



1. はじめに

我々は、2011年4月に産声を上げた“新参”研究室である。学内における正式な所属は、表題にもある「大学院」組織内だが、母体は工学部機能材料工学科ナノ構造制御工学講座に対応する。実は、この機能材料工学科も今年度20周年を迎えたばかりの新鋭学科の部類に入り、界面化学の研究室は今回始めて設置された。研究の起源は、指導教員・藤森の出身学科である、同大学の理学部化学科（現在の基礎化学科）であり、ここでは「高分子化学研究室」と銘打って、福田清成先生、柴崎芳夫先生、中原弘雄先生が界面化学研究を推進し、退職まで教鞭をとっておられた^[1]。当研究室が、（福田先生の直弟子でもあられる）宇都宮大学の加藤貞二先生の後を受けた、飯村兼一先生の研究室と共に、“福田一門”と称されることがあるのは、このためである。藤森は、2003年から8年間、山形大学の機能高分子工学科で修行し、最後の4年間は「高分子固体構造」と「超薄分子組織膜の化学」を研究の柱に、独立して研究室を運営してきた。『藤森研究室』

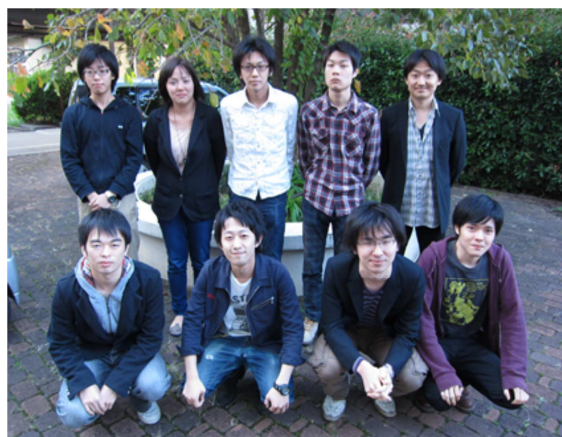


写真1 研究室メンバー

2012年10月19日 埼玉大学工学部機能材料工学科前の広場にて

としての出発は、正確にはこの時点から始まっていることになる。

2. ポリマーナノスフィア積層粒子層状組織体

研究室を運営していくに当たっては、そこに新たに分野開拓した、師匠とは異なる研究のウリが必要であった。そう考えていた折に、疎水性の高い高分子を水面上に展開すると、極めて“高さ”の揃った「単粒子膜」が形成されることを見出した^[2]。これは Langmuir-Blodgett 法で多粒子積層を行うと、球体の積層体でありながら X 線回折で3次以上の高次反射を示す、あたかもナノ・コロイド結晶の様相である（図1）。更に規則的に積み重ね続けられれば構造色が発現し、蛍光発光性のポリマーが母体ならば、粒子内で π 共役系がスタック^{[3][4]}して、発光強度が増大する。面内粒子秩序は結晶・非晶状態が作り分けられ、長期にわたる安定性に長けつつも、構成高分子の特性に依存した耐熱性の高さも併せ持つ。出発点は、岩手大学・芝崎祐二准教授の合成試料^[5]を分子膜展開させていた折の発見であり、

