

表面化学とマテリアルデザイン ～未知なる機能性材料創出～

Design of materials and its surface chemistry
-Creation of attractive functional materials-

助教 久保 拓也
Assistant Professor
Takuya Kubo



We study for novel functional materials using porous substrate modified by surface chemical technologies. As new fundamental techniques, we developed both novel polymer-based photocoupling agent for effective immobilization of nanomaterials and self-assembled nanostructures from crosslinked-oxide polymer. Furthermore, basic separation behavior of spongy monolith which was reported last year and hybrid technique with spherical molecularly imprinted polymers have been developed. 1. Polymer-based photocoupling agent could be used for immobilization of nanoparticles, graphene, polymer films, and small molecules. 2. Nanostructured polystyrene film could be controlled by the condition of photo reactions and soaking solvents. 3. Hybridization of macroporous sponge and microporous spherical adsorbents was achieved and its functionality of each adsorbent was also confirmed. Each result obtained in this year will be useful for effective analyses and/or detections.

当研究室は、有機ポリマーを基材とした多孔性高分子を主体として、その表面の効率的な化学処理により、多岐にわたる応用に寄与する機能性材料の創出を目指している。本年度の研究では、いずれも基礎的な表面化学、ハイブリッド技術に関わる研究で、主として、ポリマーインターフェイスの開発、自己組織的ナノ構造ポリマーの開発、スポンジモノリスの表面機能化と分子鑄型ハイブリッド化の3つがあげられる。いずれの成果についても、電池デバイス、環境分析、環境浄化、等、環境科学に重要な応用研究の基盤となる基礎研究で、新規な学術的な知見が得られた。以下にその詳細について記す。

光・熱活性基含有型ポリマーインターフェイスと ナノ材料の固定化

本研究では、ナノマテリアル、ポリマーフィルム、低分子、などマルチな物質に対して効率的に機能する新規インターフェイスの開発を目的とし、シリコン等の基板に上記物質を共有結合型の結合により強固に固定化することを目指した。結果として、活性基としてのポリフルオロフェニルアジド (PFPA) 基とポリアリルアミン (PAAm) により得られた新規なポリマーをインターフェイス

として用いることで、有機層被覆型のシリカナノ粒子、ポリマーナノ粒子、炭素材料としてのグラフェン、ポリマー膜、あるいは二糖類などの低分子の効率的な固定化が可能となった。いずれの固定化においても、アジド基との強固な共有結合が寄与しており、これまでに例のない手法として注目されている。特に、ナノ粒子、炭素材料の効率的な固定化についてはインパクトが高く、今後様々なケミカルセンサー、超導電性薄膜開発への応用が期待できる。さらに、低分子での固定化にも寄与することから、バイオセンサーへの応用も有効である。(Figure 1)

