

細胞膜の階層構造にならったデザインにより 高分子カプセルの新規作製法を開発

カラーレスなポリドーパミン薄膜を下地として用いる高分子ブラシからなるカプセルの作製

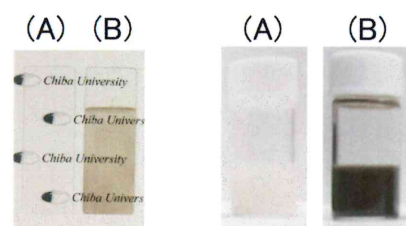
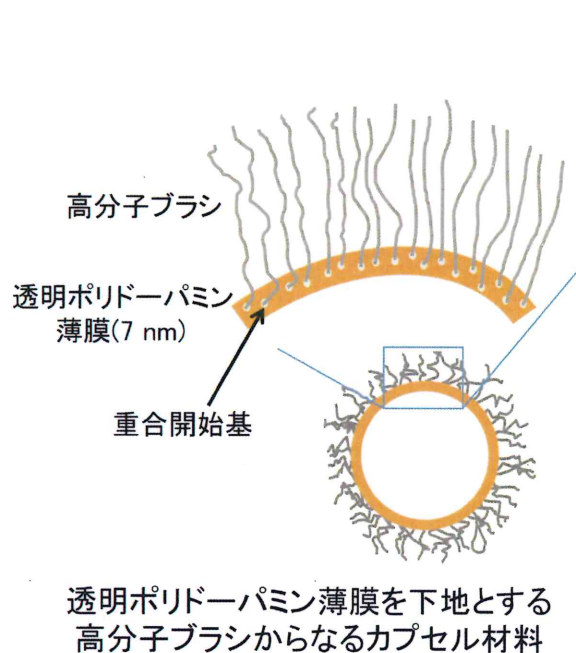
(千葉大院工) ○桑折道済・高麗寛人・篠田義弘・谷口竜王・岸川圭希

[1C18]

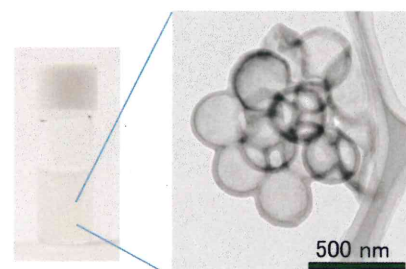
(Tel: 043-290-3393, E-mail: kohri@faculty.chiba-u.jp)

[概要] 千葉大学の桑折道済助教，大学院生の高麗寛人，篠田義弘，谷口竜王准教授，岸川圭希教授の研究グループは，厚さ数 nm の脂質二重膜上に様々な糖鎖がヒゲのように生えている細胞膜の構造にヒントを得て，新たな高分子カプセルの合成法を開発しました。この手法のポイントは，重合開始基を有する「透明ポリドーパミン薄膜」(約 7 nm) の開発に成功したことです。架橋高分子であるこの薄膜を脂質二重膜に見立てた下地として利用し，高分子ブラシのヒゲを生やすことで，高分子ブラシからなる任意の大きさのカプセルの作製が可能になりました。本手法は，原理的にはあらゆる高分子ブラシからなるカプセル材料作製への応用が可能です。今後，ブラシの性質により，分子認識材料，刺激応答材料，マッピング材料，DDS 担体など多岐にわたる応用が期待されます。

本研究の成果は，英国王立化学協会誌「Polymer Chemistry」(2013.4.2)に掲載され，裏表紙に採用されました。



(A)透明ポリドーパミン薄膜(本研究)と
(B)従来のポリドーパミン薄膜で被覆した
ガラス基板(左)と高分子微粒子(右)



作製したカプセルの写真

【研究の背景】 ナノからミクロンサイズの高分子カプセルは、任意の機能を付与した高性能化、高機能化をめざした先端材料分野でも需要は高く、目的に応じたサイズや機能を有するテーラーメイド的なカプセル作製法の開発が重要です。

近年、ムール貝の接着機構を模倣して作製された高分子‘ポリドーパミン’が様々な材料表面に接着することが報告され、ポリドーパミンによる材料表面の改質が活発に行なわれています。しかし、ポリドーパミン被覆は濃茶色の着色をともなうことから、表面改質後の材料を光学材料や表示デバイス、化粧品などとして利用する場合はその利用が制限されるという課題がありました。

【研究の内容】 ポリドーパミンの着色は、モノマーであるドーパミンの重合時の環化・架橋形成による共役長の伸張によりおこります。当研究グループでは、ポリドーパミンの接着性は保持しつつ、重合時の環化・架橋形成をあえて抑制し「透明ポリドーパミン薄膜」を合成する独自の手法を開発しました。これまでの表面改質は各材料に対して固有の手法でそれぞれ行われることが多かった一方、本研究で開発した透明ポリドーパミン薄膜による表面改質は、様々な材質の材料に対して適応可能です。これまでに無機粒子、高分子微粒子、ガラス基板やフレキシブル基板などへの被覆が可能であることがわかっています。また、従来の濃茶色のポリドーパミン被覆と異なり、本手法では光学的に透明なポリドーパミン薄膜による被覆であることから、素材の性質をそのまま生かした材料設計が可能であるのも大きな利点です。今回は、コア材料の高分子微粒子表面を、重合開始基を導入した透明ポリドーパミン薄膜で被覆し、ポリヒドロキシエチルメタクリレート(PHEMA)の高分子ブラシを付与しました。その後、コア微粒子を除去することで、架橋高分子である透明ポリドーパミン薄膜を下地とする高分子ブラシからなる新しいタイプのカプセル材料の作製に成功しました。コア材料の大きさによりカプセル内径を 100 nm から 3 μ m に、高分子ブラシの重合度によりカプセル厚みを 20 nm から 100 nm の間で制御でき、用途に応じて大きさを可変なテーラーメイドなカプセル合成を達成しました。さらに PHEMA 高分子ブラシを介したカプセルのポスト機能化により、蛍光性の付与や有機-無機ハイブリッド化にも成功し、多機能型カプセル材料作製へと展開しています。今後、ブラシに用いる高分子の種類を変えることで、様々な性質を示す高分子ブラシからなるカプセル材料の作製が期待されます。

<適応分野> 分子認識材料, 刺激応答材料, マッピング材料, DDS 担体など

【掲載論文】 題目 : A colorless functional polydopamine thin layer as a basis for polymer capsules
著者 : M. Kohri, H. Kohma, Y. Shinoda, M. Yamauchi, S. Yagai, T. Kojima, T. Taniguchi, K. Kishikawa
雑誌 : *Polym. Chem.*, 2013, 4, 2696-2702.