

2020年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」

調査研究報告書(公開版)

【研究題目】 エクソソーム解析のプラットフォーム技術開発のための調査研究

【整理番号】 TK20-053

【代表機関】 産業技術総合研究所

【調査研究代表者（氏名）】 茂木克雄

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】 東京大学：鳥居徹

【TIA 外連携機関】

【報告書作成者】 茂木克雄

【報告書作成年月日】 2021/03/30

【連携推進（具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等）】

当該研究では、エクソソームの操作に用いるナノスケールの現象を解明するための学術連携と、当該技術を実用化するための企業連携の2つの軸で連携を推進した。

学術的な連携については、名古屋大学が中心となって組織された名古屋産学官・医連携研究会（名古屋連携研究会：NJK）に参画し、同コンソーシアムでの研究紹介を行った。その際に医学系研究科の教授と情報交換を行い、大型予算獲得に向けた連携の足掛かりとして基礎評価実験の準備を進めている。また、微細加工に関する学術連携として、4大学（東大、東工大、早大、慶大）ナノマイクロファブリケーションコンソーシアムの代表を務める東大教授への研究紹介を行い、来年度から客員研究員として東京大学に所属することで連携を強化していくこととなった。一方で学会での学術発表については、2件の発表を行っており、コロナ禍で学会の開催数が減少していることを加味しても、十分な活動が行えたと考える。

企業連携については、開発する技術に必要な薄膜製作に秀でた企業5社にWeb会議と直接訪問で協力を仰ぎ、評価や加工、未公表材料の分譲などの協力を得ることに成功している。具体的には、2種類の誘電素材がN社から分譲されており、電極素材がC社から有償提供されている。現在、本研究代表者がこれらの材料の有効性について検証を進めている。また、加工技術に関しては、めっき手法をO社、樹脂成型をD社とT社に協力していただきながら試作を重ねている。これらの企業には、実際に製品化に向けた共同研究についても提案中である。

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

我々は、マイクロ流路内で発生するイオン濃度分極の作用を利用してエクソソームの操作を行うデバイスを開発しようとしている。このマイクロスケール現象を効果的に利用するためには、流路内で起こる電気化学作用と流体现象の理解を深めてマイクロ流路形状の最適化を図る必要がある。流路形状の最適化のために、本研究課題では、有限要素法を用いた数理解析モデルを基に、マイクロ流路の試作を重ねた。イオン濃度分極は、マイクロ流路内に組み込んだ陽イオン交換膜の近傍で生じる現象である。我々は、このイオン濃度分極の規模をさらに拡張するために、立体形状のマイクロ流路を製作すると共に、これまでガラスやシリコーン樹脂で製作されてきたマイクロ流路を親水性の多孔質ゲルで製作する方法を開発した。通常のマイクロ流路の表面は電氣的に安定しているため、陽イオン交換膜との接合部分が分離し易いが、親水性の多孔質ゲルはイオン交換膜との密着性が良いため、長期間の連続処理が可能な安定したマイクロ流路が製作できる。また、親水性の多孔質ゲルの壁面にはイオン濃度分極に似たExclusion Zone (EZ) という領域が形成されることが知られており、開発したマイクロ流路を利用することでこれらの多孔質表面のマイクロスケールの現象を解明できると考えられる。

以上の実験によって得られた膨大なデータと新たに考案したデバイス製作手法は、これまで明らかにされていなかったイオン濃度分極の制御性に関する重要な知見を内包しており、これらの網羅的データの一部を学会（大田原他、化学とマイクロ・ナノシステム学会 2020）や論文（平間他、POLYMERS-BASEL、投稿中）で発表している。

【今後の活動予定】

実験で得られた成果については、名古屋大学の医学系研究科との連携に向けて、内視鏡技術と組み合わせた生体内微粒子の解析技術について基礎研究を開始している。また、本研究と並行して進めている微量液滴制御技術の研究と融合した新技術について、東京大学、京都薬科大学、I 社との勉強会を開いており、来年度の A-Step への申請準備を進めている。

以上