルンスト・プランク (PNP) 方程式との関係を議論した後、これまで不明だった 1次元の PNP 式の厳密解をイオン保存型の PB 式と PNP 式が等価である関係から求められることを示す[文献 2 : H. Sugioka: Ion-conserving Poisson-Boltzmann theory, *Physical Review E*, 86, 016318, 2012.]。また、そのことが非線形界面動電現象の問題にどう関係するかを議論した後、2次元イオン系の問題を直接的に解く手法 (図 1 参照) 及びイオン保存型 PB 理論を 2次元に発展させた解析的な手法により、非線形界面動電現象をより良く、理解できることを示す[文献 3 : H.Sugioka, *Phys. Rev. E* 90, 013007 (2014)]。また、界面イオン系の等価電気回路モデルに与える影響を議論する[文献 4 : H.Sugioka, *J. Phys. Soc. Jpn.* 84, 104001 (2015)]。

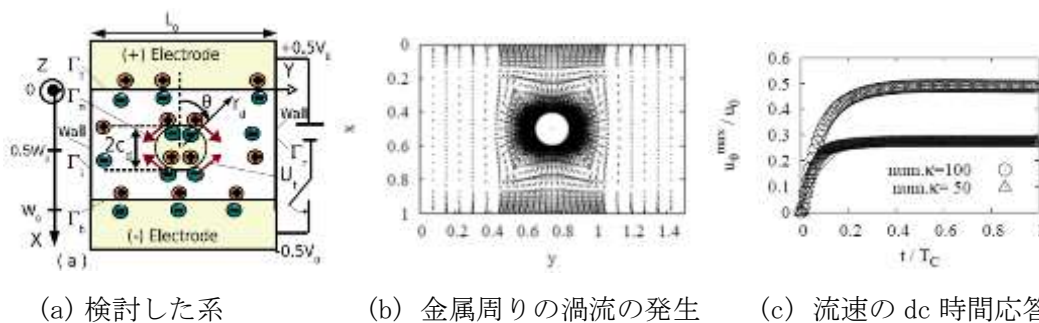


図1 直接法による非線形界面動電現象の dc 応答の計算例:

©A P S : H. Sugioka, Phys. Rev. E 90, 013007 (2014)

### III. 熱・電気・流体システムの統一界面理論の構築に向けて

この節では、平衡系問題から非平衡系問題へと移行するときの理論の発展を概観し、熱的界面問題と電氣的界問題を統一的に理解する必要があることを議論する。続いて、その議論の帰結である流体ゼーベック効果と、その効果から予測される線形及び非線形熱界面現象についての議論を行う[文献5 : H. Sugioka: Nonlinear thermokinetic phenomena due to the Seebeck effect, Langmuir, 30, (28), pp. 8621-8630, 2014.]。また、関連する熱ゆらぎ及び熱ノイズによる非線形界面動電現象の可能性について議論する[文献6: H. Sugioka, “Rectified motion in an asymmetrically structured channel due to induced charge electrokinetic and thermo-kinetic phenomena, Physics of Fluids 28, 022004 (2016)].

### IV. マイクロ熱流体システムへの応用に向けて

まず、ポンプ、バルブ、ミキサなどへの応用研究を概観した後、ブラウン運動を考慮したホール型のセンサの可能性について議論する[文献7 : H. Sugioka, “Suppression of a Brownian noise in a hole-type sensor due to induced charge electro-osmosis”, Physics of Fluids 28, 032003 (2016)]. また、今後の展開が期待されるバイオミミック素子について議論し、研究例を紹介する[文献8: Hideyuki Sugioka, “Elastic Valve Using Induced-Charge Electro-Osmosis”, Phys. Rev. Applied 3, 064001 (2015)].

