

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

梁 逸偉

大阪大学 大学院理学研究科
大学院生

固体ナノポアを用いた塩分濃度差発電技術の開拓

研究成果の概要

本研究の目的は、固体ナノポア技術を用いた高性能の塩分濃度差発電技術を目指すことである。本年度は、イオン輸送特性、流体効果および発電効率を評価可能なマルチフィジックスシミュレーションモデルの構築と、ナノポアのジオメトリーにおける発電効果評価可能なデバイスの作製を行った。

マルチフィジックスシミュレーションモデルでは、単一ナノポア、デュアルポア(2個のナノポア)とマルチポア(複数個のナノポア)をそれぞれ2次元、軸対称2次元と3次元のモデルとして構成し、流体解析を確認した。ナノポアのジオメトリーや構造を模索した結果、最終的にナノスリットという構造に決定した。先行研究から得られた、直径 100 nm の窒化シリコンポアでは約 60%のカチオン選択性があるという結果に基づき、ナノスリットの構造は横幅を 40-100 nm の範囲に設定した。イオン選択性を確保しながら、縦幅を増大することでイオンの通過量が増大することを予測する。一方、マルチポアにおけるイオン濃度極化の課題では、ナノポア間の距離におけるポア近傍イオン濃度分布の影響をデュアルポアモデルで調査した。計算結果を観察すると、直径が 20 nm、固体膜の膜厚が 50 nm の構造では、有効イオン濃度差に影響しないポア間距離が 4 μm 以上必要であることが分かった。

ナノポアデバイスの作製は、上記の結果を参考に行った。ナノスリットの作製結果では、エッジ部分から残留応力があるため、窒化シリコンの自立固体膜が破損される現象が観察された。今後は円角構造を有するナノスリットの作製を検討し、最適化したデバイスで計測実験を行う。そして、ポア間距離におけるイオン濃度極化現象やナノスリットの発電効率を1列構造のマルチナノポアの発電効率それぞれの効果を評価する。