

界面材料工学グループ

教授:丸山達生、他 13 名(令和 4 年 1 月現在)

1. 概要 生物あるいは機能性人工材料は、界面や表面の特性を巧みに利用しています。例えば、物質の吸着・抽出分離、肌触り、濡れ性、生命機能の維持(細胞膜)、バリアー性能、エネルギー変換等です。我々は、次世代産業に貢献する、「**機能を有する界面・表面**」の創出をテーマに、有機化学、生化学、高分子化学、界面化学の視点から取り組んでいます。特に、高分子やタンパク質、有機化合物を、同じ土俵で一つ一つの分子ととらえ、それら分子が相互作用することにより分子レベルを超えた高次の機能を、液液界面や材料表面に作り出すことを目指しています。ここで創出する界面・表面は、分子が作り出すナノファイバー表面(ゲルなどに応用)や、エマルジョンの液液界面、高分子や無機材料が作り出すナノ・マイクロ構造表面などです。目指す機能は、例えばゲル化能、薬理活性、高い選択性を有する物質分離性能、新規接着技術の開発、ナノレベルの分子を使ったマクロ構造の制御等です。**応用化学の大きなメリットは、化合物を自在に合成できること(他専攻の人たちには不可能)なので、有機合成・高分子合成を基に、自分でデザイン・合成した分子を用いて、世界にこれまでにない機能性材料や概念の創出に挑戦**しています。また本学科の特長(研究 G 多様性)を生かし、他研究 G および他学部(理、医、農)と積極的に共同して研究発展および人的交流を図っています。一方で、企業との共同研究も毎年数件積極的に行い、私たちの知見・技術の社会実装(特許出願含む)に向けた努力もしております。

キーワード: 分子の自己組織化、表面機能化、界面活性剤、有機合成、高分子合成、薬理活性、接着、生体高分子(タンパク質、DNA)、生物有機化学、分離システム、細胞

2. 主な研究課題

① 新しい超分子ゲル化剤の合成・開発

ゲルは液体と固体のどちらの性質も有し、ゼリーや紙おむつなど幅広い分野で実用化されています。ゲル化剤は従来高分子でしたが、最近小さな分子でも液体をゲル化できることがわかってきました。この分子量が小さな分子によるゲルを超分子ゲルと呼び、我々は、世界的にも珍しい機能を有する超分子ゲル化剤の開発に成功しています。例えば、「**世界初のガン細胞を殺せる(図1)**」、「**水でもガソリンでもアルコールでも固められる(図2)**」などです。

小さな分子によるゲル化は、分子が自発的に集まって(自己組織化)、あたかも高分子のようにふるまうことでゲルを形成しています。分子を自らデザイン・合成して、この自己組織化を制御することで、これまでにない薬理システムの提案を行っております。

② “塗って表面を機能化する”高分子(プラスチック)の合成・開発

プラスチックの最表面とたった 1 μm 深さではその物性が異なります。このことは、同じ分子構造でもその成形加工により得られる物性が異なることを意味しています。そこでプラスチック材料や紙表面を分子レベルで機能化可能な“塗る”タイプの高分子を設計・合成し、表面の物性制御を行っております。例えば、表面の防汚性、ぬれ性制御、新しい接着方法の提案を行っております。これにより百貨等で売られている安価なプラスチック表面や紙材料表面に機能性分子(リガンド、DNA など)を導入し、新しいタイプの分析デバイスの開発や新たな接着システムの構築を目指しています。

③ 分解性高分子の合成・開発

人類はこれまで自然界になかった物質を化学的に作ることが出来ます。しかし、半永久的に地球上に残るものを作ってはならないという考えに基づき、ある条件下で狙って分解する材料(溶ける手術縫合糸のように)の開発を行っております。ここでは薬物や機能性タンパク質等を徐放可能な高分子フィルムを目指し、新しい分解性高分子の開発を目指しています。特に、世界初の分解性合成ポリアニオンを開発し、変性しやすいタンパク質の封入・徐放に成功しております。

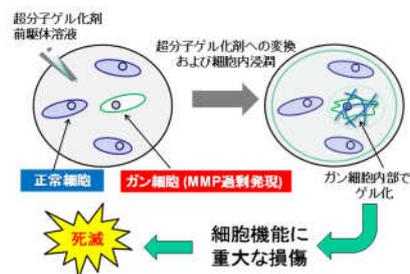


図1 我々の提案するゲル化剤によるガン化細胞の死滅コンセプト

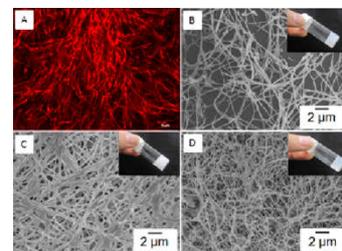
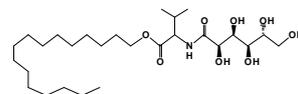


図2 新しく開発したゲル化剤が形成するナノファイバー

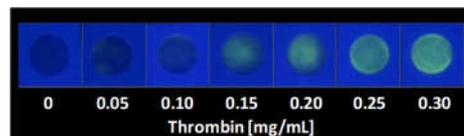


図3 塗るプラスチックにより機能化した紙表面での疾病関連タンパク質の検出



図4 薬物を徐放可能な分解性高分子フィルム