

# 磁性粒子の鎖状化技術を用いたポータブル免疫測定装置の開発

愛知工科大学 工学部 電子ロボット工学科 4年 村口 黎於奈  
指導教員 田中 俊行 准教授

## 概要

POCTに適用可能な定量性を有する免疫測定技術の実現を目指し、磁性粒子の鎖状化技術を用いたポータブル免疫測定装置の開発に取り組んだ。装置は、磁性粒子の泳動を制御するための回転磁場発生装置と、粒子の挙動をリアルタイムで観察・記録する装置の2つから構成されている。磁場発生装置から発生させる回転磁場の強度や周波数を変化させた際に、磁性粒子が形成する鎖状構造の変化を観察した。その結果、磁場の条件が粒子の鎖状構造の形成や安定性に与える影響を明らかにすることができた。

## 1. 序論

医療インフラが不足する地域では、POCT（ポータブル分析器を用いた迅速検査）が有効であるが、従来のPOCTに適用できる免疫測定法は、定性的な測定に限られる問題があった。そこで、外部磁場による磁性粒子の泳動を利用し、迅速な抗体抗原反応を促進する技術が注目されている。先行研究[1]では光学的に泳動粒子を追跡する方法が提案されているが、大型設備を用いているという課題があった。本研究では、ポータブルでリアルタイム診断が可能な小型の免疫測定装置の開発を行った。

## 2. 研究方法

### 2.1 システムの概要と動作原理

図1に本研究で開発した装置を示す。装置は、磁場発生装置と観察装置の2つの要素から構成される。磁場発生装置は4つのコイルを用いて回転磁場を発生させ、磁性粒子を鎖状に自己組織化させることで抗原抗体反応を促進させる。一方、観察装置はRaspberry Piに接続したカメラモジュールで、粒子の様子をリアルタイムで記録し、画像データを解析して抗原の量を推定する装置である。

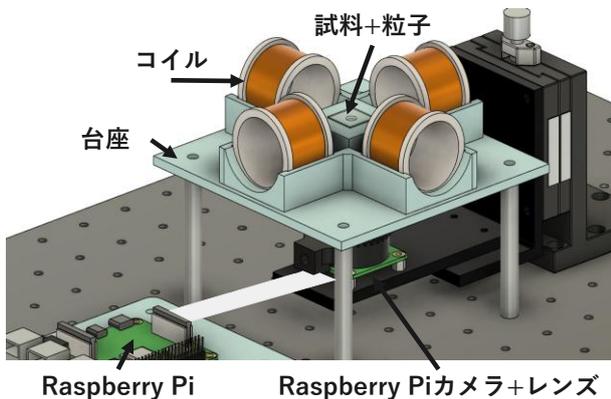


図1 開発したシステム

### 2.2 粒子の泳動実験

装置の評価として、磁場の強さや周波数が磁性粒子の鎖状構造に与える影響を調査した。粒子を純水で希釈し、作製した流路に滴下し、実験を行った。まず磁場を回転させず、強さを0.0~0.8 mTの範囲で変化さ

せ、粒子を撮影した。次に磁場を0.8 mTで回転させ、その周波数を0.01~3 Hzの範囲で調整し、粒子を撮影した。

## 3. 結果

磁場の強さを増加させた結果を図2に示す。磁場の強度が上がるにつれて磁性粒子の鎖状構造が形成されやすくなることが確認された。一方、回転磁場の周波数を変化させた結果を図3に示す。0.01~0.1 Hzでは安定した鎖状構造が維持されたが、0.5 Hz以上になると鎖状構造が崩れ、最終的に粒子が塊を形成した。

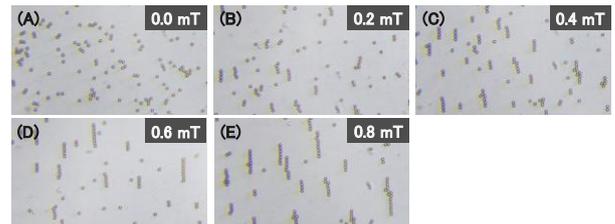


図2 直流磁場強度の変化に伴う磁性粒子の状態

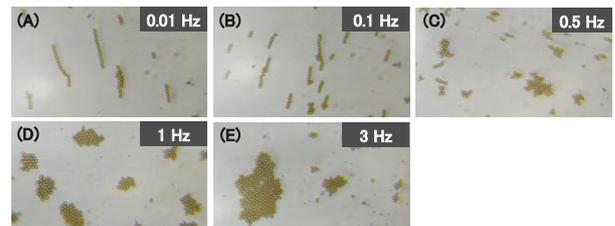


図3 回転磁場の周波数変化に伴う磁性粒子の状態

## 4. 結論

POCTに適用可能な定量的な免疫測定技術を実現するために、磁性粒子を用いた小型の免疫測定装置を開発し、その評価を行った。磁場の強さや回転の周波数を変化させた際に形成される磁性粒子の鎖状構造の挙動を観察した結果、磁場と周波数が鎖状構造の安定性に与える影響が明らかとなった。今後の課題として、粒子の挙動をリアルタイムで解析するためのアルゴリズムの構築が挙げられる。

## 参考文献

[1] Jaiyam Sharma, Taisuke Ono, Adarsh Sandhu, Sensing and Bio Sensing Research, 29, 100347, 2020.