



「濃厚ポリマーブラシは面白い」

平成 17～20 年度 特別推進研究

「濃厚ポリマーブラシの科学と技術」

所属（当時）・氏名：京都大学・化学研究所・

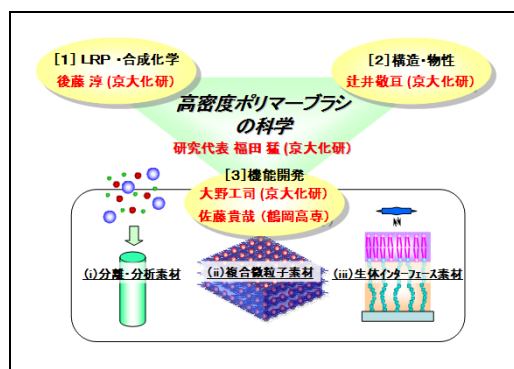
教授／研究員(学術研究奨励)・福田 猛

(現所属：京都大学・名誉教授)

1. 研究期間中の研究成果

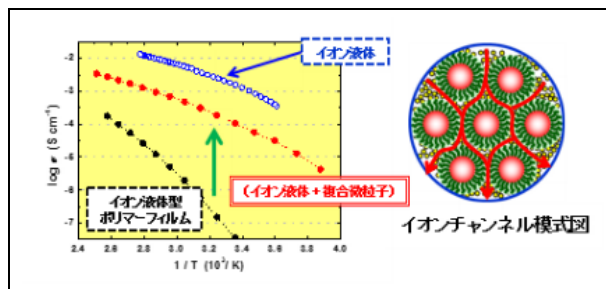
背景：界面に一端を固定された高分子鎖の集団に関する従来の研究は、比較的低密度で試料合成も比較的容易な準希薄ポリマーブラシに限られていた。我々は、リビングラジカル重合 (LRP) の利用により、桁違いに高密度な濃厚ポリマーブラシの合成に世界に先駆けて成功するとともに、濃厚ブラシ中の柔軟な高分子鎖が、良溶媒中で伸び切り鎖長に匹敵するほど高度に伸長配向するという驚くべき事実を発見した。

研究内容及び成果の概要：濃厚ポリマーブラシという未知・未経験の高分子系自発配向組織が、様々な分野の基礎および応用科学の新しい局面を拓くシーズになりうるという認識の下で、これを **(1)LRP/合成、(2)物性、(3)応用** の3つの切り口から系統的かつ包括的に研究した結果、多くの成果を得た。例えば、(1)に関し、非金属触媒に基づく新しい機構の LRP である可逆連鎖移動触媒重合 (RTCP) を開発し、(2)に関して、濃厚ブラシ表面が、あらゆる材料の中でも最も低いレベルの摩擦係数を示すことや異物質に対する体積排除効果をもつことを発見した。これらの研究を発展させて、(3)濃厚ブラシ付与微粒子の形成する新しいタイプのコロイド結晶 (セミソフト系コロイド結晶) の科学を確立するとともに濃厚ブラシの生体関連材料への応用の道を拓いた。



2. 研究期間終了後の効果・効用

研究期間終了後の取組及び現状：研究代表者が公的研究機関を退職した 2010 年度以降も、各研究メンバーはそれぞれの立場で本研究課題を継続、進展させ、今日に至っている。**辻井**らは、膨潤濃厚ブラシ表面が示す極低摩擦現象が、境界潤滑における非貫入相互作用と流体潤滑における膨潤層粘性に由来することを見出し、この事実に基づく新しいトライボマテリアルの開発研究を行っている。**大野**らは、濃厚ブラシ付与 0 次元 (球状) 粒子のコロイド結晶化の成功を、1 次元粒子 (ナノロッド) および 2 次元粒子 (ナノディスク) に拡張し、階層構造化を次元制御する研究に取り組むとともに、親水性濃厚ブラシ付与微粒子による新規 MRI 造影剤の開発研究を行っている。**後藤**らは、フェノール類やビタミンなどの炭素化合物が RTCP の触媒として機能することを見出し、その系の反応速度論的解析を行っている。これら触媒は、従来の金属触媒等と比べて環境安全性と費用対効果に優れる。**佐藤**らは、イオン液体型濃厚ポリマーブラシ付与シリカ微粒子が形成する疑似コロイド結晶膜が、固体としては世界トップクラスの高イオン伝導性を発現する事実に基づき (上図)、そのリチウムイオン電池、コンデンサ、有機色素太陽電池、燃料電池などへの応用研究を展開している。**福田**らは、ポリマーブラシ付与カーボンナノチューブ (CNT) が高分子に対する分散性に優れ、この CNT 分散高分子が卓越した力学特性と電気絶縁性を示す事実に基づき、強度と防食性に優れた金属材料向け塗料を私企業との共同で開発している。



波及効果：研究成果を多くの論文や国内外の学会、研究集会で発表し、好ましい反響、特に論文に関しては多数の引用を受けた。また、内外から共同研究の申し出を数多く受けた。本特別推進研究開始時にはほとんど知られなかった**濃厚ポリマーブラシ (Concentrated Polymer Brush)** という学術用語が、基礎科学と応用の両面で極めて魅力的な新領域を意味することが広く認知されつつあると感じられる。