

高分子ゲルのエレクトロメカニクスとソフトアクチュエータへの応用

Electromechanics of polymer gels and its applications for soft actuators

立命大総研 °安積 欣志

Ritsumeikan Univ., °Kinji Asaka

E-mail: kar21133@fc.ritsumei.ac.jp

1. 初めに

高分子ゲルは、3次元網目構造を持つ高分子と溶媒の複合体であり、電場で可逆的に体積、あるいは形状変化（エレクトロメカニクス）をする高分子ゲルは、ソフトアクチュエータへの応用が期待され、研究が進められている。本発表では、これまで研究が進められてきた、イオン導電性高分子ゲルをベースとした様々な材料、および、PVCゲルに代表される誘電ゲルの様々な材料とそれらのエレクトロメカニクスの原理、およびソフトアクチュエータとしての応用例について紹介する。

2. 高分子ゲルのエレクトロメカニクス

イオン導電性高分子ゲルベースの材料としては、ナフィオン等の固体高分子電解質ゲルに貴金属電極を無電解メッキで接合した接合体¹、また、PVdF(HFP)等のベースポリマーにイオン液体を含ませたイオンゲルにナノカーボン分散電極を接合した材料²が代表的であり、いずれも数V以下の電圧で、数Hz~100Hz程度の高速、曲率 $10\sim 100\text{ m}^{-1}$ の大変形応答を示す。誘電ゲルは、ポリ塩化ビニル (PVC) に可塑剤を大量に含ませた PVCゲルに伸縮性のカーボンペースト電極を塗布した材料等³が代表的であり、数100V程度の比較的低電圧で、20%の伸縮率、10Hz程度の応答速度という、優れたエレクトロメカニクス特性を示す。

それぞれ、応答原理の詳細は異なるが、基本は電極とゲル界面における、界面電荷層に基づく応力発生によるものと考えられる。本講演では、これら様々な高分子ゲルのエレクトロメカニクス特性の測定とその解析、エレクトロケミカルインピーダンスを初めてとする様々な電気化学手法による界面電荷層の評価、及び、エレクトロメカニクス特性と材料の最適化について議論する。

3. ソフトアクチュエータとしての応用

高分子ゲルは、低電圧駆動で様々な形状のソフトアクチュエータを作製することができる。そのことから、マイクロ能動カテーテル等の医療用マイクロデバイス、パワーアシストスーツ用ソフトアクチュエータ、魚型ロボットなどのバイオミメティックロボット、焦点可変マイクロレンズ等、他のアクチュエータ材料では実現困難な様々なデバイス研究が行われている。本講演ではこれらの研究例から代表的なものを紹介し、最後に今後の展望について議論したい。

4. 参考文献

- (1) K. Asaka et al., *Electromechanically Active Polymers*, F. Carpi Ed., Springer, 2016, pp. 131-150.
- (2) J. Torop et al., *Electromechanically Active Polymers*, F. Carpi Ed., Springer, 2016, pp. 439-455.
- (3) T. Hirai, *Soft Actuators*, 2nd ed., K. Asaka and H. Okuzaki, Eds., Springer, 2019, pp. 245-258.