### V. まとめ:

以上を踏まえ、“非線形界面動電現象の基礎と、設計基盤の確立に向けて”の今後の展開について、総括する。

### 謝辞:

本研究は、一部、JSPS 科研費 Grant Number 16K05650 の助成を受けております。

## Microfluidic technology for fiber-shaped 3D tissue reconstruction

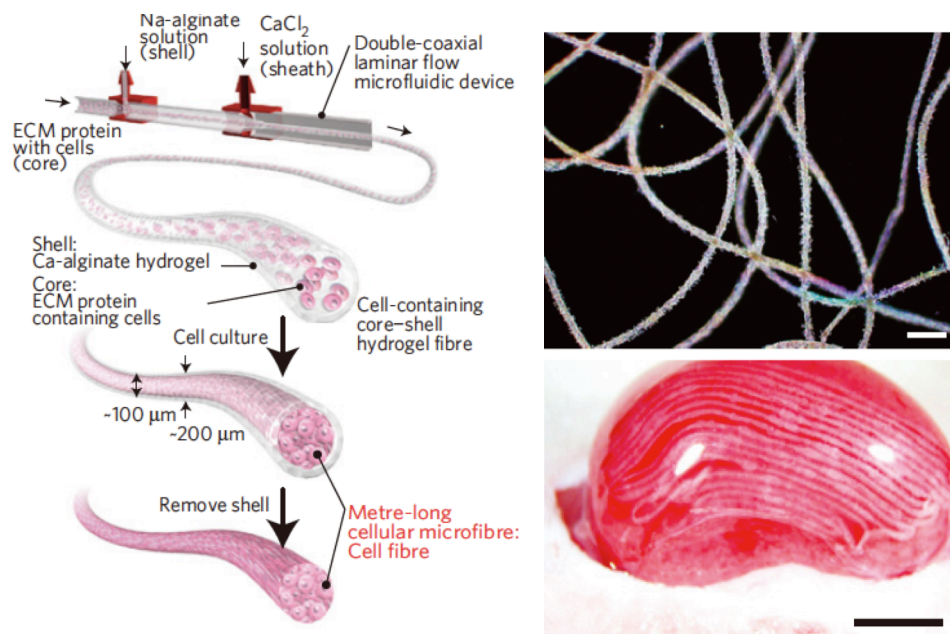
Hiroaki Onoe

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University

onoe@mech.keio.ac.jp

Building up macroscopic artificial tissues from cellular building blocks, such as cell-encapsulating hydrogel beads, spheroids and cell sheets, has been extensively attempted to construct macroscopic and functional tissues and organs such as livers and pancreas. As one of the building blocks, I have been focused on cell-encapsulating hydrogel microfibers, because many essential tissues in our human body are fiber-shaped (ex. blood vessels, muscles, nerve cords). However, it has been a big challenge for cell-laden hydrogel fibers to achieve the level of tissue functions *in vivo* because of the lack of appropriate microenvironment for the encapsulated cells. Moreover, precise handling of the cell-seeded fibers has not been achieved so far because of its fragility, which is a bottleneck in tissue construction using fiber-shaped cellular building blocks and in practical application to medical transplantation.

In this presentation, I introduce a collagen/alginate core-shell hydrogel microfiber that are fabricated with a double-coaxial laminar flow microfluidic device. The fabricated core-shell hydrogel microfiber provides both appropriate microenvironments for cell growth and functions and sufficient mechanical strength for handling. Encapsulated cells in the core collagen can proliferate so that the core space is filled with cells to form “cell fiber”. These cell fibers exhibit their intrinsic cellular functions, since the cells in the fiber are tightly connected to each other. Using these cell fibers, I demonstrate the fiber-based assembly of 3D macroscopic tissues by weaving or reeling up the cell fibers, and the transplantation of the cell fibers for the proof-of-concept of minimally invasive functional tissue graft.



**Figure 1.** (left) Concept of cell-encapsulating core-shell microfiber. (right-top) In the collagen/alginate core-shell hydrogel fiber, cells fill the core to form the cell fiber and exhibit their intrinsic functions. (right-bottom) These cell fibers can be used as building cellular blocks to construct 3D macroscopic heterogeneous tissues and applied to *in vivo* transplantation.

### Related publications:

1. **H. Onoe**, T. Okitsu, A. Itou, M. Kato-Negishi, R. Gojo, D. Kiriya, K. Sato, S. Miura, S. Iwanaga, K. Kuribayashi-Shigetomi, Y. T. Matsunaga, Y. Shimoyama, S. Takeuchi, “Metre-Long Cell-Laden Microfibres Exhibit Tissue Morphologies and Functions,” *Nature Materials*, Vol. 12, pp. 584-590, 2013.
2. **H. Onoe**, M. Kato-Negishi\*, A. Itou, S. Takeuchi, “Differentiation Induction of Mouse Neural Stem Cells in Hydrogel Tubular Microenvironment with Controlled Tube Dimensions,” *Advanced Healthcare Materials*, Vol. 5, No. 9, pp. 1104-1111, 2016.

