

キャピラリー電気泳動法を用いた 金属ナノ粒子の特性評価

SATテクノロジー・ショーケース2023

■ はじめに

ナノ粒子は近年技術の向上により様々な分野での需要が高くなってきている。化学計測におけるナノ粒子の実際の利用においては、分散安定性や塩や有機溶媒に対する耐性が必要な物性であり、用いるナノ粒子の特性評価を行うことで分析化学分野での応用を期待できる。中空キャピラリーを用いるキャピラリー電気泳動法はナノ粒子の溶液中での特性評価に有用な測定法であり、高分離能、低サンプル消費量、短い分析時間などの特徴を持つ。キャピラリーゾーン電気泳動法(CZE)ではショットシグナルの有無から分散／凝集状態の評価を、エレクトロフェログラム上での分析対象物質の泳動時間から有効電気泳動移動度(μ_{eff})(図1)を算出でき、電荷／質量比の評価が行えるという利点がある。本研究では、ソリューションプラズマ(SP)法で調製した白金ナノ粒子(PtNP)、銀ナノ粒子(AgNP)について、CZEを用いて塩や有機溶媒への耐性や分散安定性、PtNP、AgNPとチオール基との相互作用による1,6-ヘキサジチオール(1,6-HDT)の表面吸着を評価した。

■ 活動内容

1. 実験

SP法で調製したPtNP、AgNP試料液に塩化ナトリウム、硝酸ナトリウム、あるいはエタノールを添加してCZEにより測定した。泳動液には10 mM CHES + 3 mM NaOH (pH 9.2)を用いた。試料注入は50 mbar × 3 s、キャピラリー内温度は25℃、検出波長は220 nmで行った。

2. 結果と考察

CZEを用いてPtNP、AgNPの長期間での分散安定性を調べたところ、PtNP、AgNPに帰属されるブロードピークが凝集体のショットシグナルを伴わずにPtNPでは52週(図2)、AgNPでは23週にわたって観測された。PtNP、AgNPのピークは電気浸透流よりも検出時間が遅く負に帯電していることが分かった。また、PtNP、AgNPのピークは従来のCZEのピークと比較してピーク幅が非常に広く、PtNP、AgNPの電荷／質量比が幅広く分散していることに起因すると考えられる。PtNP試料液あるいはAgNP試料液にエタノールを添加した場合、PtNPは50 % (v/v)以下で凝集は生じなかった一方、AgNPは10 % (v/v)の添加で凝集し沈殿が生成した。エタノールの添加は溶媒の誘電率を低下させ静電的なイオン間相互作用を強める。カウンターイオンのAgNP表面への吸着により、ナノ粒子の表面電荷が減少し凝集が発生したと判断した。PtNP試料液あるいはAgNP試料液に1,6HDT

を添加した場合、PtNP、AgNPは10 μM 以下で二週間にわたり凝集は認められず、分散安定性を維持していた。1,6-HDTの添加後2週間経過で、AgNPは5 μM で新たなブロードピークの出現が観測された。1,6-HDTのチオール基はAgNPの表面に吸着し、AgNPの二量体や多量体が形成される。AgNPの単量体、二量体、多量体の電荷／質量比の差が、新たなブロードピークの出現に起因すると判断した。

■ 参考文献

1) YU Yingying, 谷島徹, 二又政之, 日本分光学会年次講演会, 2011, 83 (2011).

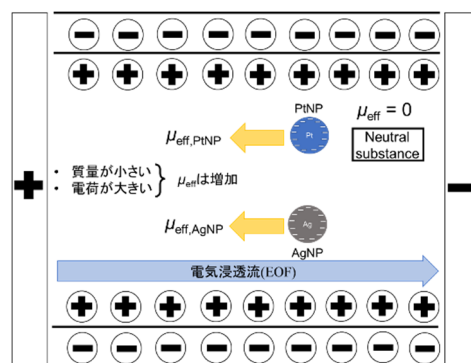


図1 PtNP、AgNPの有効電気泳動移動度(μ_{eff})

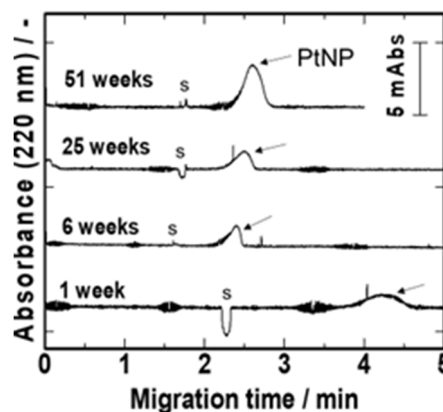


図2 PtNPのエレクトロフェログラム

代表発表者 廣瀬 大輝(ひろせ たいき)
所 属 徳島大学大学院 創成科学研究科理工専攻
応用化学システムコース
問合せ先 〒770-8506 徳島市南常三島町2丁目1番地
徳島大学 大学院 創成科学研究科
TEL:088-656-7409 FAX:088-656-7409

■キーワード: (1)ソリューションプラズマ法
(2)分散安定性
(3)凝集
■研究協力者: 松田 直樹(産業技術総合研究所)
岡部 浩隆(産業技術総合研究所)