

論文題名 『交互配列磁場を用いたマイクロチップ電磁泳動による微粒子の連続分離』

「分析化学」第 64 巻第 6 号, 451-460 ページ

著者名：飯國良規・福井優吾・北川慎也・大谷 肇（名古屋工業大学工学研究科）

2015 年「分析化学」論文賞として、上記の論文が選定されましたので、お知らせいたします。

【選定理由】ならびに「論文概要」

本論文は、マイクロメートルオーダーの液中微粒子をその大きさや種類により連続的かつ高精度に分離を行うための磁場と電流を外場として用いた電磁泳動に基づくマイクロチップ分析法に関する報告である。サブマイクロからマイクロメートルサイズの生体細胞やラテックス粒子等を分離、分析することは、病理診断や製品の品質、機能評価に繋がることから、これらを高精度に分離、回収、分析する手法の開発が求められてきた。マイクロ流体デバイスを利用する微粒子のフロー分離法は、試料量の低減や分離の連続化、システムの小型化などの数多くの利点を有しており注目されている。

マイクロ流体デバイスを用いたフロー分離において、微粒子は一旦、流路に導入された際に位置的分散を制限された後、泳動やマルチフローにより流路幅方向へ位置的に分離され、複数ある出口からそれぞれ回収される。このような微粒子の位置制御のためのマイクロ流路の作製は煩雑であるうえ、泳動のために微粒子の前処理が必要であるなどの課題がある。また、マイクロ流路デバイスにおいて絞り込み技術として利用されているシースフロー法は有効であるが、多量のシース液が必要で、かつ試料の処理量の低下を招く。この課題に対して著者らは、マイクロチップ手法と電磁泳動を組み合わせることで、新規な微粒子分離法を開発を行ってきた。マイクロチップ電磁泳動では、チップ入り口と出口に接続した電極ユニットとチップ外に配置した磁石により泳動を制御することが可能なため、専用のチップを必要とせず市販のマイクロチップを用いることができる。著者らは、このようなマイクロチップ電磁泳動の実用性を高めるた

め、シース液を用いないフロー分離法として、流路内の電磁泳動を局所的かつ高度に制御する手法の開発を試みた。

本論文では、入り口を一つ、出口を二つ持つ市販の片 Y 字マイクロチップに対して、二つの永久磁石を用いることで極性の異なる二つの磁場を局所的に印加する交互配列磁場をデザインし、一定値の電流の印加により流路内で局所的に逆向きの電磁泳動の制御を可能とした。この交互配列磁場を用いた電磁泳動による位置的絞り込みは、シース液を必要としないため、溶媒量の低減や処理量の向上に加えて、高効率な絞り込みが可能となった。さらに、流路下流において微粒子の流出する出口を独立した電磁泳動により制御することを実現した。粒径が 6 μm および 3 μm のポリスチレン粒子をモデル試料として用い、本法によりサイズ分離を行ったところ、各粒子は異なる出口において 100 % 回収することができ、完全分離を達成した。さらに、大きさが同程度の 6 μm ポリスチレン粒子とイースト菌（粒径 5 μm ）の異種粒子分離を試みたところ、一方の出口で 92 % のイースト菌が、もう一方の出口ではポリスチレン粒子が 97 % 回収され、本法により異種粒子間でも高効率な分離が可能であることが示された。論文で示された微粒子分離以外にも、電磁泳動は粒子を選ばず泳動が可能であり、その泳動速度は微粒子のサイズおよび表面状態に依存するため、マイクロ粒子のための汎用的な分離法として期待され、連続的かつ高精度な微粒子分離法としての有用性を有しているものと考えられる。

委員会で慎重に審議・検討し、上記の理由により、本論文を 2015 年「分析化学」論文賞受賞論文に値するものと認め、選定した。

〔「分析化学」論文賞選考委員会〕