

補助事業番号 2020M-199

補助事業名 2020年度 新型アニオン導電性薄膜を用いた高性能アルカリ形燃料電池の開発 補助事業

補助事業者名 山梨大学 宮武健治

## 1 研究の概要

エネルギーデバイスへの応用を目指したイオン導電性薄膜として、ナフィオンに代表されるフッ素高分子電解質、フッ素を含まない炭化水素系高分子電解質が数多く検討されている。特に芳香族基を主な構成成分とする炭化水素系高分子電解質は、合成が容易で構造の自由度が高く、薄膜(10ミクロン以下)にしても高い機械強度を保持できる、などフッ素系高分子にはない優れた特徴を持ち国内外で活発に行われているが、化学安定性や機械強度、透過イオン選択性など複数の機能を発現するための分子設計指針が明確になっていない。特にイオン導電率や化学安定性を両立するアニオン導電性薄膜はほとんどなく、高いポテンシャルを活かしてエネルギー変換デバイス分野を揺るがす革新的な技術として成長できていない。本研究では申請者が世界に先駆けて提案したイオン導電性薄膜に関する分子設計指針を活用し、これまで達成が困難とされてきた①アニオン薄膜の高性能化と高耐久化の両立、②異種材料(金属触媒)との界面構築による電気化学反応の高活性化、③燃料電池デバイスへの応用展開を検討した。具体的には、役割を明確に分担させた成分からなる三元共重合高分子化合物において共重合配列や高次構造を構築し、物質移動を制御した。新規アニオン薄膜を電極触媒と組み合わせたアルカリ形燃料電池を構築し、性能と耐久性を評価した。

## 2 成果論文

- (1) "Anion Exchange Membranes Containing No  $\beta$ -Hydrogen Atoms on Ammonium Groups: Synthesis, Properties, and Alkaline Stability", D. Koronka, K. Miyatake, RSC Adv., 11, 1030-1038 (2021).
- (2) "Performance Hysteresis Phenomena of Anion Exchange Membrane Fuel Cells Using an Fe-N-C Cathode Catalyst and an In-house-developed Polymer Electrolyte", K. Otsuji, N. Yokota, D. A. Tryk, K. Kakinuma, K. Miyatake, M. Uchida, J. Power Sources, 487, 229407 (2021).
- (3) "Highly Conductive and Alkaline Stable Partially Fluorinated Anion Exchange Membranes for Alkaline Fuel Cells: Effect of Ammonium Head Groups", A. M. A. Mahmoud, K. Miyatake, J. Membr. Sci. 643, 120072 (2022).
- (4) "Effect of Water Management in Membrane and Cathode Catalyst Layers on Suppressing the Performance Hysteresis Phenomenon in Anion-Exchange Membrane Fuel Cells", K. Otsuji, Y. Shirase, T. Asakawa, N. Yokota, K. Nagase, W. Xu, P. Song, S. Wang, D. A. Tryk, K. Kakinuma, J. Inukai, K. Miyatake, M. Uchida, J. Power Sources, 522, 230997 (2022).
- (5) "Properties and Morphologies of Anion Exchange Membranes with Different Lengths of Fluorinated Hydrophobic Chains", Y. Shirase, A. Matsumoto, K. L. Lim, D. A. Tryk, K. Miyatake, J. Inukai, ACS Omega, 7, 13577-13587 (2022).
- (6) "Tuning Hydrophobic Composition in Terpolymer-based Anion Exchange Membranes to Balance Conductivity and Stability", Y. Ozawa, Y. Shirase, K. Otsuji, K. Miyatake, Mol. Syst. Des. Eng., 7, in press (2022).