

高島 義徳 (阪大院理)

高分子材料の機能創製において、材料内部の非共有結合や共有結合といった架橋構造と取り巻く水が機能特性に大きく影響する。機能開拓には水の科学も含めた、分子設計が必要である。筆者の研究グループでは、超分子科学に基づいた可逆性または可動性の架橋に注目している¹⁾。最近になり、領域内共同研究により、界面物性の先端計測と組み合わせ、水圏での高分子主鎖の振る舞いを制御し、物理的および力学的機能が制御される水圏メカノ機能材料の例を見出したので紹介する²⁻³⁾。

【ヒドロゲルの強靭性と緩和時間の相関】 水圏での高分子の速度論と靭性の関係の解明を目的に、可逆性架橋点の緩和時間 ($\langle \tau \rangle$) を変化させたヒドロゲルの力学物性を比較した。架橋点の形成・解離に伴う粘弾性挙動によるエネルギー分散性を発現する最適な緩和時間を持つ材料は強靭性を示した。早い緩和 ($\langle \tau \rangle = 18$ s) と遅い緩和 ($\langle \tau \rangle = 6.6 \times 10^3$ s) の架橋点を持つヒドロゲルは延伸ひずみが低い時は早い緩和が、高い時は遅い緩和が最適緩和として効果的に応力分散性に機能した。今後の強靭性材料の設計指針を示した (図 1)²⁾。

【血液適合性高分子の自立性・強靭性の付与】 可逆的結合に基づく緩和特性に基づいて血液適合性材料の作製を試みた。Poly(2-methoxyethyl acrylate) (PMEA) は血小板の粘着を抑制する特異な水和状態を形成する。そこで、PMEA を主鎖とし、アセチル化 CD 誘導体 (TAc γ CD) とフッ素化アルキル (RF6) 間の可逆的な包接錯体形成を架橋点とする超分子材料を作製した。この材料は PMEA 単体に匹敵する血液適合性のみならず、低い弾性率に基づく柔軟性と高延伸時では高い応力を示し、血管組織に似た強靭性を示した (図 2)⁴⁾。

【クロスネットワーク材料における靭性と水和状態の関係】 上記の研究成果をさらに発展させるため、PMEA を含有したクロスネットワーク材料を作製し、pPMEA の水和状態が材料特性に影響を踏まえて、材料の水和状態と力学特性の相関関係を見出したので、当日、紹介する⁵⁾。

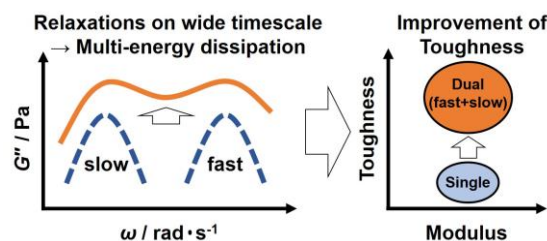


図 1. 早い緩和成分と遅い緩和成分の可逆性架橋を有する強靭性超分子ヒドロゲル

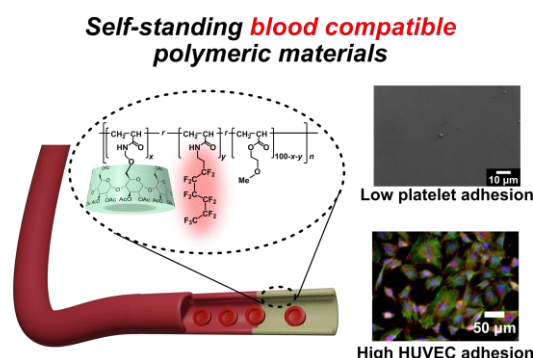


図 2. 血小板の粘着を抑制する自立性・強靭性超分子材料

- 1) R. Ikura, J. Park, M. Osaki, H. Yamaguchi, A. Harada, Y. Takashima, *NPG Asia Mater.* **2022**, *14*, 10.
- 2) S. Konishi, J. Park, O. Urakawa, T. Inoue, G. Matsuba, Y. Takashima, *et. al. Soft Matter*. **2022**, *18*, 7369.
- 3) K. Hayashi, M. Matsuda, N. Mitake, M. Nakahata, N. Munding, A. Harada, S. Kaufmann, Y. Takashima, M. Tanaka, *ACS Appl. Polym. Mater.* **2022**, *4*, 2595.
- 4) J. Park, T. Ueda, Y. Kawai, K. Araki, M. Kido, Y. Takashima, M. Tanaka, *et. al. RSC Adv.* **2022**, *12*, 27912.
- 5) Y. Kawai, J. Park, R. Ikura, T. Konishi, G. Matsuba, Y. Takashima, *et. al. Macromolecules* **2023**, *56*, 4503.

PROFILE

高島 義徳 (大阪大学・大学院理学研究科)

- ① 2003 年大阪大学大学院理学研究科博士課程修了、2004 年理学研究科助手、2014 年同研究科講師を経て、2016 年同大学高等共創研究院 教授に就任。2023 年同大学大学院理学研究科 教授、現在に至る。
- ② 高分子化学・超分子科学、最近では分子接着材料、可逆性・可動性架橋材料、刺激応答性材料に関する研究に従事。
- ③ 高分子学会高分子研究奨励賞 (2009 年)、シクロデキストリン学会奨励賞 (2011 年)、第 58 回高分子研究発表会ヤングサイエンティスト講演賞 (2012 年)、文部科学大臣表彰若手科学者賞 (2014 年)、HGCS Japan Award of Excellence 2016、花王科学賞 (2020 年) など。
- ④ 主な著書：*NPG Asia Mater.* **2022**, *14*, 10. ⑤ 連絡先：takasima@chem.sci.osaka-u.ac.jp