

# 高機能ナノ空間を持ったスマートカプセル

ナノテクノロジー研究部門

藤原 正浩

## マイクロカプセル

ナノメートルサイズあるいはマイクロメートルサイズの中空性・多孔性微粒子は、種々の化合物を材料内部に包含し適宜放出することができる、いわば微小なカプセル（マイクロカプセル）です。産総研では、無機材料が形作るこの微小なカプセル空間内に種々の薬物や生体分子等を取り込んで、さまざまなナノバイオ技術を研究しています。例えば、水と油の界面を巧みに利用して、無機球状中空粒子を一段階で合成することに成功しています。<sup>[1]</sup>

## ドラッグデリバリーシステムへの応用

図1-Aにシリカ・マイクロカプセルの電子顕微鏡写真を示しますが、材料

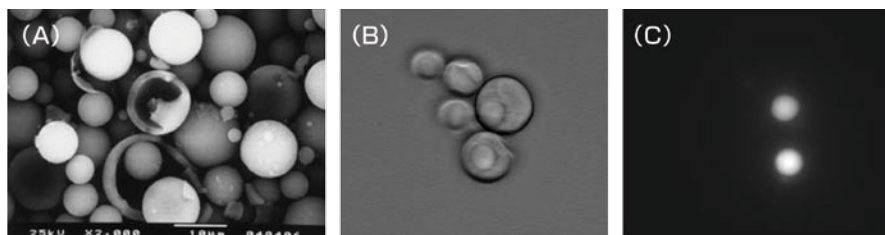


図1 代表的なシリカ・マイクロカプセルの電子顕微鏡像 (A)。蛍光色素含有BSAを内包したシリカ・マイクロカプセルの同一箇所での実体顕微鏡像 (B) と蛍光顕微鏡像 (C)。カプセル内の円形部分が光っている。

内部に大きな中空空間を持っていることがわかります。このマイクロカプセル合成時に、タンパク質やDNAを共存させておくと、それらの分子を直接中空空間内に封入することができます。図1-B、Cには、蛍光色素含有の牛血清アルブミン (BSA) を内包したシリカ・マイクロカプセルのほぼ同一箇所での実体顕微鏡像 (図1-B) と蛍光顕微鏡像 (図1-C) を示しますが、

蛍光を発しているBSAがマイクロカプセル内部に存在することがわかります<sup>[2]</sup>。内包されたBSAはカプセル殻にある細孔よりも大きいため、カプセルが壊れない限り外部には放出されず、応答性ドラッグデリバリーシステムや固定化酵素などの技術への応用が期待できます。

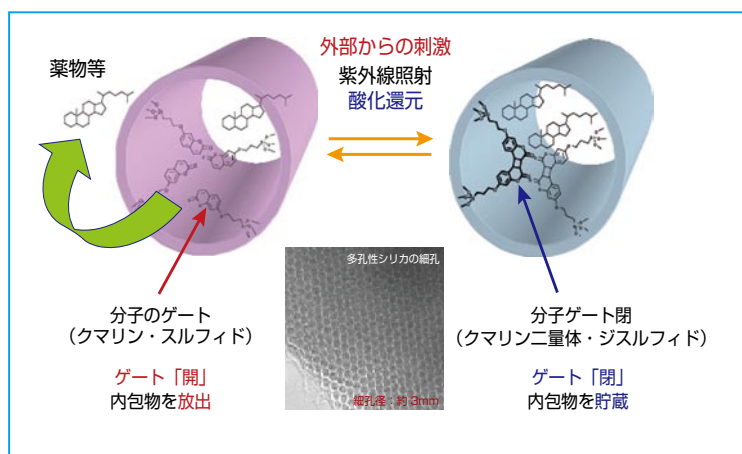


図2 多孔性シリカによる外部刺激応答性ドラッグデリバリー

## 新しいカプセル技術

シリカが持つナノレベルでサイズがよく揃った細孔の出口に、外部の刺激により可逆的に開閉する分子のゲートを設けると、ゲートの開閉によって、包含された化合物の細孔内での貯蔵と外部への放出を制御することができます。例えば、光により可逆的に二量化するクルミン分子のゲートでは光照射により<sup>[3]</sup>、また酸化還元で結合が可逆的に開裂するジスルフィド基では酸化還元反応により<sup>[4]</sup> 放出制御が可能です (図2)。

このように、微小空間を有する材料は、ナノレベルで分子や生体高分子等の動きを自在に制御できるスマートなカプセル材料として、さまざまなナノバイオ技術での応用が期待されます。

## 参考文献

- [1] M. Fujiwara, K. Shiokawa, Y. Tanaka, Y. Nakahara, Chem. Mater., 2004, 16, 5420.
- [2] M. Fujiwara, K. Shiokawa, K. Hayashi, K. Morigaki, Y. Nakahara, J. Biomed. Mater. Res. A, in press.
- [3] N. K. Mal, M. Fujiwara, Y. Tanaka, Nature, 2003, 421, 350; N. K. Mal, M. Fujiwara, Y. Tanaka, T. Taguchi, M. Matsukata, Chem. Mater., 2003, 15, 3385.
- [4] M. Fujiwara, S. Terashima, Y. Endo, K. Shiokawa, H. Ohue, Chem. Commun., 2006, 4635.