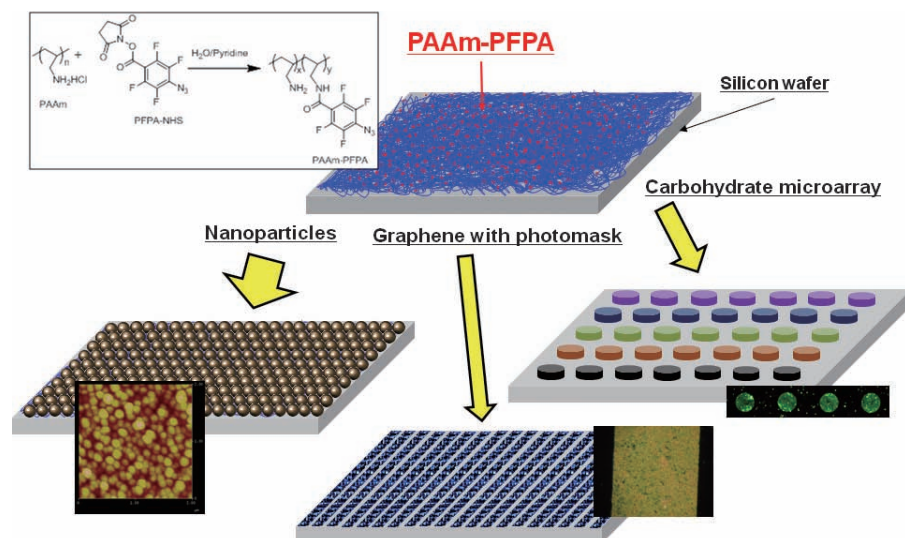


Figure 1. Polymer-based interface for effective immobilization

光反応による 自己組織型ナノ構造ポリマー薄膜の開発

本研究では、比較的簡便な反応でのナノ構造創出の1つとして、光反応による、ホモポリマーのラジカル反応に基づく架橋、酸化、および、溶媒浸漬による相分離現象を利用して、自己組織的なナノ構造を構築し、さらに、反応条件による構造制御を目的とした。得られた結果として、Figure 2に示すとおり、反応条件をコントロールすることで、ポリスチレンを基材とする、ナノ構造の制御が可能となり、さらには、他のポリマーにおいても同様の構造構築の可能性が示された。これらのナノ構造は溶媒との相互作用により自己組織的に形成されたものであり、ナノメートルレベルでの3次元的な構造制御が可能となった。今後の研究によって、例えば、ガス状物質の簡便な可視化センサー等への応用が期待できる。

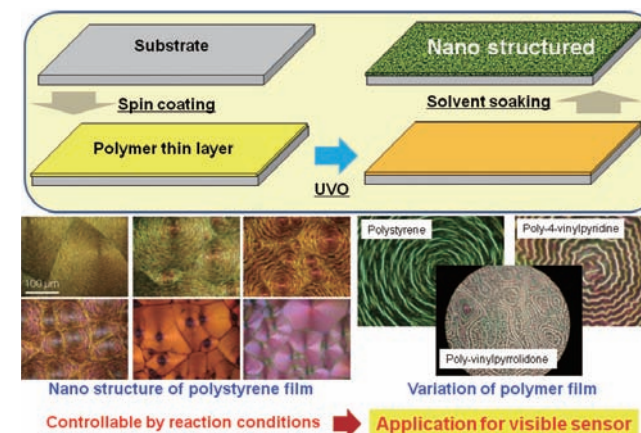


Figure 2. Nano-structured polymer films

スポンジモノリスの表面機能化と 分子鑄型とのハイブリッド化技術開発

本研究では、昨年までに報告した新規分離媒体としてのスポンジモノリスについて、表面機能化による分離・吸着機能の付与や、分子鑄型(分子インプリント法により得られた)とのハイブリッド化技術について、基礎的な検討を行った。得られた成果として、スポンジモノリス細孔表面の化学的修飾が可能となった。特に、イオン交換基による修飾により、イオン交換型のスポンジモノリスの開発に成功し、市販品と同等のスペックを有した低コスト・高速処理型の新規分離剤の開発が期待される。また、分子鑄型とのハイブリッド化を目的としたイオン交換樹脂とスポンジ状材料のハイブリッド化技術の開発においても、簡便な手法によって得



られたハイブリッド体において、定量的なイオン交換樹脂の導入が確認され、さらに、その吸着能がハイブリッド後も有効であることが明らかとなった。これらの成果は、環境分析前処理もしくは、環境浄化材として今後の応用研究に寄与すると期待できる。

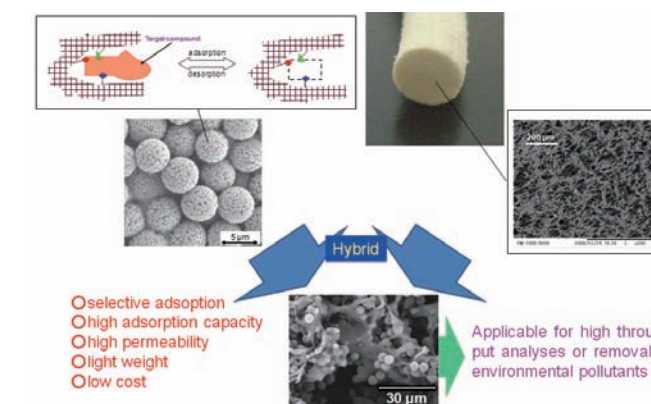


Figure 3. Hybrid materials of spongy monolith and particles

研究プロジェクト

- ・受託研究：環境省：環境研究総合推進費
- ・助成金：ホソカワ粉体工学振興財団
- ・その他、共同研究多数

Activities on 2011

[Invited presentation]

- Takuya Kubo (2011, Invited lecture) “The basic study of spongy monoliths and its applications”, IUPAC International Congress on Analytical Science 2011, May 2011, Kyoto

[Award]

- 久保拓也、日本分析化学会 2011年度奨励賞、「分子インプリント法を用いた親水性化合物に対する分析前処理剤の開発」、日本分析化学会第60年会、9月14日(水)、名古屋