



ナノ複合構造と光触媒

広島大学 犬丸 啓

筆者は無機材料と固体触媒の研究者であり、複合構造の機能設計に興味を持って研究をしてきた。還暦まであと3年のみとなる年齢となったが、特にエネルギー蓄積型 ($\Delta G > 0$) の光触媒では全くの新参者である。本稿では、そのような者がどのような経緯でこの分野の末席にたどり着いたか、自身の研究の変遷を辿ることで、種々の複合構造の紹介をさせて頂くこととする(図)。

筆者は卒業研究の時から博士課程修了まで固体触媒の東大の御園生誠先生の研究室でお世話になった。三菱化成でお世話になった後、助手として古巣の研究室に戻った当時(1994年)、その少し前に黒田一幸先生らが発見したメソポーラスシリカ(MPS)が触媒研究者にも大きな衝撃を与えていた。直径数 nm を超える細孔径を正確に制御できる設計性はゼオライトなどでは難しい。助手の4年間は、ナノ粒子が結晶方位を揃えて集合し界面で融合して、集合体全体が単結晶の秩序を獲得する現象の発見[1]などが主たる成果だが、メソポーラス材料の研究も始めさせてもらった。主に学生の渡辺大輔君が合成法を磨いてくれた。

1998年に広島大学の山中昭司先生に助教授として採用され、表題にある「複合構造」の研究を始めた。当時、環境中の内分泌かく乱物質が大きな問題と考えられていて、その一つであるノニルフェノールに対する分子選択的な吸着除去機能を着想しMPSを使って実現した[2]。メソポーラス材料の自身初の成果であった。しかし、「吸着した後はどうする?」と学会で問われて答えに窮した。そこで、分子を選択的に吸着し分解する光触媒粒子を初めて創出した[3]。酸化チタン粒子の表面にアルキル基をグラフトした単純な構造であったが、分子選択性光触媒の草分けとして評価されている[4]。この光触媒には簡単に予想がつく大きな欠点がある。光触媒作用により表面アルキル基が分解してしまう。これを避

けるには、オール無機物で分子選択性光触媒を構成する必要がある。酸化チタン粒子をメソポーラスシリカで包み込んだ構造でそれを実現できた[5-7]。

さて、MPSのナノ空間は炭酸イオンの状態(平衡や濃度)も変えるであろう。それを狙って、CO₂還元反応を試みた[8]。振り返ると、下図の変遷はナノ空間を用いて反応場を制御しようという発想が軸になっている。一方、光吸収で生成したキャリアを粒子間で移動させる複合構造を意図的に作った[9]。この辺りは研究室を共同運営している片桐清文教授との共同研究である。今後は、これら複数の概念をさらに融合した複合構造の設計を目指したいと考えている。

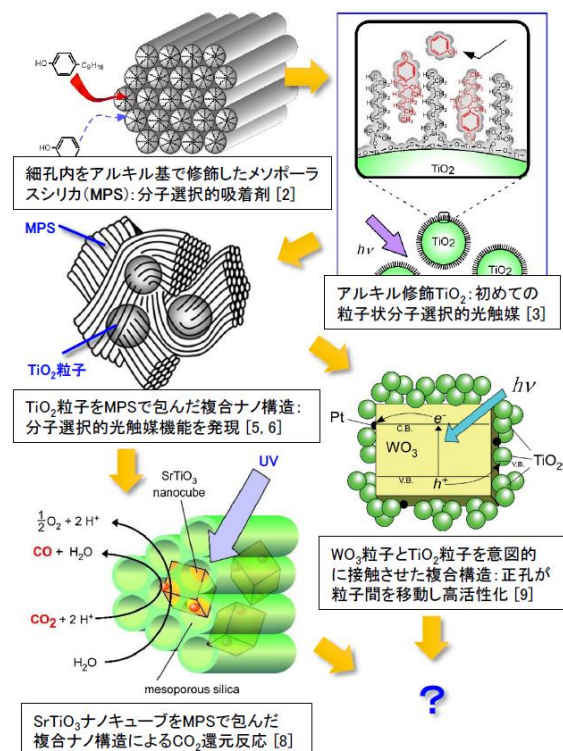


図. 筆者が研究したナノ複合構造

[1] T. Ito et al. *J. Phys. Chem. B*, **101**, 9958 (1997).
[2] K. Inumaru et al. *Chem. Commun.*, 903 (2000).
[3] K. Inumaru et al. *Appl. Catal., B*, **52**, 275 (2004).
[4] M. A. Lazar et al. *RSC Advances*, **3**, 4130 (2013).
[5] K. Inumaru et al. *Chem. Commun.*, 2131 (2005).
[6] K. Inumaru et al. *J. Mater. Chem.* **21** 12117 (2011).
[7] J. Kou et al. *Chem. Rev.* **117**, 1445 (2017).
[8] T. Ohashi et al. *J. Asian Ceram. Soc.* **5**, 255 (2017).
[9] T. Ohashi et al. *Catal. Sci. Technol.*, **5**, 1163 (2015).