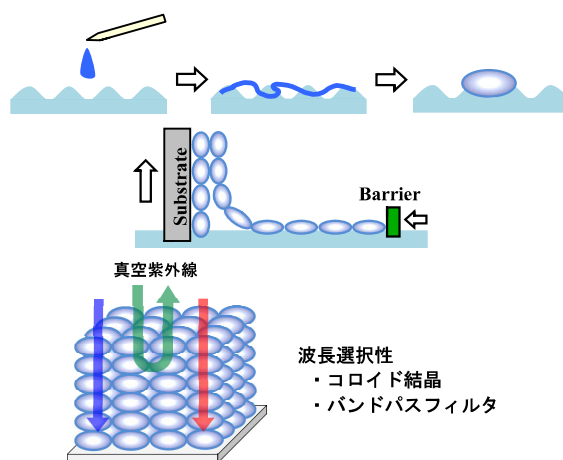


図1 ポリマーナノスフィア積層粒子層状組織体の形成と構造、および機能

研究室の理念でもある、『積極的な分野横断的研究融合の姿勢』が、生み出したシーズであるとも判断できる。

3. 有機修飾酸化物無機微粒子による機能性膜

山形大学時代、川口正剛教授合成の有機化 ZrO_2 の構造解析と分子膜形成に(ほぼ自ら手を挙げて)取り組ませて頂いた^[6]。その後、この技術と研究展開が、千葉工大・柴田裕史先生との有機化 ZnO を用いた透明導電膜研究に展開し(図2)、研究の発展と共に、外研の学生さんを受け入れるまでになった。研究における分野融合が、学生諸氏の人的交流にも発展している。特に有機/無機の二次元ナノハイブリッド^[7]、二次元ナノコンポジット^[8]の研究は、従来の単一成分有機・高分子の組織化膜では達成不可能であった、高機能化をもたらす可能性が期待出来、“異性分融合による”ブレーク・スルーを期待して取り組んでいる。

4. "国産"有機化アルミノシリケート組織化膜

これも山形大学時代に端を発するが、高分子固体構造の研究室において、三次元のポリマー/クレイナノコンポジット材料に出会った。一見して、有機化クレイ

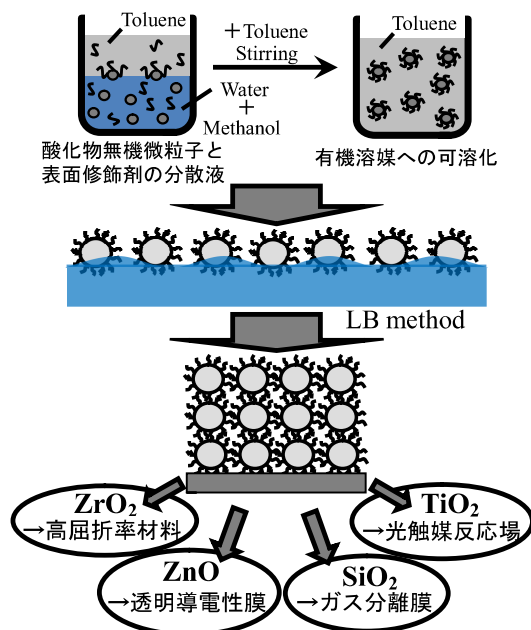


図2 酸化物無機微粒子の有機修飾法と、その組織化膜形成

が両親媒性であることに興味に移り、“マトリックス・ポリマーとの濡れ性向上のために使用されていた有機修飾部位”は、“気/水界面における単分子膜形成物質の疎水基”となった。このクレイ、アルミノシリケートは、クラーク数最上位3元素 O、Si、Al で主に構成されており、国産のユビキタス・マテリアルともいえる。所属研究室の OB が若くして研究開発部長を務めるクニミネ工業(株)との共同研究が程なく始まり、クレイ表面を高効率で修飾する技術の特許化し、論文^[9]にもまとめることが出来た。その後、この手法の副産物が種々生まれることとなり、ナノバイオリアクターとしての酵素タンパク吸着能や、無機微粒子とのハイブリッド膜形成、修飾剤を四級アンモニウムからホスホニウムに転換した際の、耐熱温度の革新向上、低欠陥膜の創出など・・・(図3)。今度は産学連携によるシーズの発掘に到達した。産学連携については、研究室のもう1つの看板である、高分子固体構造(主にフッ素ポリマーや透明ファイバー^{[10][11]})の研究において、研究室発信の新しい“ウリ”も生まれている。刺激的な学際融合が、新たな形態から構築されているといえる。

