

2021 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	土井 謙太郎
研究機関名	豊橋技術科学大学
所属部署名	大学院工学研究科
役職名	教授
研究課題名	極希薄濃度場におけるイオン種の識別
研究実施期間	2021 年 4 月 1 日～2022 年 3 月 31 日

研究成果の概要

近年、マイクロ・ナノスケールの熱流体計測技術が注目されるなか、極微量のサンプルから組成や物性を調べるため、マイクロ・ナノ空間における熱流体輸送現象を解明し、新奇な計測手法の開発が必要とされている。本研究では、ナノ流路の特徴である大きな比表面積（体積に対する表面積の割合）を利用してイオンを整流し、イオンダイオードを実現することにより新しい濃度測定手法を提案する。任意イオンについて、従来技術で困難とされる極希薄イオン濃度の測定と、イオン種の識別を目的として研究を展開する。たとえば、ガラス表面の水素イオン（プロトン）選択性を用いることで、酸からアルカリまで広範囲にプロトン濃度を測定することができる。現在でもイオン種の分析はある程度可能であるが、ここでは、物質輸送の観点から物理的手法によりイオン種毎の濃度場の解明に挑戦する。

初年度は、豊橋技術科学大学エレクトロニクス先端融合研究所の微細加工装置群を駆使してイオンダイオードを実現するためのマイクロ・ナノ流路の作製手順を確立し、微小電流計測システムを構築した。酸化シリコン表面に反応性イオンエッチングを用いて線幅 500 nm、深さ 500 nm、長さ 20 μ m の流路を作製し、さらにシリコン樹脂表面に作製したマイクロ流路を接着する。流路に、電解質溶液または pH 標準液を充填し、銀塩化銀線電極を挿入して電流電圧特性を評価した。流路を挟んで両側に濃度の異なる電解質溶液を充填した場合、イオン電流の向きによって、導電率に差が見られることが確認された。酸化シリコン表面およびシリコン樹脂表面が液中で負に帯電する傾向から、界面動電現象により陽イオンが選択的に通過するため、電流電圧特性に非対称性が現れたと考えられる。特に、陽イオンが高濃度側から低濃度側へ輸送される向きで導電率が向上する結果が得られた。今後はさらに、整流比を改善し、イオン選択性を強く示す流路構造に最適化する。