## 水処理再生と微生物の凝集

産業技術総合研究所 環境管理研究部門 稲葉知大

昨今の水資源の減少は地球規模で深刻な問題であり、水資源確保のために廃水を高度に処理・再生し循環利用することが求められている。そのための高度な水処理再生プロセスの一つとして注目されているのが膜分離技術を用いたものである。精密ろ過膜や限外ろ過膜、逆浸透膜などを用いた水処理により、高品位な処理水（再生水）を得ることができる。こうした膜分離プロセスでは、分離膜の閉塞（ファウリング）という深刻な問題が発生する。特に微生物を含む原水の場合、微生物が水-分離膜の界面で増殖して凝集体（バイオフィーム）を形成することでファウリングが発生する。微生物に由来する膜閉塞はバイオフィアリングと呼ばれ、水の膜処理における喫緊の課題とされている。

膜分離を用いた水処理再生の中核的な技術として、膜分離活性汚泥法（Membrane Bioreactor: MBR）が注目されている（図1）。MBRは活性汚泥と呼ばれる微生物凝集体による生物的廃水処理に膜分離を組み合わせたもので、従来の活性汚泥のみの廃水処理プロセスに比べ、省スペースで良好な水質が得られるという利点を有している。しかし活性汚泥を含む処理水を直接膜ろ過するために、バイオフィアリングが頻繁に発生することが大きな問題となっている（図2）。これまで様々な膜閉塞のモデルが提唱されてきたが、実際の廃水を処理する際に、活性汚泥微生物がどのようにファウリングを引き起こすのかについての知見は少ない。こうした実際のバイオフィアリング機構に対する理解の欠如がバイオフィアリング制御技術の開発を妨げており、水処理膜上へのバイオフィーム形成機構の解明が強く求められている。

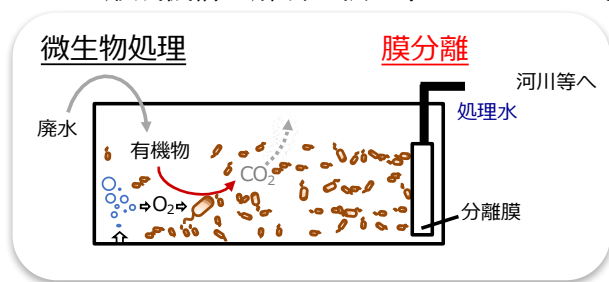


図1. MBRの概略図

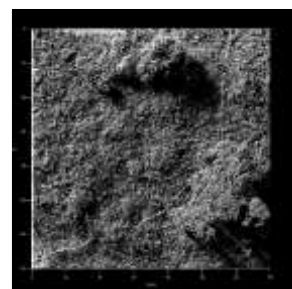


図2. バイオフィアリング

我々の研究グループは、MBRにおける処理性能と汚泥微生物群集の関係性を明らかにし、微生物学的知見に基づいたMBRの高活性維持管理技術を確立することを目指している。特に膜ファウリングについては、その発生機構を解明するため、次世代シークエンサーと連続最適化共焦点反射顕微鏡法を用いたMBR膜閉塞過程における微生物群集の高解像度ダイナミクス追跡およびイメージング解析を行ってきた。こうした解析を様々な条件でのMBR運転で行う事により、MBRにおけるバイオフィアリングの発生機構は決して一様なものではない事が明らかになりつつある。本講演では水処理再生分野における微生物凝集/バイオフィームについて紹介するとともに、我々の研究グループの研究成果を紹介する。