5. おわりに

埼玉大学は、都心に近接し、さいたま新都心とは目

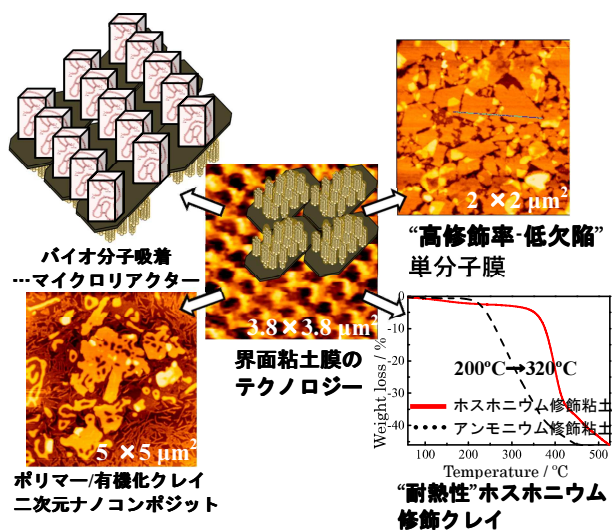


図3 “高修飾率”有機修飾アルミノシリケート組織化膜の機能革新

と鼻の先に位置しながら、大学構内に豊かな緑を保持する空間を形づくっている。電車・バス路線等、公共交通機関も発達し、地理的に距離の近い理化学研究所とも連携大学院を組む。研究室の方針として、この環境を活用し、学会・研究会への積極参加と、そこで知り合う他所属の研究仲間との(礼節をわきまえた)積極交流を推進している。4年生のうちから、日本化学会・高分子学会・日本MRS・繊維学会・熱測定学会等、複数の学会で積極的に発表を行い、英文学術論文執筆に取り組めるトレーニングを積んでもらっている。

しかし、何よりも「笑顔で楽しく」研究を進める前提は崩さず、人間形成を重視、具体的には『“世界最高の材料を作る”のではなく、“世界最高の材料を作れる人間”を目指そう。きっとその人は、研究能力だけではなく、他者への配慮が豊かで、礼儀も正しく、周りを楽しめる才覚を持った人間に違いないのだから。』とのスローガンを掲げて、日々笑い声と思いやりに溢れた研究空間の構築を心がけている。

参考文献

- [1] 福田清成、中原弘雄、加藤貞二、柴崎芳夫、“超薄分子組織膜の科学—単分子膜からLB膜へ”、講談社、1993.
- [2] A. Fujimori, N. Sato, S. Chiba, Y. Abe, Y. Shibasaki, , *J. Phys. Chem. B*, **114**, 1822, **2010**.
- [3] A. Fujimori, H. Hoshizawa, S. Kobayashi, N. Sato, K. Kanai, Y. Ouchi, *J. Phys. Chem. B*, **114**, 2100, **2010**.
- [4] A. Fujimori, N. Sato, K. Kanai, Y. Ouchi, K. Seki, *Langmuir*, **25**, 1112, **2009**.
- [5] Y. Shibasaki, Y. Abe, N. Sato, A. Fujimori, Y. Oishi, *Polym. J.*, **42**, 72, **2010**.
- [6] H. Iwashita, S. Hakozaiki, S. Kawaguchi, A. Fujimori, *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*, **37**, 302, **2012**.
- [7] A. Fujimori, M. Taguchi, S. Hakozaiki, K. Kamishima, B. Ochiai, *Langmuir*, **28**, 10830, **2012**.
- [8] A. Fujimori, N. Ninomiya, T. Masuko, *Polym. Adv. Technol.*, **19**, 1735, **2008**.
- [9] A. Fujimori, S. Arai, J. Kusaka, M. Kubota, K. Kurosaka, *J. Colloid Interf. Sci.*, **2013**, in press.
- [10] A. Fujimori, Y. Hayasaka, *Macromolecules*, **41**, 7606, **2008**.
- [11] A. Fujimori, K. Numakura, Y. Hayasaka, *Polym. Eng. Sci.*, **50**, 1295, **2010**.