

A2-01 水圏機能材料の基盤となる分子設計・分子集合体の構築

加藤隆史 (東大院工)

水圏において機能する材料の構築学のためには、水と材料の相互作用を分子レベル・ナノ集合レベルでとらえ、材料化学と水の基礎科学を融合して、新しい学理を創成する必要がある。本研究では水圏機能材料の基盤となる分子設計・分子集合体の構築というアプローチにより、環境調和型・省エネルギー型の高機能性の水圏機能材料を構築した¹⁻⁷⁾。

液晶ナノ自己組織化水処理膜(カラムナー・双連続キュービック・スメクチック構造)における水の構造解析・制御と機能開拓を行った¹⁻⁴⁾。液晶ナノ孔内の水分子の状態を全原子分子動力学シミュレーションによって解析した(Fig. 1)²⁾。これにより、液晶ナノ孔や溶質と相互作用する水分子の水和構造や水素結合の状態を明らかにした。棒状や双頭型液晶分子から二次元ナノ水処理膜を開発した³⁾。これらの膜は、ウイルスに対しても高い除去率を示した。スメクチック液晶についても先端解析・シミュレーションにより解析した⁴⁾。

水圏でのセンシング機能材料として、生体分子認識部位を有する両親媒性液晶分子を開発した⁵⁾。ペプチド部位を有する液晶分子と室温ネマチック液晶の混合物を用いて作製した水/液晶界面では、標的タンパク質にตอบสนองして液晶分子の配向変化が誘起された(Fig. 2)。

水圏における新しい有機・無機ハイブリッド材料を構築した^{6,7)}。気液界面合成により、導電性が期待される金属有機構造体ナノシートの構造制御を行った⁶⁾。

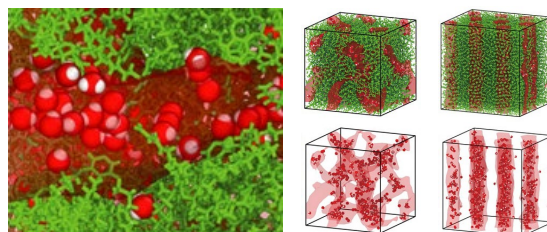


Fig. 1. Snapshots of bicontinuous cubic and columnar liquid crystals containing water molecules confined in the ionic nanochannels.

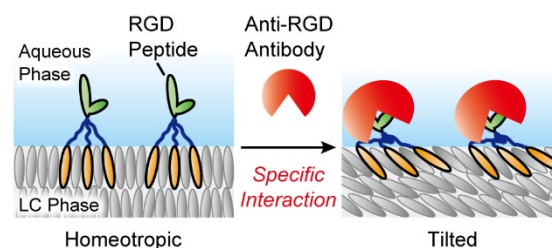


Fig. 2. Schematic illustration of the protein-responsive aqueous/liquid-crystalline interfaces based on a bioconjugated mesogen.

- 1) J. Uchida, B. Soberats, M. Gupta, T. Kato, *Adv. Mater.* **2022**, *34*, 2109063.
- 2) Y. Ishii, N. Matubayasi, G. Watanabe, T. Kato, H. Washizu, *Sci. Adv.* **2021**, *7*, eabf0669.
- 3) K. Hamaguchi, J. Kumaki, H. Katayama, T. Kato et al., *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2021**, *13*, 20598.
- 4) K. Hamaguchi, G. Watanabe, G. Ungar, T. Kato et al., *ChemPhysChem* **2023**, *24*, e202200927.
- 5) J. Uchida, A. Niwa, M. Hasome, R. Makiura, N. L. Abbott, T. Kato, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, in press.
- 6) K. Tachimoto, R. Makiura et al., *Langmuir* **2023**, *39*, 8952.
- 7) M. Nakayama, T. Kato, *Acc. Chem. Res.* **2022**, *55*, 1796.

PROFILE

加藤隆史 (東京大学大学院工学系研究科 教授・信州大学 教授 (クロスアポイントメント))
東京大学大学院工学系研究科附属水環境工学研究センター・副センター長 (兼務)、東亜合成 (株) 取締役 (社外)。東京大学工学部合成化学科・大学院工学系研究科博士課程を経て、1988 年米国コーネル大学博士研究員、1989 年東京大学助手、講師、助教授を経て、2000 年より現職。工学博士。専門は、機能性高分子・液晶材料・分子集合体・高分子/無機複合体の設計・合成・構造制御・機能化など。日本化学会進歩賞(1993 年)、Wiley 高分子科学賞(2001 年)、日本 IBM 科学賞(2003 年)、日本学術振興会賞(2005 年)、日本液晶学会功績賞 (2008 年)、高分子学会賞(2010 年)、英国王立化学会フェロー(2014 年)、日本化学会賞(2016 年)、高分子科学功績賞 (2021 年)、紫綬褒章 (2021 年)、Advanced Materials Hall of Fame(2022 年)など。第 3 回化学フェスタから実行委員長。JST さきがけ「分子技術と新機能創出」研究総括。科研費新学術領域研究「融合マテリアル」領域代表(2010-2014 年度)、「水圏機能材料」領域代表(2019-2023 年度)。高分子学会第 34 期会長。