

A1-06

水圏機能材料のバイオ・環境機能開拓

田中 賢 (九大先導研)

健康寿命の延伸のための医療製品開発分野では、製品を構成する人工材料と生体の接触界面において、安全性が高く、異物反応の小さい性質を有する材料が必要である。しかし、その材料設計指針は不明であった。筆者の研究グループでは、医療製品と生体の界面における水分子の役割に着目した。領域内共同研究により、材料に水和した水分子の構造と運動性を核磁気共鳴法、赤外分光法、示差走査熱量法、テラヘルツ分光法、中性子準弾性散乱、軟 X 線発光分光法、周波数変調型原子間力顕微鏡法などの先端計測により解析した。その結果、特定の材料に形成される中間水と生体親和性の相関が明らかになった。この結果を元に、官能基の構造、位置、量、配列が精密に制御された水圏バイオ・環境機能材料を精密合成した¹⁾。

【ピロリドン環を側鎖に有する高分子の合成】 アルキル基を介してピロリドン環を側鎖に有する高分子(PNARP)を新規に設計・合成した²⁾。PNARP は、温度応答性を示すとともにポリ(N-イソプロピルアクリルアミド)よりも血小板の粘着を抑制できた。なお、リンカーの長さによらず PNARPs は全て中間水を形成することがわかった。また、C=O 基に水和した中間水の構造を明らかにした。PNARP は、PMEA と同等の生体親和性を有し、ステントを構成する金属表面への密着性は PMEA より優れていることを確認した³⁾。

【酸化状態が異なる含硫黄高分子の合成】 極性の高い化学構造を側鎖末端に導入し中間水量を制御するために、dimethyl sulfoxide の化学構造を導入したモノマーと、その酸化 (dimethyl sulfone)・還元 (dimethyl sulfide) 類似体を合成した。また、含フッ素高分子を合成し比較したところ中間水量と生体親和性に相関がみられた⁴⁾。

【新規オレフィン系高分子の合成】 既存のビニル型高分子ではなく、主鎖に剛直な環構造を有する官能基化シクロオレフィンポリマーを新規に設計することで、主鎖/側鎖の運動性が水和状態や生体親和性に与える影響について検討した結果も当日紹介する。

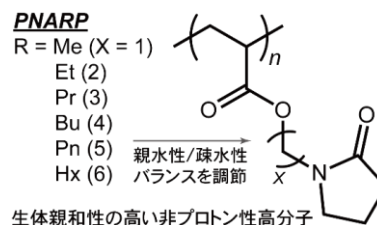


図 1. PNARP の化学構造

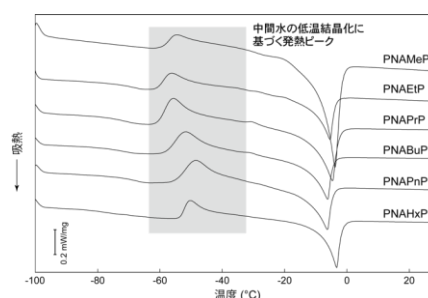


図 2. 含水 PNARP の熱測定結果

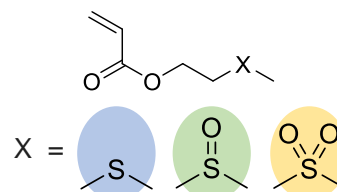


図 3. 含硫黄高分子の化学構造

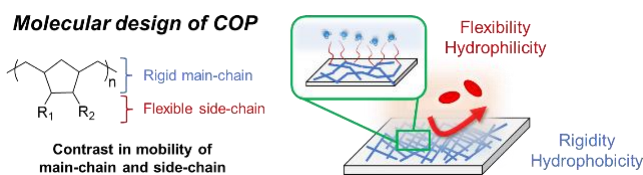


図 4. 官能基化シクロオレフィン高分子の化学構造

1) S. Kobayashi, M. Tanaka, *Mol. Syst. Des. Eng.*, **2023**, 8, 960.

2) S. Nishimura, K. Nishida, T. Ueda, S. Shiimoto, M. Tanaka, *Polym. Chem.* **2022**, 13, 2519.

3) S. Nishimura, M. Tanaka, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **2023**, 96, 1052.

4) R. Koguchi, K. Jankova, D. Murakami, B. Ameduri, M. Tanaka, *Biomater. Adv.* **2023**, 153, 213573.

PROFILE

田中 賢 (九州大学 先導物質化学研究所 ソフトマテリアル学際化学分野 教授)

北海道大学・大学院修士課程修了、1996年テルモ(株)、2000年北海道大学助手、2001年さきがけ研究者(兼)、2003年博士(理学)、2004年特任助教授、2006年助教授、2007年東北大学准教授、2009年山形大学教授、2012年文部科学省学術調査官(兼)、2015年より現職。専門:医療高分子の設計と合成、製品化。主な受賞歴:日本人工臓器学会オリジナル賞(2007)、高分子学会旭化成賞(2011)、市村学術賞功績賞(2019)、日本バイオマテリアル学会学会賞(2021年)など。