

「超空間制御に基づく高度な特性を有する革新的機能素材等の創製」  
平成 25 年度採択研究代表者

H28 年度  
実績報告書

植村 卓史

京都大学大学院工学研究科  
准教授

テーラーメイドナノ空間設計による高機能高分子材料の創製

## § 1. 研究実施体制

### (1) 「植村」グループ

- ① 研究代表者: 植村 卓史 (京都大学大学院工学研究科、准教授)
- ② 研究項目
  - ・ナノ空間材料のテーラーメイド合成と高分子材料への応用

### (2) 「長岡」グループ

- ① 主たる共同研究者: 長岡 正隆 (名古屋大学大学院情報学研究科、教授)
- ② 研究項目
  - ・分子シミュレーションを用いたナノ空間内ゲスト分子の秩序構造解析

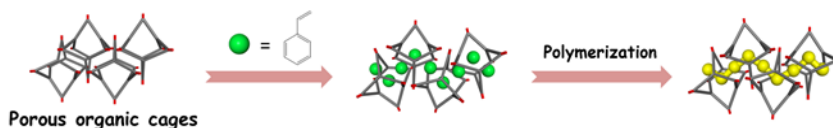
### (3) 「水野」グループ

- ① 主たる共同研究者: 水野 元博 (金沢大学理工研究域、教授)
- ② 研究項目
  - ・固体 NMR を用いたナノ空間内ゲスト分子のダイナミクス解析

## § 2. 研究実施の概要

### 有機ケージを用いた初めての高分子合成<sup>1)</sup>

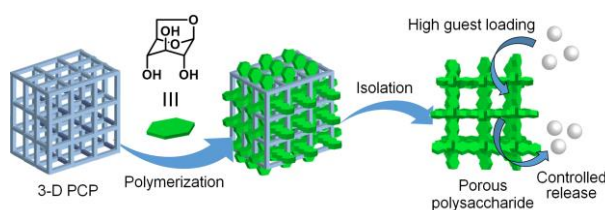
外部刺激やゲスト分子に応じて動的なパッキング構造を形成する有機ケージ状化合物の



空間を用いて初めての高分子合成を成功させた。この系ではホストケージとゲストモノマー間での協動的な重合挙動が見られ、ホストのパッキング変化によるモノマーの重合選択性や生体酵素で見られるようなアロステリック挙動が発現し、従来の「固いナノ空間」を用いた重合系とは異なる重合制御が可能であることが示された。

### 糖鎖高分子の制御合成<sup>2)</sup>

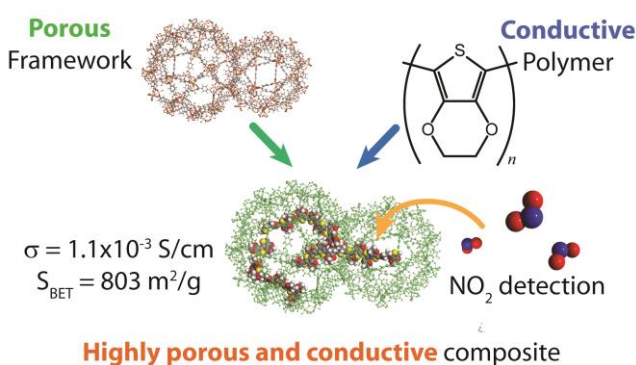
一般的な糖分子は活性な水酸基を多く有するため、重合して得られる糖鎖の構造制御は極めて困難である。本研究では多孔性金属錯体(MOF)が形成するナノ空間を反応場とすることで、成長次元



性が制御された糖鎖を高効率に合成することに成功した。例えば、3次元チャンネル構造を有するMOFを鋳型とすることで、ポーラスな糖鎖を作り出すことができた。その細孔内には様々な薬剤分子やペプチド分子なども導入できたことから、新たなドラッグキャリアとしての利用が期待される。

### 多孔性錯体内での低次元ポリチオフェン集積体の構築とその応用<sup>3)</sup>

MOFの細孔内でポリチオフェン(PTh)の合成を行うことで、高空隙率・高導電性を兼ね備えた複合ナノ材料を創製した。この複合体は大気汚染物質の二酸化窒素を高効率に吸着し、ppbレベルという極めて低濃度の二酸化窒素ですらPThのコンダクタンス変化により感知できる有用なセンサー材料として利用できることが分



かった。また、酸化チタンナノワイヤー構造を有するMOFの細孔内にPThを導入することで、完全交互型ドナーアクセプターヘテロ接合構造を作り出すことに成功し、極めて長寿命な電荷分離状態を達成した。

#### 参考文献

- 1) Radical Polymerization of Vinyl Monomers in Porous Organic Cages  
Takashi Uemura, Ryo Nakanishi, Shuto Mochizuki, Susumu Kitagawa, Motohiro Mizuno  
*Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, *55*, 6443-6447.
- 2) (a) The controlled synthesis of polyglucose in one-dimensional coordination nanochannels  
Yuichiro Kobayashi, Yuki Horie, Kayako Honjo, Takashi Uemura, Susumu Kitagawa  
*Chem. Commun.* **2016**, *52*, 5156-5159.  
(b) Preparation of Porous Polysaccharides Templated by Coordination Polymer with  
Three-Dimensional Nanochannels  
Yuichiro Kobayashi, Kayako Honjo, Susumu Kitagawa, Takashi Uemura  
*ACS Appl. Mater. Interface* **2017**, *9*, 11373-11379.
- 3) Nanostructuring of PEDOT in Porous Coordination Polymers for Tunable Porosity and  
Conductivity  
Benjamin Le Ouay, Mickael Boudot, Takashi Kitao, Takeshi Yanagida, Susumu Kitagawa,  
Takashi Uemura  
*J. Am. Chem. Soc.* **2016**, *138*, 10088-10091.