

未踏探索空間における革新的物質の開発
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

山田 鉄兵

東京大学 大学院理学系研究科
教授

高効率熱電変換を志向した相転移ナノ流体の創製

主たる共同研究者:

村上 陽一 (東京工業大学 科学技術創成研究院 教授)

吉川 浩史 (関西学院大学 工学部 教授)

研究成果の概要

本課題「高効率熱電変換を志向した相転移ナノ流体の創製」では、熱化学電池の高効率化に資する相転移ナノ流体の創成と相挙動の探索、そして、実用を指向したフロー熱化学電池の研究展開を目標として研究を行っている。2022年度は、以下の進捗があった。

相転移ナノ流体の創成に関しては、LCST型相転移を示す pNIPAM にビオローゲン部位を修飾したポリマー、フェノチアジンにエチルグリンジルエーテルおよびエチレンオキシド鎖を修飾したミセル化分子、およびアントラキノンにカルボキシ基を導入したミセル化分子の新たな相転移ナノ流体を合成し、その相転移挙動を電気化学的に制御できることを実証した。pNIPAM—ビオロゲン高分子では LCST 転移のエントロピーがゼーベック係数に直接寄与していることを示した。

フロー熱化学電池のシステムを開発した。熱化学電池は液体部が発電に寄与するため、エクセルギーの散逸が最も大きい熱源近傍付近の温度境界層で発電することができる。そこで、カソード・アノード電極間距離を温度境界層相当の 0.8 mm にして液をフローして熱電変換を行ったところ、圧損を超える発電が実現できた。フロー速度に応じて理論的にはポンプの圧損の 10~100 倍程度の発電が可能であることを示した。これにより冷却システムを自律的に駆動できる可能性を示した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Advancement of Electrochemical Thermoelectric Conversion with Molecular Technology, H. Zhou, H. Inoue, M. Ujita, T. Yamada, *Angew. Chem., Int. Ed.*, 62, 2, e202213449 (2022).
- 2) Y. Cho, S. Nagatsuka, Y. Murakami, "Thermoelectrochemical Seebeck coefficient and viscosity of Co-complex electrolytes rationalized by the Einstein relation, Jones–Dole B coefficient, and quantum-chemical calculations," *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 24, 21396–21405 (2022).
- 3) Y. Murakami, Y. Ikeda, "Forced-flow thermocells that generate electric power during cooling," *JSAP Rev.*, 2023, 230408-1–230408-4 (2023).