



Title	Micro-flow dielectrophoresis and liquid-liquid interfacial electrophoresis of microparticles
Author(s)	池田, 育浩
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/58030">https://hdl.handle.net/11094/58030</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【50】

氏 名	池 田 育 浩
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 2 3 5 8 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 22 年 3 月 23 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科化学専攻
学 位 論 文 名	Micro-flow dielectrophoresis and liquid-liquid interfacial electrophoresis of microparticles (微粒子のマイクロフロー誘電泳動法および液液界面電気泳動法に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 渡 會 仁 (副査) 教 授 篠 原 厚 教 授 小 林 光

### 論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、誘電泳動法を用いる微粒子の新規分離・分析法の開発、および液液界面に存在する化学種を、電場を利用して分析する方法について検討を行った。

誘電泳動は、不均一電場内にある微粒子内に誘起される双極子と電場との相互作用を駆動力とする泳動現象で、泳動速度や泳動方向などの泳動挙動は媒体および微粒子の伝導率や誘電率、粒子の大きさなどに依存し、交流電場でも起こる。また、泳動挙動は電場の周波数や電圧にも依存するため、これらの条件を様々に変化させることで、微粒子の分離や分析に利用できると考えられる。泳動方向も条件によって異なり、電場勾配の大きい方向への泳動を正の誘電泳動、小さい方向への泳動を負の誘電泳動と定義されている。

個々の微粒子の誘電的性質を詳細に調べるために、本研究では電場勾配を定式化できる四重極型電極を用いて、微粒子の誘電泳動挙動の測定を行った。実験に用いる四重極電極は、スライドガラスへの金属の真空蒸着およびレーザーアブレーションによる微細加工によって作成した。四重極電極のような定式化できる電極を用いることで、電極内に存在する微粒子がどのような電場勾配下に存在するのかがわかり、その電場勾配と、誘電泳動力や粘性抵抗力などの微粒子が受ける力を考慮することで、誘電泳動挙動に関する理論式を導いた。作成した四重極電極を用いて、モデル微粒子であるポリスチ

レン粒子の誘電泳動挙動を測定・検討したところ、先に得られた理論式で解析が可能であった。理論式を用いた解析から、微粒子の誘電的性質を含んだ誘電泳動移動度 $\alpha$ を定義した。

誘電泳動法によって大量の微粒子の分離・分析をするためには、溶液の流れのなかで微粒子の誘電泳動を行い、誘電泳動挙動の測定および誘電泳動による微粒子の分離を行う必要がある。先と同様の方法で、双曲線型に加工した誘電泳動電極を作成し、その電極に微粒子を含んだ溶液を送液、流れてきた微粒子の速度が、誘電泳動によって変化する様子から、誘電泳動移動度 $\alpha$ を測定した。得られた誘電泳動移動度 $\alpha$ を、先に測定した四重極電極を用いて得られた誘電泳動移動度 $\alpha$ と比較したところ、正の誘電泳動に関しては両者の値は一致した。

誘電泳動力と、溶液の流れに発生する層流分布を組み合わせた誘電泳動-フィールドフローフラクション法（DEP-FFF）が、微粒子の分離法として検討されてきた。これまで、溶液の流れに沿う形で四重極電極を配置し、溶液に対して垂直の面で微粒子を誘電泳動させることで微粒子分離を行うキャピラリー型誘電泳動電極が開発され、分離に利用できることが報告されている。本研究では、このキャピラリー型誘電泳動電極の簡便な作成法を開発し、この方法で作成した電極を用いることで、種類の異なる微粒子の分離が可能であることを示した。

液液界面に存在する界面活性剤等の分析を目的として、液液界面電気泳動法の検討を行った。界面活性剤が存在する液液界面に、電圧を印加した針型の電極を近づけたところ、特徴的なパルス状の電流変化と、液液界面での流れの発生を確認した。また、界面活性剤が存在する液液界面に吸着した微粒子の電気泳動挙動を測定したところ、微粒子の吸着方向によって電気泳動の方向および速度が変化することがわかった。これらの結果から、液液界面に存在する界面活性剤が電気泳動することが示唆された。

## 論文審査の結果の要旨

池田育浩君は、「微粒子のマイクロフロー誘電泳動法および液液界面電気泳動法に関する研究」のタイトルのもとで研究を行い、以下の成果を挙げた。

1) 微粒子の誘電泳動用の電極として、平面八重極電極および厚さ60 $\mu\text{m}$ の電極を有する平面四重極電極を作成し、泳動分離性能を評価した。その結果、八重極電極の方が四重極電極よりも強い誘電泳動力を発揮すること、さらに、四重極電極の金電極を試料である微粒子の直径よりも厚くすることにより、より理論値に近い誘電泳動移動度が得られることを示した。また、キャピラリー型の四重極電極の再現性のある作製法を開発し、その分離性能を評価した。

2) 微粒子を含む溶液の流れ系において、微粒子の誘電泳動移動度を測定することを目的として、平面放物線型電極を製作し、正および負の誘電泳動速度の測定と評価を行った。その結果、本装置により、流れ系においても単一微粒子の誘電泳動移動度の測定が可能であることを明らかにした。

3) 陰イオン性界面活性剤を含むドデカン相と塩化カリウム水溶液相との液液界面で、有機相側から界面に近付けた探針電極（+極、5V）と界面との間で、w/o型マイクロエマルションがパルス状に界面から電極に移動することを見出した。さらに、陰イオン性界面活性剤を含む界面に、平行に電圧を印加すると、水相から界面に吸着した微粒子は水相側の電気浸透流で一極に泳動し、有機相から界面に吸着した微粒子は陰イオン性界面活性剤の電気泳動により+極側に泳動することを見出し、その機構を考察した。

以上、本研究により、微視的環境における微粒子の誘電泳動および電気泳動挙動に新たな知見が得られた。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。