## 【基盤研究(S)】

### 生物系 (農学)



## 研究課題名 フロッキュレーション解析に基づく環境界面工学の展開

筑波大学・生命環境系・教授

あだち やすひさ  
足立 泰久

研究課題番号：16H06382 研究者番号：70192466

研究分野：農学

キーワード：不均一コロイド、凝集、沈降、界面動電現象、生物資源

### 【研究の背景・目的】

粘土、有機物など土壌や水中に遍在する微細なコロイド粒子画分はその表面に各種栄養塩、ミネラル、さらには化学毒性が問題になる汚染物質を吸着濃縮する性質を有している。特にこの傾向は、ダイオキシン類などの疎水性の化合物や放射性核種を含む重金属類など化学種の溶解性が低い時に著しい。一方、微粒子から構成される分散系は熱力学的に不安定であり、粒子同士は互いに凝集しフロックを作り易い。従って微粒子そのものより、その凝集体であるフロックの方が運動の単位として重要である。従って、土壌や水環境における化学物質の動態を理解し、汚染対策、生態系の保全や資源管理などを考えて行く上では、種々の化学条件、水理学的条件に対応したフロッキュレーションの動力学に関する体系的知識を整備していくことが有効である。

本研究の目的は、環境中のコロイドがナノ粒子と溶存有機物から構成され、乱流条件下にあることを想定しフロッキュレーションの動力学の解析を深化させ、その結果に基づいて環境界面工学の体系を構築し展開することにある。また、一連の活動を通して筑波大学に発足したりサーチユニット生物資源コロイド工学の活動を強化し、研究拠点機能の充実をはかる。

### 【研究の方法】

①有機分子吸着を伴う流れ場におけるコロイドの凝集過程のダイナミクス、②多孔質複合体の界面動電現象、③フロック群の乱流沈降とレオロジー、の3課題を研究コアとして設定し、モデルコロイド粒子と高分子電解質を用いた理論とその実験面での現象の理解を体系的に進展させる。次に得られた成果や開発された方法を、④濃厚コロイドの分離操作、⑤微生物コロニーにおける凝集と界面動電現象、⑥フィールドにおける水質構造の解析、に関連づけることによって、環境面におけるコロイド界面科学の工学的な展開をはかる(図参照)。また、不均一系コロイド界面のダイナミクスの解析を共通項に食品、生物材料、膜、生体界面などを扱う分野との交流を積極的に行い、より総合的な視点から生物資源に関するコロイド工学の横断的体系の構築を目指す。

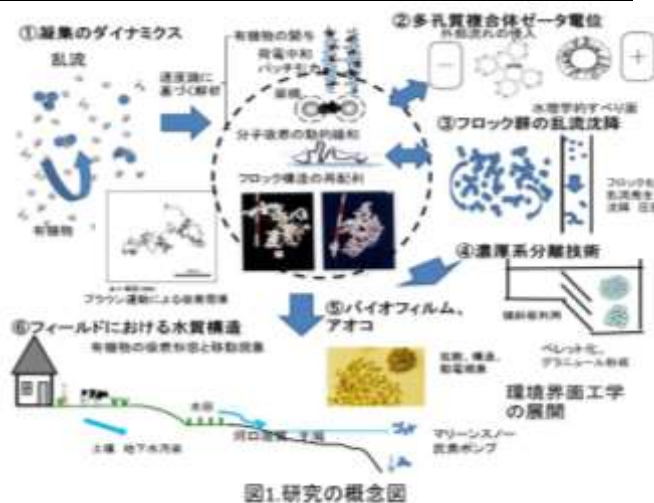


図1. 研究の概念図

### 【期待される成果と意義】

流れ場が関与するコロイド分散系の凝集に関わる動力学を明らかにすることによって、土壌中の粘土などミクロ粒子の不均一界面間の相互作用とマクロな移動現象や力学機構をより高度な視点から理解することができるようになる。また、フロックや高分子に被覆されたコロイド複合体などの多孔質体の界面動電現象の実体を扱う方法を明らかにすることで、土壌や水環境中の水質変動や環境中の微生物を扱う方法の新展開が期待できる。

### 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・土のコロイド現象 - 土・水環境の物理化学と工学的基礎 -, 足立泰久, 岩田進午 編 学会出版センター (2003)
- ・ Dynamics of polyelectrolyte adsorption and colloidal flocculation upon mixing studied using mono-dispersed polystyrene latex particles, Lili Feng, Martien Cohen Stuart, Yasuhisa Adachi, Adv. in Colloid and Interface Sci. 226,101-104 (2015)

