

## 論文の内容の要旨

専攻名 システム創成工学

氏名 NAHID MD. ABDULLAH AL

金ナノ粒子は表面プラズモン共鳴に基づく特異的な光学特性や金属微粒子としての電氣的、熱的、コロイド化学的な諸性質のために、医療やセンサーなどの多岐にわたる応用が期待され、注目を集めている。それらの性質は、金ナノ粒子のサイズや形態、安定性などに強く依存しており、それゆえナノ粒子の合成条件と深く関係している。また、金ナノ粒子は、一般的には、水中に溶解した金イオンを還元することによって合成されるため、水に分散した状態で得られるが、金ナノ粒子を有機溶媒に安定に分散させることができれば、電子材料や有機物との複合材料への応用など用途が広がるものと考えられることから、簡便な方法による金ナノ粒子の有機溶媒分散系の作製に関わる研究が行われている。

本研究では、ポリオキシエチレンアルキルアミン界面活性剤であるアミートを用いた金ナノ粒子の合成と、合成された金ナノ粒子の有機溶媒への相間移動について検討されている。アミートは、産業界では、柔軟仕上げ剤や帯電防止剤、分散剤、乳化・可溶化剤など、多岐にわたる用途に用いられている界面活性剤であり、オキシエチレン部分とアルキル鎖の長さや分布が異なる様々な製品がそろえられている。本研究は、アミートを用いた金ナノ粒子の最適な合成条件や相間移動方法を見出すとともに、粒子形成や相間移動のメカニズムの解明を目的として行われている。

本論文は全6章から構成され、各章の概要は次の通りである。

第1章では、本研究の背景と目的が述べられている。金ナノ粒子の光学的大体および表面化学的な特性、合成例と原理、応用例、アミートの分類や本研究で用いられた5種のアミートの分子構造や特徴などが述べられ、それらに基づき本研究の目的が設定されている。

第2章では、アミートを用いた水溶液中での金ナノ粒子の合成法の検討および合成された粒子のキャラクタリゼーションについて述べられている。いずれのアミートを用いた場合でも、水中で安定に分散する金ナノ粒子の合成が可能であることが示されている。また、アミートは、金イオンの還元剤および形成された金ナノ粒子の被覆材として機能しているものと考えられている。また、透過型電子顕微鏡観察や紫外-可視吸収スペクトル測定などにより、合成された金ナノ粒子の形態やサイズ分布などが検討されている。

第3章では、アミート被覆金ナノ粒子の有機溶媒への相間移動に関わる検討結果についてまとめられている。アミート被覆金ナノ粒子の水分散液を、クロロホルムなどの水に不溶な有機溶媒と接触させて激しく攪拌すると、金ナノ粒子は水相から有機溶媒相に相間移動する。これは、一般的な相間移動法では、有機溶媒分散用の表面被覆材を添加する必要があることと対照的である。また、攪拌による相間移動以外に、遠心分離を組み合わせる方法や水相のpHを調整するこ

とによる効率的な相間移動法について検討されている。特に水相のpHを等電点付近に調整することにより、有機溶媒の比重によらず効率的な相間移動が達成できることを明らかにしている。また、相間移動の前後で粒子の形態やサイズは変化しないことも確認している。一方、アミート被覆金ナノ粒子の水およびクロロホルム分散液に対する核磁気共鳴分光スペクトルの結果から、金ナノ粒子表面でのアミート分子の配向について検討されている。水中ではアミート分子の親水基が水中に広がり、アルキル鎖は金ナノ粒子表面近傍で移動性が低い状態にあるが、クロロホルム中ではその逆の配向状態をとることが示唆されたことから、相間移動はアミート分子の官能基の配向変化を伴って起こっているものと考察されている。

第4章では、相間移動後のアミート被覆金ナノ粒子分散液からの未反応のアミート分子の除去について検討されている。アミート被覆金ナノ粒子のクロロホルム分散液に多量の水を接触させることでアミートを水相に抽出した後、水相を置換する作業を繰り返すことによって、過剰な未反応アミートが除去されることを示している。また、アミート除去作業後に乾燥させた金ナノ粒子をクロロホルム以外の有機溶媒に添加することによって、それらの有機溶媒にも良好に再分散されることを明らかにしている。

第5章では、有機溶媒分散金ナノ粒子をラングミュアトラフの水面上に展開することによる粒子膜の作製と固体基板上への移行、および移行膜の観察結果が述べられている。アミート被覆金ナノ粒子は水面上に膜を形成し、面内圧縮により粒子密度が増加した膜の作製が可能であることが示されている。

第6章は、総括であり、本論文で得られた結果や知見についてまとめられ、将来展望が述べられている。