

固体ナノポア反応場 Solid-state nanopore reactor

阪大産研¹, 東大工², Instituto Italiano di Tecnologia³, 筒井 真楠¹, Wei-Lun Hsu²,

Chien Hsu², Denis Garoli³, Shukun Weng³, 大宮司 啓文², 川合 知二¹

Osaka Univ.¹, Univ. Tokyo², IIT³ °Makusu Tsutsui¹, Weil-Lun Hsu², Chien Hsu², Denis Garoli³,

Shukun Weng³, Hirofumi Daiguji², Tomoji Kawai¹

E-mail: tsutsui@sanken.osaka-u.ac.jp

細胞膜にあるイオンチャネルは、特定のイオンだけを透過する高度なフィルタであり、電圧や機械的な力などの外部刺激に応答し開閉する仕組みも備えている。一方、半導体加工技術などで極薄固体膜中に作製される固体ナノポアにも、その細孔径を電解質液中のデバイ長と比較して十分に小さく作れば、イオンチャネルに見られるようなイオン選択性が発現し、これにより塩分濃度差発電¹や水質処理²への応用が可能になる。本研究では、この固体ナノポアに新たにイオンチャネルが有する外部刺激応答性を付与することができないか試みた³。

動作原理は、外部電圧によるナノポア空間の化学反応制御を基にしたものである。ナノポアの加工法は従来のもを用い、電子線描画法と反応性イオンエッチングによって厚さ 40 nm の SiN_x メンブレン中に単一あるいは複数のナノポアを作製した。そしてナノポア膜を隔てて異種の電解質液を配し、膜間電圧でナノポア内におけるイオン輸送を制御した。この仕組みによって、ある電圧の極性ではナノポア内に金属水酸化物やリン酸化合物の析出反応が誘起され、ナノポアを当該加工物によって完全に封止することができた。また、極性を反転させれば逆反応により析出物が溶解し、ナノポアを開口状態に戻すこともできることを確認した³。講演では、ナノポア空間における反応制御のための溶液条件や細孔径等の条件に加えて、当該原理を応用したナノポアメモリストや 1 分子センサの動作についても説明する。

[参考文献]

¹ Z. Zhang et al., Nat. Rev. Mater., 6, 622 (2021).

² Heiranian et al., Nat. Commun, 6, 8616 (2015).

³ M. Tsutsui et al., Nat. Commun, in press.