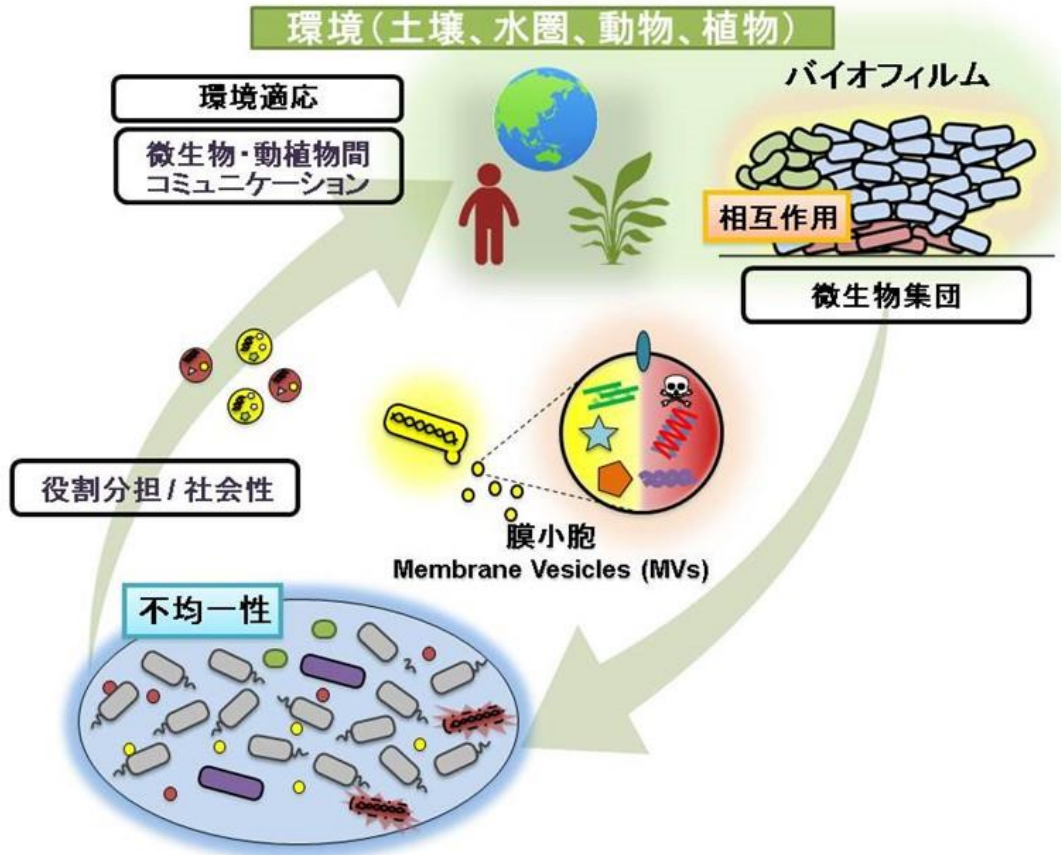
### 【研究期間】

平成28年度-33年度、

### 【ホームページ等】

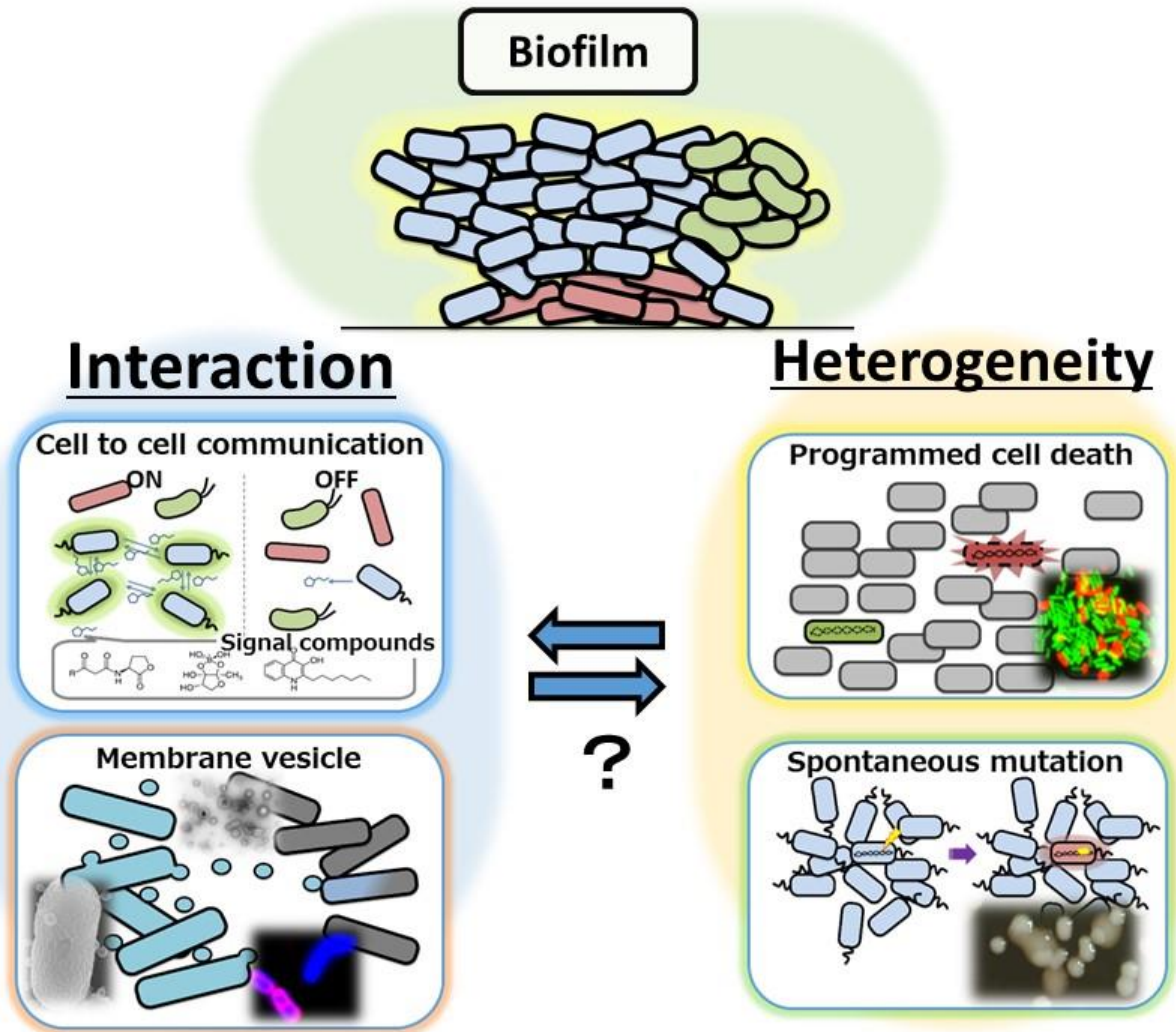
<http://www.agbi.tsukuba.ac.jp/~colloid/>





## 真の細菌生態の理解に挑みます

- 本研究領域では、多様な微生物の集団における1細胞の振る舞いや微生物間相互作用の解明に取り組めます。また、微生物の集団とその周りの環境や他の生物との相互作用にも焦点を当てることで、微生物が集団を形成することでどのように環境に適応するかを明らかにし、未解明な点が多い微生物の集団の全貌解明を目指します。
- 具体的には、1細胞分析技術やイメージング技術の開発により、微生物集団とその内部の微生物1細胞の動態や代謝を非破壊で時間的・空間的に解析し、かつ生化学的に分析することで、集団内部での相互作用や不均一性のメカニズムを明らかにします。また、細胞から放たれる細胞外因子である細胞外粒子(Membrane Vesicles)を介した相互作用についても研究を展開し、糸状菌、細菌などの多様な微生物が織り成す生態の理解に挑みます。さらに情報科学の技術を導入して、集団の環境適応過程や変異体の出現パターンの予測を目的としたシミュレーション構築も図り、集団微生物を制御するための基盤技術の確立を目指します。



リサーチユニット、界動研、今後の予定(等)

- 9月 IAP2016、Wageningen大学訪問
- コロイド討論会(旭川)企画(武田)
- 11月 同済大学 訪問
- 1月 モスクワ大学 大学(院)生 JASSO 奨学金  
(マレーシア 農業大学 Field 演習 交流)
- 3月6日(月) 界面動電現象研究会  
「生物資源物理学と水・コロイド界面？」
- 3月 筑波科学技術懇話会？(化学工学会)